



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭЛЕКТРОННОМ ОБУЧЕНИИ

В.В. Казаченок¹⁾, **А.А. Русаков**²⁾,

¹⁾ *Белорусский государственный университет, Беларусь*

²⁾ *Академия информатизации образования, Россия*

Аннотация. Рассмотрены основные типы искусственного интеллекта (ИИ): Слабый, Сильный, Супер, спрогнозированы сроки их практического применения.

Выявлены задачи ИИ в обучении и роль учителя в современном учебном процессе. Определены модели использования ИИ в образовании, этические проблемы внедрения искусственного интеллекта и перспективы его развития.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, интеллектуальные технологии, обучение, образование.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN E-LEARNING

V.V. Kazachonak^{a)}, **A.A. Rusakov**^{b)},

^{a)} *Belarusian State University, Belarus*

^{b)} *Academy of Education Informatization, Russia*

Abstract. The main types of artificial intelligence (AI) are considered: Narrow, General, Super, and the timing of their practical application is predicted.

The tasks of AI in teaching and the role of the teacher in the modern educational process are identified. Models of using AI in education, ethical problems of introducing artificial intelligence and prospects for its development are identified.

Keywords. Artificial intelligence, intelligent technologies, training, education.

Введение. Типы искусственного интеллекта

Эпоха компьютеров, как движущей силы нашего времени, заканчивается. Сегодня мобильные телефоны характеризуются такой же функциональной мощностью, какой обладали суперкомпьютеры примерно 40 лет назад.

В настоящее время все ожидания строятся вокруг искусственного интеллекта (ИИ) и робототехники. Здесь уже установились огромные по размерам сегменты: промышленная робототехника, медицинская робототехника, военная робототехника, транспортные средства на беспилотном управлении и т.д. Но без искусственного интеллекта полностью функциональное развитие этих сегментов не представляется возможным. Другими словами, робототехника в текущее время сильно подталкивает развитие области искусственного интеллекта.

Термин «Искусственный интеллект» (Artificial intelligence (AI)) был предложен в 1956 г. профессором Дж. МакКарти и определен как наука и технология создания интеллектуальных машин и компьютерных программ [1].

Сегодня ученые не пришли к единой точке зрения относительно самого предмета их исследований – интеллекта. Некоторые считают, что интеллект – это умение решать сложные задачи; другие рассматривают его как способность к обучению, обобщению и аналогиям; третьи – как возможность взаимодействия с внешним миром путем общения, восприятия и осознания воспринятого.

Практически, проблема создания искусственного интеллекта находится на стыке информатики и вычислительной техники – с одной стороны, нейрофизиологии, когнитивной и поведенческой психологии – с другой стороны [2].

Однако пока мы не можем в целом определить, какие вычислительные процедуры мы хотим называть интеллектуальными. Мы понимаем некоторые механизмы интеллекта и не понимаем остальные. Поэтому под интеллектом в пределах рассматриваемых проблем понимается только вычислительная составляющая способности достигать определенных целей [3].

Сегодня искусственный интеллект – это способность компьютерных систем выполнять интеллектуальные и творческие функции, которые традиционно считаются человеческими.

Суть работы искусственного интеллекта сводится к тому, что он постоянно обучается на большом количестве данных. Прежде чем система ИИ начнет эффективно функционировать, ее саму необходимо долго и старательно обучать. Здесь будет уместно вспомнить секрет английской лужайки: чтобы получить идеальный зеленый газон, его необходимо каждое утро поливать, а вечером стричь – и так триста лет.

Искусственный интеллект – та же английская лужайка, только полив заменяется обучением на большом объеме данных. Чем больше данных, чем дольше мы обучаем нашу систему, тем она будет умнее и совершеннее.

Обычно выделяют несколько типов ИИ. Проведем границу между тремя типами искусственного интеллекта, которые различаются по степени своей приближенности к человеческому сознанию.

Слабый ИИ (Narrow AI) приспособлен к решению конкретных задач. Активно используется сейчас в виде различных алгоритмов: голосовых помощников, систем распознавания лиц, рекомендательных и предсказательных систем, систем генерации речи.

Сильный или общий ИИ (Artificial General Intelligence) максимально приближен к человеческому. В идеале он способен на то же, что и мозг взрослого человека. Он должен улавливать ход мыслей и мотивы людей, обладать социальным и эмоциональным интеллектом для взаимодействия с человеком.

Определить, сильный перед вами ИИ или слабый, может помочь обычный тест Тьюринга – если по окончании разговора вы не сможете понять, кто на том конце провода, – значит, данный ИИ сильный [4].

По мнению экспертов McKinsey, сильный ИИ сформируется примерно к 2075 году. По данным же агрегатора прогнозов Metaculus, эта технология может появиться уже в 2034 году [3; 5].

Супер-ИИ (Super AI) предполагает способность ИИ к постоянному самосовершенствованию, самообучению и самостоятельной разработке новых систем и алгоритмов. Такой интеллект сможет превзойти человека во всех аспектах. Появление систем такого уровня станет возможным, когда ученые полностью изучат и смоделируют систему функционирования человеческого разума. Такой интеллект сформируется, по оценкам экспертов, к первому десятилетию XXII века [3].

Также ученые иногда оперируют понятием «Идеальный теоретический естественный интеллект» – это система знаний, множество интеллектуальных способностей и высшие психические функции, каковыми являются интенция, интуиция, инициатива, воображение и рефлексия [6].

Важно отметить, что внедрение ИИ призвано не заменить человека, а, наоборот, расширить его возможности и стать ему большим помощником.

Задачи искусственного интеллекта в обучении

Использование инструментов для поддержки или совершенствования обучения на основе ИИ за последнее десятилетие возросло в геометрической прогрессии. Однако по-прежнему недостаточно данных о том, как ИИ может содействовать улучшению

результатов обучения и может ли он помочь теоретикам и практикам образования лучше понять, как происходит эффективное обучение.

Сегодня многие утверждения о революционном потенциале технологий ИИ в образовании основаны на предположениях, домыслах и оптимизме. В реальности использование устройств в классной работе не привело к ожидавшемуся повышению успеваемости (хотя и помогло задействовать новые педагогические методы, например, такие как «перевернутый класс»), и доля неграмотного населения осталась практически на прежнем уровне [7; 8].

Также использование интеллектуальных технологий зачастую задействует архаические модели обучения [9; 10]. Тем не менее процесс технологизации интеллектуальных функций, по всей видимости, неизбежен, применение интеллектуальных систем в образовании будет только нарастать, поэтому необходимо обозначить когнитивный и эмансипационный потенциал этого процесса.

Часто декларируется, что цели создания искусственных преподавателей продиктованы соображениями образовательной эффективности. Однако, здесь возникает вопрос, действительно ли при внедрении искусственных педагогов во главу угла будет поставлена именно образовательная, а не экономическая эффективность.

Сегодня от ИИ в обучении ожидается не только и не столько выполнение рутинной преподавательской работы, сколько построение единой рекомендательной системы и развитие и поддержка адаптивной образовательной среды, которая способствует достижению образовательных результатов, персонализации учебного процесса и повышает уровень вовлеченности. Именно искусственный интеллект сыграет ключевую роль в реализации идеи персонализированного обучения – адаптации обучения, его содержания и темпа к конкретным потребностям каждого учащегося на основе анализа большого объема данных.

Применение искусственного интеллекта поможет решить так называемую проблему двух сигм, поставленную еще Д. Блумом. Иногда ее трактуют следующим образом: 98% учащихся, обучающихся по индивидуальному плану один на один с преподавателем, учатся эффективнее, чем средний учащийся из обучающихся по стандартной общей программе [9]. Преподаватель-человек не в состоянии составить такую индивидуальную образовательную программу для каждого из достаточно большой группы учащихся.

В целом же формирование навыков, требующее многократной отработки и предсказуемой обратной связи, является одним из наиболее реалистичных способов

использования интеллектуальных систем в образовании. Это связано с направлением интеллектуальных систем на максимальную формализацию познавательной и поведенческой активности учащихся, что дает чрезмерно детерминистскую модель персональной образовательной активности.

В то же время, такой сложный когнитивный процесс, как обучение, не может обойтись без некоторого «зазора» для свободной воли и спонтанной активности, что отмечается в том числе в работах, посвященных когнитивным инструментам обучения [9].

В настоящее время ИИ в обучении используется для решения следующих задач [3]:

- Построение индивидуальных учебных траекторий.
- Автоматизированная проверка домашних заданий.
- Составление профилей обучающихся с индивидуальным планом развития.
- Продвинутая учебная аналитика на основе больших данных.
- Автоматизированные рекомендательные системы по редизайну учебных программ.

В современном мире ключевой этический вопрос заключается в обеспечении всеохватного и справедливого качественного образования и поощрении возможностей обучения на протяжении всей жизни для всех. И согласно различным прогнозам ИИ призван помочь решить проблему доступности и непрерывности образования. Однако, на сегодняшний день 43% населения мира все еще не имеют доступа к интернету, и приблизительно 40% людей ни разу его не использовали [11].

Роль учителя в современном учебном процессе

Ряд ученых считают, что замена людей во всей полноте их человеческих свойств искусственными системами – это одна из самых распространенных техно утопий и, возможно, один из самых навязчивых техно мифов современности. Подобный техно миф возникает из-за того, что технические объекты становятся все более и более интеллектуальными [9].

С другой стороны, мы имеем публикации, в которых делаются попытки идеологически фундировать максимальное вытеснение педагогов с рынка труда, перевести педагогическую работу в разряд отчужденных действий. И анализ показывает, что большая часть ИИ в образовании все же разработана для замены задач учителя, а не для помощи ему в обеспечении более эффективного процесса обучения [8].

Также внимание исследователей и разработчиков ИИ в сфере образования до сих пор было сосредоточено на относительно легкодоступной, хотя и все еще непростой, цели запоминания и воспроизведения информации. И несмотря на использование передовых технологий эти разработки часто выполняют функции немногим сложнее автоматизации определенных устаревших методов работы в классе вместо того, чтобы предоставлять уникальные возможности технологий ИИ для переосмысления преподавания и обучения.

Таким образом, несмотря на интуитивную привлекательность интеллектуальных образовательных систем (ИОС), они больше внимания уделяют тому типу знаний, который проще автоматизировать. Поэтому полученные от них рекомендации и типичный «учительский» подход к обучению, основанный на передаче знаний, игнорируют возможности других подходов, важных в образовательной деятельности, включая совместное обучение, обучение методом управляемых открытий и другие навыки XXI века, которые являются ключевыми для развития личности в целом. Ведь процесс получения знаний или формирования навыков в ходе обучения – это не только алгоритмизируемый процесс, но и часть неявного взаимодействия, которое невозможно формализовать во всех его аспектах.

В результате системы ИИ, если применять их в сфере образования, несут в себе скорее функции тьюторов, а не преподавателей. В настоящее время уже существует опыт разработки таких искусственных тьюторов, представляющих собой варианты специализированного искусственного интеллекта [9]. Эти системы являются показательной реализацией делегирования компетенций, однако они не предполагают никакой квазисубъектности, которая могла бы вытеснить субъектность преподавателя.

Делегирование компетенций происходит, когда человеческая способность совершать определенное действие переходит к искусственной системе, однако при этом способ совершения действия может существенно измениться. Это касается как сложных технологий, например интеллектуальных систем, так и самых обыденных предметов: допустим, человеческая способность удерживать предмет может быть делегирована полке или вешалке. Получается, что способность совершать определенные действия может переходить к неживым объектам, которые становятся частью человеко-машинной системы.

Таким образом, применение ИИ в образовании не заменит учителя. Напротив, ИИ является мощным инструментом, который помогает учителям в большей степени индивидуализировать процесс обучения и повышать его качество. Учителя остаются

ключевыми фигурами в образовании, которые оказывают поддержку и помощь ученикам, используя возможности ИИ. И образующиеся человеко-машинные системы действуют как целостности, взаимосвязь компонентов которых придает им специфические эмерджентные свойства [9].

Отметим, что по мере усовершенствования функций ИИ они неизбежно избавят учителей от растущих трудозатрат. Соответственно, постепенно инструменты ИИ возьмут на себя задачи по передаче знаний, способствуя тем самым более примитивному мышлению учащихся, т.к. разработчики ИИ, как указывалось, больше внимания уделяют тому типу знаний, который проще автоматизировать. В результате учителя будут играть менее заметную роль в процессе обучения.

Однако, чему и как учить – останется ответственностью и прерогативой учителя. Роль инструмента ИИ будет заключаться не только в упрощении работы учителя, но и в превращении ее в более коллегиальную.

Таким образом, роль учителей является первостепенной. Также важна соответствующая поддержка их профессионального развития, которая включает формирование цифровых навыков. Технология не может полностью заменить учителя, в том числе и потому, что ключевая ценность образования – это контакт между учеником и учителем.

ИИ – не волшебная палочка. Предстоит развеять множественные преувеличения о возможностях ИИ и найти решение для большого количества проблем в образовании.

Модели использования искусственного интеллекта в образовании

Стандартная интеллектуальная обучающая система строится на трех моделях: области знаний, педагогики и обучающегося.

Такая система обучения действует по базовой схеме:

- использование данных о моделях;
- адаптивное обучение (строится на основе данных, содержащихся в каждой из моделей);
- сбор новых данных после адаптивного обучения и их анализ;
- обновление моделей [3; 12].

В целом автоматизация обедняет знания, поскольку легче всего автоматизировать получение фактологической информации, которая не является приоритетной для эффективного обучения и переноса знаний на практику. Сложнее автоматизировать процессы обучения на уровне размышления, анализа и синтеза информации.

Учеными перечислены основные интеллектуальные способности, которые необходимы идеальному теоретическому интеллекту. К ним, в первую очередь, относятся обнаружение существенного в данных и способность к рассуждению: вывод, следствие из посылок [6].

Развитием искусственного интеллекта в образовании не может заниматься какая-то приглашенная команда разработчиков ИИ. И актуальное состояние области говорит о том, что участникам сферы образования необходимо повышать свою технологическую грамотность, понимать принципы работы технологий, их ограничения и возможности применения, чтобы квалифицированно управлять технической командой.

Также, хотя набор навыков в списках «навыков XXI века» может варьироваться, существует единогласие по поводу того, что к числу основополагающих относятся креативность, умение сотрудничать, критическое мышление, настойчивость, умение решать проблемы, саморегуляция поведения, осведомленность о глобальных вопросах и цифровая грамотность [11].

Использование искусственного интеллекта в образовании предлагает огромные возможности для улучшения процесса обучения и достижения больших успехов. Например, сегодня в ряде областей народного хозяйства применяется машинное обучение – это приложение искусственного интеллекта, которое позволяет компьютерам действовать без непосредственного программирования, а также учиться и совершенствоваться на основе полученного опыта без вмешательства или помощи человека. Здесь под машинным обучением понимается целый спектр алгоритмов, призванных помочь компьютерной программе работать без прямых команд, то есть обучаться. При этом процесс обучения становится возможным при больших объемах данных

Получается, что, с одной стороны, существует технологическая возможность для непрерывных процессов улучшений и оптимизации учебной деятельности, но вместе с тем она остается недоступной многим разработчикам образовательных программ.

Причин этому может быть несколько:

- дефицит «коробочных» решений, которые позволили бы быстро подключить систему интеллектуального анализа и использовать;
- высокие технические требования (не каждый методолог или педагогический дизайнер владеет статистическими методами или алгоритмами анализа данных);

- некоторая ригидность мышления при внедрении инновационных подходов, страх перед неизвестными комплексными инструментами [3].

Применение ИИ также сопряжено с определенными вызовами и ограничениями.

Один из главных вызовов – это нехватка квалифицированных специалистов в области искусственного интеллекта. Еще одно ограничение состоит в недостатке доступных данных для обучения ИИ в образовании.

В то же время современные языковые модели способны генерировать текст на заданную тему и поддерживать диалог с человеком. Например, нейросеть GPT-3 обучена на петабайтах текста (1 петабайт равен 10^{15} байт) и оперирует сотнями миллиардов параметров. Она способна генерировать статьи, почти неотличимые от написанных профессиональным журналистом. Заметим, что такую сеть сложно переобучить в обычном смысле, труднее найти ресурсы для ее приемлемого обучения.

В частности, компания OpenAI, одним из акционеров которой является известный миллиардер Илон Маск, в ноябре прошлого года запустила Чат-бот ChatGPT. Он умеет писать тексты и коды, отвечает на вопросы. И недавно московский студент Александр Жадан применил этот чат-бот для написания диплома на тему ««Анализ и совершенствование управления игровой организацией»». Получилось не с первого раза, Жадан неоднократно ставил боту новые задачи. В итоге на все ушло менее суток. Оригинальность по системе «Антиплагиат» составила 82%, за работу нейросети студент получил оценку «удовлетворительно».

В этом году исследователи США представили новую архитектуру нейронной сети, получившую название KAN, на основании трудов советских академиков Андрея Колмогорова и Владимира Арнольда. Это может значительно повлиять на развитие технологий ИИ в ближайшем будущем.

В целом, применение искусственного интеллекта в образовании может преодолеть ряд вызовов и ограничений, но требует серьезных усилий и сознательного подхода со стороны образовательных учреждений и педагогического сообщества [13].

Например, виртуальные ассистенты на основе искусственного интеллекта стали популярными в некоторых образовательных учреждениях. Они могут отвечать на вопросы студентов, предоставлять информацию о расписании, материалах для изучения и т.д. Такие ассистенты могут быть доступными 24/7 и помогать студентам в любое время суток.

Таким образом, для использования преимуществ ИИ в образовании необходимо вооружить преподавателей и администраторов, в первую очередь, навыками оценки и интерпретации результатов.

Этические проблемы внедрения искусственного интеллекта

Все преимущества искусственного интеллекта в образовании свидетельствуют о его важной роли в повышении качества обучения. Однако, необходимо также учесть потенциальные проблемы и ограничения, связанные с использованием искусственного интеллекта, такие как конфиденциальность данных и этические аспекты.

Что касается конфиденциальности данных, то последние годы не прекращаются дебаты о том, какие данные можно собирать, как их можно использовать и кто имеет право их видеть. ИИ обычно требуется большое количество данных для работы, и это порождает новые вопросы о конфиденциальности.

Также некоторые алгоритмы могут быть предвзятыми. Если алгоритм обучается на данных, которые уже содержат предвзятость, он может усиливать эти предрассудки вместо того, чтобы их исключить.

Одним из основных этических вопросов является прозрачность алгоритмов, используемых ИИ. Чтобы ИИ был этичным, он должен быть прозрачным. Пользователи и заинтересованные стороны должны иметь доступ к информации о том, как системы ИИ принимают решения. Ученики и учителя должны понимать, каким образом ИИ анализирует данные. Такая прозрачность не только способствует подотчётности, но и позволяет людям при необходимости оспаривать и подвергать тщательной проверке решения, принимаемые ИИ. Недостаток прозрачности может привести к неправильным выводам и ущемлению прав учеников.

Проблема в том, что ключевой аспект мощности, например, нейронной сети, накладывающий значительное ограничение, – это скрытые слои нейросети. Обычно невозможно провести анализ глубокой нейронной сети для определения пути принятия того или иного решения. И это приводит к принятию решений, обоснование которых неизвестно.

Существуют и технические проблемы: если в основе лежат некачественные данные, мы получим некачественные результаты. Также сохраняется угроза хакерских атак, которые могут изменить работу ИИ и спровоцировать на работу во вред.

В связи с этим внедрение ИИ часто сравнивают с ящиком Пандоры. С одной стороны – это потрясающие возможности, повышающие нашу эффективность,

помогающие делать открытия и выполнять трудоемкую работу за нас. Но, с другой стороны, как и любая сила, ИИ приносит с собой и свои проблемы.

Заключение. Перспективы развития искусственного интеллекта

Все методы, способствующие основным достижениям в области ИИ сегодня (например, глубокие нейронные сети и машинное обучение), были разработаны несколько десятилетий назад. Другими словами, хотя мы продолжаем наблюдать повторяющиеся усовершенствования существующих методов и новые приложения ИИ, мы все еще ждем следующего крупного прорыва в этой области [8].

По всей видимости, искусственный интеллект возможно создать и не на основе искусственных нейросетей. Однако именно нейросети являются самым очевидным и доступным решением, созданным природой.

Глубокие нейронные сети обучены выполнять действительно сложные задачи, однако, многие задачи так и остаются для них невыполнимыми. Далекое не все функции естественного интеллекта могут быть формализованы и автоматизированы, поскольку нейронные сети не делают ничего действительно разумного. Вместо этого они просто усиливают закономерности с помощью статистики.

Также, современные технологии ИИ могут быть весьма неустойчивыми и приложения для распознавания изображений, например, по-прежнему легко обмануть: если немного изменить данные или на изображение наложить случайный шум, инструмент ИИ может дать значительный сбой.

Для глубокого обучения затруднительными являются ранее неизвестные ситуации, о которых имеется относительно неполная информация. Поэтому необходимо дополнить глубокое обучение другими инструментами. Например, можно объединить манипуляции с символами (то есть ИИ на основе правил) и глубокое обучение. Их достаточно долго воспринимали по отдельности [8].

Искусственный интеллект – инструмент, созданный людьми. Его возможности ограничены рамками, которые мы установим. Он зависит от нас для своего обучения, настройки и управления. Независимо от того, насколько продвинутыми станут технологии, ИИ будет всегда оставаться продуктом человеческого интеллекта и творчества.

С другой стороны, перспективным направлением в области развития ИИ является метод, согласно которому нейронная сеть самостоятельно исследует процесс создания искусственного интеллекта и вносит изменения в алгоритмы кода. Это позволяет ей не только изучать, но и улучшать свою топологию и архитектуру. История развития

искусственного интеллекта, растянувшаяся более чем на полвека, доказывает людям, что не существует значительных и серьезных помех для достижения этого факта.

Ученые предполагают, что с учетом видимого роста производительности машин и совершенствования архитектуры нейронных сетей, систему на их основе, которая будет наиболее полно имитировать работу человеческого мозга, получится создать в 2030–2035 годах [5]. Такой отдалённый прогноз имеет много условностей – погрешность в сроках довольно велика. Однако и ближайшее будущее ИИ принесет нам много интересных событий.

Сегодня критически значимая роль человека в развитии ИИ часто недооценивается. Фактически все более сложные и тонкие взаимодействия между человеком и ИИ привели к призывам изменить статус ИИ и переименовать его в «дополненный интеллект» [8].

Переход к дополненному интеллекту ведет к акценту на разработки таких технологий ИИ, которые дополняют и расширяют познавательные процессы человека, и предлагает способы более эффективной совместной работы человека и ИИ. Этот переход также поднимает вопросы разделения задачи между человеком и машиной, и повышает многообещающую вероятность того, что мировые проблемы можно решать с помощью разумного сочетания искусственного и коллективного интеллекта.

Одна из самых популярных и обсуждаемых тем, связанных с будущим искусственного интеллекта, это появление искусственного сверхинтеллекта, который будет превосходить человеческий интеллект во всех областях [2]. Такой интеллект может появиться в результате намеренного проектирования человеком, случайной эволюции ИИ или сингулярности – точки, когда ИИ станет способен сам себя улучшать так быстро, что человечество не сможет за ним поспеть. Появление этого интеллекта может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для человечества, в зависимости от того, какие цели и ценности он будет иметь, и как он будет взаимодействовать с людьми и другими формами жизни.

Как этап эволюции интеллектуальных систем также рассматривается проект искусственной личности (ИЛ). Если традиционная компьютерная технология характеризуется формулой «данные+алгоритм», технология искусственного интеллекта – «знания+эвристика», то проект ИЛ задается формулой «смысл+понимание». Технически модель «смысла» может быть выполнена в виде программно-информационной оболочки над системой представления «знаний» [14].

Таким образом, чтобы помочь учащимся научиться быть эффективными в мире, на который все большее влияние оказывает ИИ, требуется педагогика, которая вместо сосредоточения на преимущественных особенностях компьютеров (например, запоминание и вычисления), предоставляла возможности сотрудничества с распространенными инструментами ИИ в жизни, обучении и работе.

Список библиографических ссылок (на языке оригинала)

1. Родзин С.И. Искусственный интеллект. Таганрог: ИКТИБ ЮФУ, 2015. 148 с.
2. Искусственный интеллект скоро захватит мир и никто этому не помешает! *ИнфоВолна*. 2023. [Электронный ресурс]. URL: https://dzen.ru/a/ZXFh6fyuazkoiWc_
3. AI в обучении: на что способны технологии уже сейчас? *EduTech*. 2022; 4[49]:1-60.
4. Искусственный интеллект. *Обзоры программ и технологий* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/expert/elektronika/iskusstvennyj-intellekt/>
5. Магонин Д. AI в 2023 году: как развивается искусственный интеллект. [Электронный ресурс]. URL: <https://netology.ru/blog/03-2023-ai-trends?ysclid=lqwhiarsmt764903433>
6. Финн В. Далеко не все функции естественного интеллекта могут быть формализованы и автоматизированы. *Коммерсантъ* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4198609>
7. Русаков А.А., Казаченок В.В. Обучение математике и информатике в условиях информатизации образования. *Электронный науч.-методич. журнал «Педагогика информатики»*. 2023; 1-2:1-14. URL: https://pcs.bsu.by/2023_1-2/n1.html
8. Мяо Ф., Холмс У., Хуан Ж., Чжан Х. Технологии искусственного интеллекта в образовании. Москва: ИИТО ЮНЕСКО, 2020. 56 с.
9. Алексеева Е.А. Возможен ли искусственный преподаватель? *Технологос*. 2020; 4:40–55. DOI: 10.15593/perm.kipf/2020.4.04
10. Казаченок В.В. Управляемое самообучение учащихся решению задач углубленного курса математики средствами современных информационных технологий. Минск: БГУ, 2006. 247 с.
11. Искусственный интеллект в образовании: Изменение темпов обучения. Москва: ИИТО ЮНЕСКО, 2020. 44 с.

12. Казаченок В.В. Применение нейронных сетей для повышения эффективности обучения. *Электронный науч.-методич. журнал «Педагогика информатики»*. 2020; 2:1-12. URL: [Http://pcs.bsu.by/2020_2/5ru.pdf](http://pcs.bsu.by/2020_2/5ru.pdf)

13. Казаченок В.В. Искусственный интеллект в образовании. *Матэматыка і фізіка*. 2024; 2:23-26.

14. Алексеев А.Ю. Когнитотехнологические проекты искусственной личности. *Наука о человеке: смена парадигмы*. 2014:156-174 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitotekhnologicheskie-proekty-iskusstvennoy-lichnosti/viewer>

References (на английском языке)

1. Rodzin S.I. *Iskusstvennyy intellekt*. Taganrog: IKTIB YUFU, 2015. 148 p. (In Russian)

2. *Iskusstvennyy intellekt skoro zakhvatit mir i nikto etomu ne pomeshayet!* *InfoVolna*. 2023. [Electronic resource]. Available at: <https://dzen.ru/a/ZXFh6fyuazkoiWc> (In Russian)

3. AI v obuchenii: na chto sposobny tekhnologii uzhe seychas? *EduTech*. 2022; 4[49]:1-60. (In Russian)

4. *Iskusstvennyy intellekt. Obzory programm i tekhnologiy* [Electronic resource]. Available at: <https://www.kp.ru/expert/elektronika/iskusstvennyj-intellekt/> (In Russian)

5. Magonin D. AI v 2023 godu: kak razvivayetsya iskusstvennyy intellekt. [Electronic resource]. Available at: <https://netology.ru/blog/03-2023-ai-trends?ysclid=lqwhiarsmt764903433> (In Russian)

6. Finn V. Daleko ne vse funktsii yestestvennogo intellekta mogut byt' formalizovany i avtomatizirovany. *Kommersant*" [Electronic resource]. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4198609> (In Russian)

7. Rusakov A.A., Kazachenok V.V. Obucheniye matematike i informatike v usloviyakh informatizatsii obrazovaniya. *Scientific and methodological journal "Pedagogy of computer science"*. 2023; 1-2:1-14. [Electronic resource]. Available at: https://pcs.bsu.by/2023_1-2/n1.html (In Russian)

8. Myao F., Kholms U., Khuan ZH., Chzhan KH. *Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v obrazovanii* [Artificial intelligence technologies in education]. Moskva: IITO YUNESKO, 2020. 56 p. (In Russian)

9. Alekseyeva Ye.A. Vozmozhen li iskusstvennyy prepodavatel'? *Tekhnologos*. 2020; 4:40–55. DOI: 10.15593/perm.kipf/2020.4.04 (In Russian)

10. Kazachenok V.V. Upravlyayemoye samoobucheniye uchashchikhsya resheniyu zadach uglublennogo kursa matematiki sredstvami sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy. Minsk: BGU, 2006. 247 p. (In Russian)
11. Iskusstvennyy intellekt v obrazovanii: Izmeneniye tempov obucheniya [Artificial Intelligence in Education: Changing the Pace of Learning]. Moskva: IITO YUNESKO, 2020. 44 p. (In Russian)
12. Kazachenok V.V. Primeneniye neyronnykh setey dlya povysheniya effektivnosti obucheniya. *Scientific and methodological journal "Pedagogy of computer science"*. 2020; 2:1-12. [Electronic resource]. Available at: [Http://pcs.bsu.by/2020_2/5ru.pdf](http://pcs.bsu.by/2020_2/5ru.pdf) (In Russian)
13. Kazachenok V.V. Iskusstvennyy intellekt v obrazovanii [Artificial intelligence in education]. *Matematyka i fizika*. 2024; 2:23-26. (In Russian)
14. Alekseyev A.YU. Kognitotekhnologicheskiye proyekty iskusstvennoy lichnosti. *Nauka o cheloveke: smena paradigmy*. 2014:156-174 [Electronic resource]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitotekhnologicheskiye-proekty-iskusstvennoy-lichnosti/viewer> (In Russian)