

УДК 371.3+004.8

DOI: 10.32343/2409-5052-2021-15-4-382-397

Оригинальная статья

## Барьеры внедрения искусственного интеллекта в образование: мифы и реальность

**В. В. Казарина***Институт развития образования Иркутской области, г. Иркутск  
vvkaz@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4380-7894>*

### Аннотация

**Введение.** В настоящее время особенно остро встают вопросы о том, какие требования будут предъявлять к человеку общество и среда в будущем. Сегодня важно подготовить обучающихся к будущей профессиональной деятельности в быстро меняющихся условиях. Достижению этих требований способствует внедрение в образовательный процесс новейших достижений науки.

**Методы и обзор литературы.** В статье рассматриваются возможности внедрения искусственного интеллекта в образование. Выявлены барьеры внедрения искусственного интеллекта в образование: отсутствие сформулированного социального запроса к уровню образования специалиста будущего; проблемы организации взаимодействия педагога и искусственного интеллекта; неразработанность методологии внедрения искусственного интеллекта в образование, отсутствие соответствующих научных исследований; проблема представления знаний для информационных систем.

**Выводы.** Указывается, что выделенные барьеры не мифы, они действительно препятствуют внедрению технологий искусственного интеллекта в образование. Пренебрежение этими проблемами замедляет инновационные процессы в образовании. Изучение объективности барьеров внедрения искусственного интеллекта в образование помогает наметить пути их преодоления. Рассмотрены разработанные автоматизированные информационные системы как предпосылки внедрения искусственного интеллекта в систему образования Иркутской области.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, барьеры внедрения искусственного интеллекта, искусственный интеллект в образовании, нейросети в образовании, цифровизация образования, специалист будущего

**Для цитирования:** Казарина В. В. Барьеры внедрения искусственного интеллекта в образование: мифы и реальность // Педагогический ИМИДЖ. 2021. Т. 15. № 4 (53). С. 382-397. DOI: 10.32343/2409-5052-2021-15-4-382-397

**Barriers to adopting artificial intelligence in education: myths and reality**

**Vera V. Kazarina***Institute for the Development of Education of the Irkutsk Region, Irkutsk  
vvkaz@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4380-7894>*

---

© Казарина В. В.

**Abstract**

**Introduction.** *At present, the questions about what requirements society and the environment will impose on a person in the future are particularly acute. In a rapidly changing context, it is essential to prepare students for their future professional activity. Implementation of the latest scientific achievements in the educational process fosters the fulfillment of these requirements.*

**Methods and literature review.** *The paper discusses the possibilities of adopting artificial intelligence in education. The barriers to introducing artificial intelligence in education are identified. These are the lack of a formulated social requirement for the level of education of the future specialist; the problems of organizing the interaction between a teacher and artificial intelligence; the lack of a methodology developed to adopt artificial intelligence in education, the lack of appropriate scientific research, and the problem of knowledge representation for information systems.*

**Conclusions.** *The findings suggest that the identified barriers are not myths. These obstacles hinder the adoption of artificial intelligence technologies in education. Neglect of these issues slows down innovation processes in education. The study of the objectivity of these barriers helps outline the ways to overcome them. The developed automated information systems are considered to be prerequisites for the adoption of artificial intelligence in the education system of the Irkutsk region.*

**Keywords:** *Artificial intelligence, barriers to the adoption of artificial intelligence, artificial intelligence in education, neural networks in education, digitalization of education, specialist of the future*

**For citation:** Pedagogicheskiy IMIDZH = Pedagogical IMAGE. 2021; 15(4): 382-397. (In Russ.). DOI: 10.32343/2409-5052-2021-15-4-382-397

**Введение**

В настоящее время мир меняется с невероятной быстротой. Инновации, связанные с цифровизацией, проникают во все сферы жизнедеятельности современного человека. В эпоху изменений особенно остро встают вопросы о том, какое будущее ждёт каждого из нас, как отразятся грядущие технологические перемены на жизни каждого человека, какие требования будут предъявлять к человеку общество и среда.

В Национальной стратегии развития искусственного интеллекта (ИИ) на период до 2030 года (Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утверждена Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490) (далее – Стратегия ИИ) закреплено, что «развитие искусственного интеллекта в Российской Федерации направлено на обеспечение роста благосостояния и качества жизни её населения, обеспечение национальной безопасности и правопорядка, достижение устойчивой конкурентоспособности российской экономики, в том числе лидирующих позиций в мире в области искусственного интеллекта» [1]. На государственном уровне внедрение ИИ в различные сферы экономики обозначено как средство достижения амбициозных целей.

Изучая возможные стратегии ускорения экономики, эксперты Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» и Центра стратегических разработок определили «важнейшую роль сферы образования в этом процессе», поскольку здесь «формируется человеческий капитал» [2, с. 9]. А. Ю. Уваров, Э. Гейбл, И. В. Дворецкая, И. М. Заславский, И. А. Карлов, Т. А. Мерцалова, П. А. Сергоманов, И. Д. Фрумин говорят о необходимости интеллектуальных иссле-

дований в образовании и считают изменения в образовании «двигателем социального и экономического развития страны» [там же].

Нередко высказывается критическое мнение, что развитие и внедрение искусственного интеллекта в экономику отодвинет человека на второй план, вперёд выйдут «умные машины». Это высказывание мы считаем мифом. Для доказательства этого далее в статье проведём анализ барьеров внедрения ИИ в различные сферы экономики и изучим требования к специалисту будущего.

Действительно, современный мир быстро меняется. Современное образование претерпевает так называемую «четвёртую индустриальную революцию». Однако стремительное развитие технологий, распространение машинного обучения, внедрение искусственного интеллекта в образовательный процесс не вытесняют человека с рынка труда. Внедрение современных технологий меняет содержание самой трудовой деятельности, появляются новые рабочие места, которые требуют изменения квалификации сотрудников, новых навыков и знаний, новых результатов образования.

Современное образование должно готовить подрастающее поколение к будущей профессиональной деятельности в быстро меняющихся условиях. Существует потребность внедрения в образование новейших достижений науки, в том числе ИИ. Вместе с тем в Стратегии ИИ отмечается, что «темпы внедрения инновационных технологий, в частности искусственного интеллекта, в различные сферы экономики недостаточны» [1]. Анализируя причины сложившейся ситуации с позиций истории развития ИИ, Е. В. Боровская утверждает, что «уровень теоретических исследований по искусственному интеллекту в России всегда был ничуть не ниже общемирового», ... но на современном этапе развития «отставание в области разработки промышленных интеллектуальных систем составляет примерно 3–5 лет» [3]. Подобное отставание характерно и для системы образования. Согласно положениям Национального стандарта Российской Федерации (ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования Национального стандарта Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования. 01.11.2015. (ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования (Переиздание) – docs.cntd.ru).

Внедрение инноваций проходит более гладко, если удаётся выявить риски и разработать корректирующие действия. Поэтому для повышения эффективности внедрения ИИ в образование считаем необходимым обозначить барьеры для рассматриваемого процесса. Преодоление барьеров внедрения искусственного интеллекта в образовании должно начинаться с их осмысления. Попытаемся выяснить, какие проблемы для образования являются реальными, какие вымышленными, попробуем наметить пути их преодоления. Для достижения данной цели необходимо решить задачи: провести анализ предполагаемых требований к личности специалиста будущего, аргументировать возможности внедрения искусственного интеллекта в образовательный процесс, провести анализ научных исследований по определению барьеров внедрения искусственного интеллекта в различные сферы экономики, в образование.

### **Материалы и методы**

Для достижения указанной цели и решения задач в своём исследовании мы опирались на методологические принципы: научности, системности, развития, эффективности. Нами использовались как теоретические (анализ, синтез, обобщение), так и практические (наблюдение, сравнение) методы научного познания.

### **Обзор литературы**

Один из барьеров внедрения ИИ в образование заложен основным противоречием образования: педагоги сегодня должны готовить специалиста для будущего. Барьером является отсутствие объективного запроса на специалиста будущего как на результат

образования. Мы можем только предположить, какой специалист будет востребован завтра. Качество образования и качество будущего напрямую зависят от этого прогноза. В практической деятельности для прогнозирования запроса общества на результат образования педагог проводит анализ большого объема информации об образовательных запросах семьи, о запросах общества, о рынке труда. Необходимо получить информацию о возможностях и способностях обучающегося. Если сбор информации мы уже привыкли поручать машине, то анализ и прогнозирование мы пока считаем доступным только человеку: слишком много связей нужно учитывать для составления этого прогноза.

На самом деле информация о человеке будущего сегодня освещается с различных позиций. Требования к личности человека будущего изменяются вместе с развитием общества. Сегодня требования государства к личности обучающегося нормативно закреплены федеральным государственным образовательным стандартом. Как условия достижения образовательных результатов рассматривается обучение, обеспечение духовно-нравственного развития, воспитание обучающихся. Стандарт ориентирован на становление личностных характеристик выпускника, в том числе «умеющий учиться, осознающий важность образования и самообразования для жизни и деятельности, способный применять полученные знания на практике; социально активный, ... уважающий других людей, умеющий вести конструктивный диалог, достигать взаимопонимания, сотрудничать; ... ориентирующийся в мире профессий, понимающий значение профессиональной деятельности для человека в интересах устойчивого развития общества и природы» [4, с. 3–4].

Свои требования к деловым качествам молодых людей предъявляются обществом [4; 5; 6; 7]. На Всемирном экономическом форуме (Давос, 2015) был представлен аналитический прогноз о востребованных профессиях ближайшего будущего и «список качеств профессионала, которые станут наиболее актуальными через 5 лет» [8]. Эти качества условно можно разделить на две группы: интеллектуальные навыки (умение быстро схватывать суть явления, комплексно его оценивать, умение критически мыслить, способность к творчеству, принимать решения) и навыки общения (уважение к собеседнику, умение работать в команде, эмоциональный интеллект, клиентоориентированность, умение вести переговоры).

Сегодня можно видеть, что этот прогноз оправдывается, наблюдается повышение спроса на высокообразованных специалистов, имеющих вышеуказанные качества. Такие прогнозы от работодателей и аналитиков позволяют школьникам определиться с направлением обучения, выбора профессии в ближайшем, понять, какие навыки нужно развивать, чтобы быть успешным специалистом в быстро меняющемся мире, а педагогам – перестраивать систему обучения таким образом, чтобы иметь возможность формировать эти качества [7].

В исследовании текущего состояния среды, в которой происходит развитие личности, организованном компанией The Boston Consulting Group совместно с ПАО «Сбербанк», Благотворительным фондом Сбербанка «Вклад в Будущее», Союзом «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» и Global Education Futures, отмечается острая необходимость масштабной работы по повышению конкурентоспособности страны на международном уровне через развитие человеческого капитала. В докладе делается попытка спрогнозировать грядущие изменения, предугадать их значение для страны. Разработчики связывают развитие России в ближайшее время с перспективами цифровизации экономики, развитием экономики знаний. Предлагается цифровая модель компетенций 2025, включающая в себя когнитивные, социально-поведенческие и цифровые навыки [9, с. 21].

Предполагается, что будут востребованы работники сферы экономики категории «Знание», которые должны уметь выполнять аналитическую работу, иметь развитые

творческие способности и креативность, навыки работы в условиях неопределённости. Прогнозируется и востребованность профессий категорий «Умение» (повторяющиеся типовые задачи), рабочих низкой квалификации. Вместе с тем функции профессий категории «Правило» (техническая, повторяющаяся работа по образцу – аналитики, юристы, администраторы) со временем будут поручены устройствам, вычислительным машинам. Цифровизация экономики не только повлечёт за собой усложнение профессий всех категорий, повысит требования к квалификации работников, но и высвободит их время для решения творческих задач. Отмечается, что «современная школа не готовит кадры для цифровой экономики». В. Бутенко, К. Полунин и др. утверждают, что существующая система школьного образования практически невосприимчива к изменениям, подготовка учителей не соответствует современным требованиям. В докладе обоснована необходимость изменений в системе образования с учётом цифровизации экономики [9, с. 16].

А. Ю. Уваров и др. также говорят о необходимости «пересмотра акцентов при определении целей и содержания современного образования», основываясь на «распространении методов искусственного интеллекта» [2, с. 163]. По мнению исследователей, при обучении необходимо изменить акцент с освоения действий по алгоритму (рутинных) на «освоение специфических человеческих способностей: «способностей к нерутинному действию, к экспертизе и переносу даёт реальную возможность решить проблему подготовки людей к жизни и работе в условиях новой экономики» [там же, с. 152]. Авторы говорят об «изменении культуры труда», утверждают, что работники всех специальностей и квалификаций должны будут обладать так называемыми «компетенциями XXI века» [там же, с. 22]. В условиях цифровизации экономики каждый специалист должен обладать «критическим мышлением, способностью к самообучению, умением полноценно использовать цифровые инструменты, источники и сервисы в своей повседневной работе) и мог творчески (не по шаблону) применять имеющиеся знания в быстро развивающейся цифровой среде» [10, с. 8]. Главная задача образования сегодня – сформировать личность, «владеющую учебной деятельностью» [11]. Задача эта не нова, но её решение для каждого обучающегося сегодня является мифом. И она не станет реальностью без внедрения систем ИИ в образование, способных реализовывать индивидуализацию образования на практике для каждого ученика.

Обусловлена необходимость изменения содержания образования с учётом цифровизации экономики. Необходимо переформулировать образовательные результаты, ориентируясь на запросы экономики. Таким образом, имеется реальный барьер в отсутствии объективного запроса на специалиста будущего. Это не «задача в условиях неопределённости», решению которой можно и нужно научить искусственный интеллект. Это задача с ошибочными данными, решения которой не существует. Считая этот барьер реальным, отметим ещё раз, что образование во все времена готовило специалистов, ориентируясь на нынешнее состояние развития общества, но работать им приходилось в будущем, в совершенно иных условиях. Этот барьер не может быть преодолен, но может быть минимизирован, если принимать во внимание научно обоснованные прогнозы развития общества. Раньше общество изменялось не так быстро, как сейчас. И этот разрыв «между прошлым и будущим» стал более заметным, он исчисляется уже не веками и десятилетиями, а годами и месяцами. Уследить за изменениями невозможно без использования цифровых технологий. Минимизация этого барьера возможна через изменение содержания образования, создание условий для постоянного профессионального роста специалистов, организацию непрерывного образования в течение всей жизни, в том числе формирования компетенций в области цифровизации.

По оценкам экспертов, в настоящее время «в мире происходит ускоренное внедрение технологий ИИ в различные отрасли экономики и сферы общественных отноше-



ний», которое обеспечит «рост мировой экономики в 2024 году не менее чем на 1 трлн долларов США» [15]. В Стратегии ИИ приводятся достижения в развитии технологий, в том числе обозначено, что «современная Россия обладает существенным потенциалом для того, чтобы стать одним из международных лидеров в развитии и использовании технологий искусственного интеллекта: имеется высокий уровень базового физико-математического образования, компетенций преподавателей и студентов в области моделирования и программирования» [1]. Способствует результативности внедрения технологий искусственного интеллекта развитая информационно-коммуникационная инфраструктура, достаточный уровень доступа к сети «Интернет» в образовательных организациях, доступность мобильной передачи данных в России.

Вместе с тем существуют факторы, которые препятствуют внедрению цифровых технологий. Российский рынок труда остаётся мало привлекательным для одарённых подростков и талантливой молодёжи. По данным глобального рейтинга конкурентоспособности талантов (GTCI), Россия в 2017 году занимала 107 место в мире по созданию возможностей для талантливых людей Global Talent Competitiveness Index, 2017 GTCI 2017. Эта тревожная тенденция сохраняется на протяжении последних лет [9]. А ведь именно одарённые молодые люди, обладающие вышеуказанными качествами, могут решить «амбициозные задачи, в том числе развитие искусственного интеллекта в Российской Федерации, его использование в целях обеспечения национальных интересов и реализации стратегических национальных приоритетов» [там же].

Аналитический центр при Правительстве РФ выявил «барьеры в развитии цифровой экономики в субъектах Российской Федерации» (2019). Цифровизации экономики на региональном уровне препятствуют барьеры в сфере нормативно-правового регулирования (17,3 % ответов), сложности в финансовом обеспечении бюджетов региона (16,9 %), «административно-управленческие барьеры (16,0 %), сложности в развитии информационной инфраструктуры (13,9 %), наличие асимметрии информации (11,1 %), барьеры в реализации проектов на базе «сквозных» цифровых технологий (6,0 %)». Но основным барьером в развитии цифровой экономики, по мнению представителей региональных органов исполнительной власти, являются сложности в подготовке компетентных кадров в сфере цифровой экономики (18,8 %) [12, с. 3]. Таким образом, на государственном уровне решение проблем внедрения цифровых технологий возможно через преодоление барьеров в образовании.

Иркутская область и другие регионы (Брянская область, Липецкая область, Калининградская область, Республика Мордовия, Республика Чувашия) отмечают возникающие технические проблемы, связанные с функционированием системы ГИИС «Электронный бюджет» [там же, с. 24], «недостаточную информированность регионов о существующем комплексе мер поддержки проектов в сфере цифровой экономики, нехватку квалифицированных кадров, отсутствие закреплённого перечня компетенций в сфере цифровой экономики, отсутствие образовательных программ курсов повышения квалификации по цифровой экономике, проблемы трудоустройства» специалистов [там же, с. 27]. Аналогичные барьеры можно выделять и для сферы образования. Все они являются реальными, возможность их преодоления находится не в области педагогики, это вопрос развития и настройки технических систем.

Для нашего исследования значим блок проблем, который поднимают исследователи, анализируя взаимодействие человека и машины [3; 13; 14 и др.]. В разработке «умных машин» исследователи видят огромные риски. Учёные прогнозируют появление нового искусственного сверхразумного вида, с которым человеку придётся сталкиваться. Процесс взаимодействия человека и машины будет неконтролируемым, по крайней мере, со стороны его создателя – человека. По их прогнозам, «катастрофа может разразиться как в конце XXI века, так и в ближайшие десятилетия» [13]. Ник Бостром считает, что с возможностью создания искусственного интеллекта, превосхо-

дующего человеческого разум, связана смертельная угроза для человека [там же]. Нельзя исключить, например, что искусственному интеллекту «придёт в голову» идея решить экологические проблемы на Земле кардинально «эффективным» способом. По мнению Н. Бострома, существует тенденция, что за быстрым развитием технологий, в том числе и информационных, следуют появление не только новых возможностей, но и значительных угроз [13]. Исследователь отмечает, что человек при этом будет всё равно иметь значительное преимущество, поскольку он создаёт интеллектуальный разум, значит, априори должен его контролировать.

Барьер взаимодействия человека и ИИ можно бы считать мифом, если бы он не оказывал достаточно мощное влияние на внедрение ИИ в образовании. Нами проведено анкетирование 127 учителей математики, освоивавших дополнительные профессиональные программы повышения квалификации на базе Института развития образования Иркутской области в январе – мае 2021 года. Практически все педагоги (98 %) отметили, что цифровизация образования необходима. Вместе с тем 45 % педагогов испытывают трудности в использовании интерактивных средств обучения, 45 % редко используют на уроке технические средства, 24 % редко использовали на уроке интернет-ресурсы, подавляющее большинство респондентов (68 %) указывает, что испытывают затруднения при общении с различными цифровыми устройствами, ситуация неопределённости в общении с гаджетами (особенно высокотехнологичными) вызывает стресс, полагают, что устройство «умнее их». Для формирования способов преодоления указанного барьера рассмотрим само понятие «искусственный интеллект».

Разработкой отдельных конструкций, которые помогут человеку решать интеллектуальные задачи, занимались в разное время такие учёные, как Раймонд Луллия (XIII в.), Рене Декарт (XVII в), Готфрид Вильгельм Лейбниц (XVII в.), другие философы. Изучая математику, они пришли к выводу о необходимости введения универсальной классификации для всех наук, обосновав этот факт с различных философских позиций. Научное направление по изучению ИИ было сформировано только в 40-х годах XX века после создания первых электронно-вычислительных машин. Как только машины смогли производить вычислительные операции, их сразу наделили «умом», «интеллектом» как ресурсом, необходимым для их выполнения [14; 15]. Областями применения экспертных систем *Mycin* и *Dendral* стали медицина и химия [16].

Понятие искусственного интеллекта до сих пор однозначно не определено. Вместе с тем именно в самом термине кроется один из барьеров внедрения искусственного интеллекта. Впервые термин «искусственный интеллект» был использован в теории изучения логических задач (Дартмутский колледж, США, 1956), при попытках систематизировать и формализовать логические выводы. Однако в русском языке «прижился» достаточно неудачный перевод, который положил начало массе домыслов, страхов не только у обывателей, но и у некоторых исследователей, заложил один из первых барьеров распространения технологии – психологический. Преодоление этого барьера – одна из первостепенных задач, которую мы планируем решить через выявление существенных характеристик изучаемого понятия.

Для формирования сущности понятия нами используются отдельные обязательные характеристики интеллектуальной системы, предложенные Н. Бостромом: способность системы к обучению, способность эффективно работать с неопределённой и вероятностной информацией; к извлечению полезной информации из различных источников; способность «преобразования полученных концепций в гибкие комбинаторные представления для дальнейшего использования в мыслительных процессах, основанных на логике и интуиции» [13]. Согласны с автором, что эти характеристики должны закладываться непосредственно при проектировании информационной системы, а не добавляться впоследствии через какие-либо расширения.

Практически все исследователи в сущность ИИ закладывают информационный

компонент. Е. В. Боровская и др. определяют искусственный интеллект как «направление информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка» [3]. На государственном уровне в Стратегии ИИ определяется как «комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека» [1]. К технологиям ИИ относят «компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и другие перспективные методы искусственного интеллекта» [там же]. Методы ИИ «направлены на создание принципиально новой научно-технической продукции: автономное решение различных задач, автоматический дизайн физических объектов, автоматическое машинное обучение, алгоритмы решения задач в условиях неопределённости» и другие методы [1].

Ещё одним барьером является неразработанность методологии внедрения ИИ в образование, отсутствие соответствующих научных исследований. В других сферах экономики это направление изучено больше: разрабатываются техники внедрения ИИ, хотя и отмечается разбросанность направлений исследования сходных вопросов. Современные исследователи (В. Н. Волкова, А. Ю. Васильев, А. А. Ефремов, Н. Б. Паклин, В. Н. Юрьев и др.) отмечают, что, несмотря на потребность, нет единого взгляда на классификацию информационных технологий. Например, разработана многоуровневая классификация информационных технологий, которая предусматривает распределение методов, средств, используемых в работе с информацией, по стратам по мере увеличения их сложности [17, с. 16]. Существует и другая классификация, основанная на сфере их использования. Тогда выделяют информационные технологии, используемые в науке, культуре, экономике и т. п. Для разработки методологии необходимо с позиций педагогики конкретизировать классификацию информационных технологий, используемых в образовании.

Мы согласны с мнением А. Ю. Уварова, что «научно-педагогический задел для использования ИИ в образовании пока недостаточен. Нужны методические наработки в предметных областях, без которых машинное обучение невозможно» [10, с. 7].

Разработка методологии должна ориентироваться на области применения ИИ. Одна из этих областей – Интернет. Появление сети «Интернет» оказало существенное влияние на развитие научного направления «искусственный интеллект». К перспективным направлениям применения технологий ИИ в Интернете можно отнести управление порталами, крупными интернет-магазинами и другими сложными web-системами; маршрутизация пакетов информации при их передаче по сети; прогнозирование и оптимизация загрузки каналов передачи информации; управление сетевыми роботами и др. [3]. Основные области применения систем ИИ: «доказательство теорем, игры, распознавание образов, принятие решений, адаптивное программирование, сочинение машинной музыки, обработка данных на естественном языке, обучающиеся сети (нейросети), вербальное концептуальное обучение, интеллектуальные роботы» [3]. Все указанные области применения ИИ могут быть использованы в сфере образования. Но для того, чтобы они несли воспитывающую, развивающую, образовательную функции, значительную часть существующих сегодня систем ИИ необходимо корректировать, вносить системные изменения в программы с педагогических позиций.

В настоящее время в различных областях особенно интенсивно создаются искусственные нейронные сети. Например, с использованием искусственной нейронной сети с радиальными базисными функциями разрабатываются конструктивные алгоритмы для



классификации образцов (О. В. Аникина, О. М. Гущина, Е. В. Панюкова, Н. Н. Рогова [18]), для классификации сигналов (Н. А. Матвеева, Л. Я. Мартынович, Ю. В. Лазоренко [19]), для автоматизации технологических процессов в металлургическом производстве и анализ возможностей для их использования в области транспорта [20], в прокатном производстве для повышения качества проката на толстолистовых станах [21]. В повестке дня Всемирного экономического форума, в контексте наиболее важных новостей 2021 года, представлена разработка Мюнхенской компании brainboost – способ лечения людей с различными заболеваниями с помощью видеоигр с нейробиоуправлением (ВЭФ). Потенциал нейросети как ИИ используется для выбора вариантов при решении задач составления расписаний в системе перевозок на железнодорожном транспорте (А. В. Игнатенков, А. М. Ольшанский [22]), для систем распознавания речи (И. С. Кипяткова, А. А. Карпов [23]), в информационной безопасности при разграничении уровней доступа (А. П. Рыжков, О. Н. Катков, С. В. Морозов [24] и др.), в системах автоматизации (В. И. Архангельский, И. Н. Богаенко, Г. Г. Грабовский, Н. А. Рюмшин [25]), для решения других практических задач в различных областях, (С. А. Терехов [26; 27]).

В социальной сфере использование технологий ИИ, в частности нейросетей, должно способствовать созданию условий для улучшения уровня жизни населения, в том числе за счёт «повышения качества услуг в сфере образования, включая адаптацию образовательного процесса к потребностям обучающихся и потребностям рынка труда, системный анализ показателей эффективности обучения для оптимизации профессиональной ориентации и раннего выявления детей с выдающимися способностями, автоматизацию оценки качества знаний и анализа информации о результатах обучения» [1].

Информационные технологии в образовании используются для решения различных задач. Например, в системах электронного обучения для автоматической классификации документов при работе с текстом потребителями различных возрастных групп (А. В. Глазкова, [28]); при формировании интеллектуальной обучающей среды (П. Д. Басалин, Е. А. Кумагина, Е. А. Неймарк, А. Е. Тимофеев, И. А. Фомина, Н. Н. Чернышова [29]), при создании современных текстов в информационной среде [30], в других вопросах. Однако использование информационных технологий не может покрыть все образовательные потребности по нескольким причинам.

В современном мире на первый план в обучении выходит способность оперировать большими данными. Этого требует, с одной стороны, огромный объём накопленной информации, которую необходимо анализировать и систематизировать. С другой – Big Data даёт возможность по-новому выстроить образовательную траекторию через появление и расширение использования электронных образовательных ресурсов [31]. В этом случае в образовательных программах появляется больше практикоприменимых направлений, появляется возможность изучать системы ИИ не только теоретически, но и практически, собирая и анализируя данные о работе систем. Системы ИИ, в частности нейросети, способны справляться с большими данными, обрабатывать их, принимать решения в условиях неопределённости, которыми «богата» система образования [32].

В обучении большие данные встречаются практически всегда, не только непосредственно в оперировании программами обучения. Понимая Человека как систему, учитель должен уметь анализировать эту «интеллектуальную систему», настраивать её параметры, прогнозировать и оценивать результаты действия системы. На основании этого подхода процесс обучения организуется в соответствии с двумя критериями: способность к обучению и тип восприятия информации. Учёт особенностей обучающихся как индивидуальных интеллектуальных систем одним учителем в рамках урока практически невозможен. Несмотря на уровень квалификации педагога, работа на уроке в основном носит групповой характер. Использование Big Data даёт возможность построить индивидуальный образовательный маршрут каждого школьника в рамках каждого урока через автоматизацию проектирования и анализа самого образователь-

ного процесса. Это направление определяется как новая траектория образования (З. С. Савицкая и др.), задача построения индивидуального образовательного маршрута может быть поручена при этом искусственному интеллекту, виртуальному тьютору [31].

Согласно исследованию McKinsey & Company только 49 % времени учителей направлено на преподавание и объяснение нового материала, в то время как остальная половина рабочего дня уходит на подготовку, администрирование, оценку и обратную связь. Технологии с применением искусственного интеллекта в образовании могут снять барьеры временных затрат. По оценке экспертов, использование искусственного интеллекта позволит высвободить до 30 % рабочего времени учителя за счёт автоматизации выполнения рутинной работы [8].

Ещё одним барьером внедрения ИИ в образование является проблема представления знаний для информационных систем. Эта проблема часто принимается за миф: если учитель захочет, он сможет представить данные в какой угодно форме. Но решение этой проблемы часто невозможно на практике. Оно кроется не в умении или желании одного педагога или коллектива, а в самой возможности (невозможности) структурирования знаний, в формировании (отсутствии) критериальной базы оценивания, обучении экспертов различных уровней, повышении компетенций педагогов в общении с различными информационными системами. Для нашего исследования важен опыт применения информационных технологий в образовании: при использовании интеллектуальной обучающей среды в IT-образовании (П. Д. Басалин, Е. А. Кумагина, Е. А. Неймарк, А. Е. Тимофеев, И. А. Фомина, Н. Н. Чернышова [29]), электронного обучения (А. В. Глазкова [28]), изучения источников, из которых информационная система может черпать знания [16].

#### Результаты исследования

Сегодня в системе образования Иркутской области научных разработок по применению искусственного интеллекта нет. В различных образовательных проектах применяются различные информационные системы. Например, в целях поддержки школ с низкими образовательными результатами и школ, функционирующих в неблагоприятных социальных условиях, создана региональная информационная инфраструктура, которая объединяет различные ресурсы для оценки качества образования, выявления условий функционирования, отбора фокус-групп школ с низкими образовательными результатами, оценки результативности региональной и муниципальных программ сопровождения школ и программ повышения качества образования (используются 2 ресурса), для организации процесса освоения дополнительных профессиональных программ работниками образования Иркутской области, на базе Института развития образования Иркутской области разработаны и используются две автоматизированные информационные системы.

Учителя Иркутской области делятся со своими коллегами опытом использования различных информационных технологий на учебных занятиях по предмету. Так, на региональной научно-практической конференции «Проблемы естественно-математического образования» в октябре 2020 года было представлено более 20 докладов, в которых учителями Иркутской области был представлен передовой опыт использования таких образовательных онлайн-сервисов, как онлайн-платформа «Учи.ру», «Мобильная электронная школа» (<https://mob-edu.ru/>), «Открытая школа» (<http://openschool.ru/ru/home>). Педагоги рассказывали об опыте участия в таких образовательных проектах, как «Дистанционная школа Новосибирского центра продуктивного обучения» (<https://d-school.ru/>), «Глобальная школьная лаборатория» (<https://globallab.org/>), «Инфоурок» (<https://infourok.ru/>). Понимая необходимость и эффективность разработанных региональных сервисов, многообразие общедоступных ресурсов, считаем, что количество различных программ является проявлением уже обозначенного барьера – проблемы

представления знаний информационных систем. Разбросанность ресурсов представляет реальный барьер для предоставления качественных образовательных услуг, в том числе в дополнительном профессиональном образовании педагогов Иркутской области.

Результатом исследования стало выявление барьеров внедрения искусственного интеллекта в образование: отсутствие сформулированного социального запроса к уровню образования специалиста будущего; проблемы организации взаимодействия педагога и искусственного интеллекта; неразработанность методологии внедрения ИИ в образование, отсутствие соответствующих научных исследований; проблема представления знаний для информационных систем. Намечены пути преодоления выделенных барьеров. Все эти барьеры существуют реально и требуют значительных усилий для их преодоления со стороны всех участников образовательного процесса.

### Заключение

В Иркутской области проводятся научные исследования, направленные на внедрение технологий искусственного интеллекта в образование, а также на прогнозирование социальных и этических аспектов их использования. Результаты этих исследований должны учитываться при принятии управленческих решений.

В рамках нашего исследования в дальнейшем планируется работа по разработке методологии внедрения искусственного интеллекта в образование в целях создания условий для преодоления барьеров взаимодействия педагога и искусственного интеллекта в образовательном процессе. Учитывая вышеуказанные проблемы внедрения искусственного интеллекта в образовании, считаем актуальной разработку информационной системы, которая через объединение созданных и используемых в ГАУ ДПО ИРО ресурсов повысит качество предоставляемых услуг. Считаем необходимым в дальнейшем разработать методологию внедрения искусственного интеллекта в образование, более детально разработать условия преодоления барьера взаимодействия педагога и искусственного интеллекта через профессиональный рост педагога.

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

### Список источников

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [Электронный ресурс] : утверждена Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/#1000> (дата обращения: 17.02.2021).

2. Уваров А. Ю., Гейбл Э., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалова Т. А., Сергоманов П. А., Фруммин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования: монография / под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина. М. : Издат. дом Высшей школы экономики, 2019. 344 с.

3. Боровская Е. В., Давыдова Н. А. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие ; 4-е изд. М. : Лаборатория знаний, 2020. 130 с. URL: [https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Osnovy-iskusstvennogo-intellekta\\_RuLit\\_Me\\_643478.pdf](https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Osnovy-iskusstvennogo-intellekta_RuLit_Me_643478.pdf) (дата обращения: 10.05.2021).

4. Шмидт Э., Розенберг Д., Игл А. Как работает Google [Электронный ресурс]. М. : Эксмо, 2015. 410 с. URL: <https://summary.romansergeev.com/kak-rabotaet-google/> (дата обращения: 22.03.2021).

5. 10 качеств, которые нужны специалисту будущего [Электронный ресурс] // Академия профессий будущего : сайт. URL: <https://academyua.com/stati/28-10-kachestv-kotorye-nuzhny-spetsialistu-budushchego> (дата обращения: 11.05.2021).

6. Гадание на датасетах. Может ли машинное обучение предсказать своё будущее? [Электронный ресурс] : сайт. N+1. 24 февраля 2021. URL: <https://nplus1.ru/material/2021/02/24/machine-learning-future> (дата обращения: 09.03.2021).

7. Глобальный индекс конкурентоспособности талантов. Global Talent Competitiveness Index [Электронный ресурс] : сайт. INSEAD. URL: <https://www.insead.edu/news/2017-global-talent-competitiveness-index-davos> (дата обращения: 10.04.2021).

8. Новости, обзоры и данные по наиболее важным вопросам. [Электронный ресурс] : сайт. Всемирный экономический форум. URL: <https://www.weforum.org/focus> (дата обращения: 07.03.2021).

9. Бутенко В., Полунин К., Котов И., Сычева Е., Степаненко А., Занина Е., Ломп С., Руденко В., Топольская Е. Россия 2025: от кадров к талантам. [Электронный ресурс] // The Boston Consulting Group. Аналитический доклад. 2017. 70 с. URL: [https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills\\_Outline\\_web\\_tcm26-175469.pdf](https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills_Outline_web_tcm26-175469.pdf) (дата обращения: 17.05.2021).

10. Уваров А. Ю. Образование в мире цифровых технологий: на пути к цифровой трансформации. М. : Изд. дом ГУ ВШЭ 2018. 168 с.

11. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс] : утв. Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 года № 1897. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (дата обращения: 22.03.2021).

12. Барьеры в развитии цифровой экономики в субъектах Российской Федерации [Электронный ресурс] : аналитический доклад. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, ноябрь 2019 г. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/25838.pdf> (дата обращения: 14.03.2021).

13. Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии / пер. с англ. С. Филина. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. 490 с.

14. Хант Э. Искусственный интеллект. М. : Мир, 1978. 558 с.

15. Искусственный интеллект : справочник. В 3 кн. / под ред. Э. В. Попова и Д. А. Поспелова. М. : Радио и связь, 1990.

16. AI Handbook. Справочник «Интеллектуальные системы и искусственный интеллект» [Электронный ресурс] : сайт. URL: <http://aihandbook.intsys.org.ru/index.php/resources-links/links-workshops> (дата обращения: 12.07.2021).

17. Волкова В. Н., Васильев А. Ю., Ефремов А. А., Юрьев В. Н. Классификация информационных технологий [Электронный ресурс] // Открытое образование. 2015. № 5 (112):16-24. URL: <https://openedu.rea.ru/jour/article/view/51> (дата обращения: 17.05.2021). DOI: [https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-5\(112-16-24\)](https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-5(112-16-24)).

18. Аникина О. В., Гущина О. М., Панюкова Е. В., Рогова Н. Н. Табличная реализация искусственной нейронной сети радиальных базисных функций для классификации образцов [Электронный ресурс] // Современные информационные технологии и IT-образование. 2018. Т. 14. № 2. С. 437–445 // <https://cyberleninka.ru/article/n/tablichnaya-realizatsiya-iskusstvennoy-neyronnoy-seti-radialnyh-bazisnyh-funktsiy-dlya-klassifikatsii-obraztsov/viewer> (дата обращения: 15.02.2021). DOI: 10.25559/SITITO.14.201802.436-445.

19. Матвеева Н. А., Мартынович Л. Я., Лазоренко Ю. В. Использование радиально-базисных нейронных сетей для классификации сигналов // Современные технологии. 2015. № 1 (96). С. 68–77. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/st\\_2015\\_1\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/st_2015_1_12) (дата обращения: 17.01.2021).

20. Зайцев Е. С. Применение нейронных сетей для автоматизации технологических процессов в прокатном производстве [Электронный ресурс] // ВІСНИК ПРИАЗОВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ. 2000 р. Вип. № 10. 244–246. URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-neyronnyh-setey-dlya>

avtomatizatsii-tehnologicheskikh-protsessov-v-prokatnom-proizvodstve/viewer (дата обращения 07.03.2021).

21. Зайцев В. С., Золотко Ю. С. К вопросу применения искусственных нейронных сетей для автоматизации технологических процессов и производств [Электронный ресурс] // ВІСНИК ПРИАЗОВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ. 2005 р. Вип. № 15-1. 1–6. URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-primeneniya-iskusstvennyh-neyronnyh-setey-dlya-avtomatizatsii-tehnologicheskikh-protsessov-i-proizvodstv/viewer> (дата обращения 07.03.2021).

22. Игнатенков А. В., Олышанский А. М. Применение искусственной нейронной сети для построения расписаний процессов на примере графика движения поездов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2015. Т. 11. № 2. С. 50–55. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26167466> (дата обращения: 24.01.2021).

23. Кипяткова И. С., Карпов А. А. Разновидности глубоких искусственных нейронных сетей для систем распознавания речи [Электронный ресурс] // Труды СПИИРАН. 2016. № 6(49). С. 80–103. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27657124> (дата обращения: 17.01.2021).

24. Рыжков А. П., Катков О. Н., Морозов С. В. Нейросетевые технологии при решении задач разграничения доступа // Вопросы кибербезопасности. 2016. № 3(16). С. 69–76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26273593> (дата обращения: 12.02.2021).

25. Архангельский В. И., Богаенко И. Н., Грабовский Г. Г., Рюмшин Н. А. Нейронные сети в системах автоматизации. Киев : Техника, 1999. 363 с.

26. Терехов С. А. Лекции по теории и приложениям искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс]. URL: <https://textarchive.ru/c-1359983-pall.html> (дата обращения: 17.01.2021).

27. Терехов В. А. Искусственные нейронные сети [Электронный ресурс]. : электронное пособие. 52 с. URL: [https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/29383/1/RSVPU\\_2019\\_312.pdf](https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/29383/1/RSVPU_2019_312.pdf) (дата обращения: 12.02.2021).

28. Glazkova A.V. Automatic document classification on the basis of text audience age groups in e-learning systems [Электронный ресурс] // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 3-2. Рр. 50–54. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27705954> (дата обращения: 12.02.2021).

29. Басалин П. Д., Кумагина Е. А., Неймарк Е. А., Тимофеев А. Е., Фомина И. А., Чернышова Н. Н. ИТ-образование с применением интеллектуальной обучающей среды // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13. № 4. С. 105–111. DOI: 10.25559/SITITO.2017.4.384.

30. Онлайн-обучение: создаём сильные тексты. Сессия 30 [Электронный ресурс] // СБЕРБАНК. Корпоративный университет. EduTech № 7 (30). 2019. СберУниверситет (sberbank-university.ru). URL: <https://sberuniversity.ru/edutech-club/events/seminar-edutech-sessiya-30/>(дата обращения: 15.04.2021).

31. Савицкая З. С. Big Data: Новая траектория образования [Электронный ресурс] // : блог. Корпорация «Российский учебник». URL: <https://rosuchebnik.ru/blog/big-data-tehnologii-v-obrazovanii/> (дата обращения: 17.01.2021).

32. Галушкин А. И. Теория нейронных сетей. М. : Издательское предприятие редакции журнала «Радиотехника», 2000. 416 с.

### References

1. Natsional'naya strategiya razvitiya iskusstvennogo intellekta na period do 2030 goda: utverzhdena Ukazom Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 10 oktyabrya 2019 g. № 490. [National Strategy of artificial intelligence development until 2030: approved by the Decree of the President of the Russian Federation of 10.10.2019 no. 490] (In Russian). Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/#1000> (accessed: 17.02.2021).



2. Uvarov A.Yu., Gejbl E., Dvoretckaya I. V., Zaslavskij I. M., Karlov I. A., Mertsalova T. A., Sergomanov P. A., Frumin I. D. Trudnosti i perspektivy` tsifrovoj transformatsii obrazovaniya: monografiya [Challenges of and prospects for the digital transformation of education]/ ed. by A. Yu. Uvarov, I. D. Frumin. (in Russian) M.: Publishing House of Higher School of Economics, 2019. 344 p.
3. Borovskaya E. V., Davydova N. A. Osnovy iskusstvennogo intellekta: uchebnoe posobie; 4-e izd. M.: Laboratoriya znaniy, 2020. 130 s. [The basis of artificial intelligence: manual] (In Russian). Available at: [https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Osnovy-iskusstvennogo-intellekta\\_RuLit\\_Me\\_643478.pdf](https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Osnovy-iskusstvennogo-intellekta_RuLit_Me_643478.pdf) (accessed: 10.05.2021).
4. Schmidt E., Rosenberg J., Eagle A. Kak rabotaet Google [How Google works] (In Russian) M.: Eksmo Publ., 2015. 410 p. Available at: <https://summary.romanserjeev.com/kak-rabotaet-google/> (accessed 22.03.2021).
5. 10 kachestv, kotorye nuzhny spetsialistu budushhego [10 qualities the specialists of the future need] // Akademiya professij budushchego [The Academy of the future professions]: (In Russian). Available at: <https://academyua.com/stati/28-10-kachestv-kotorye-nuzhny-spetsialistu-budushchego> (accessed: 11.05.2021).
6. Gadanie na datasetakh. Mozhet li mashinnoe obuchenie predskazat` svoyo budushchee? [Fortune telling on datasets. Can machine learning predict its future?] N+1. 24 fevralya 2021. (In Russian). Available at: <https://nplus1.ru/material/2021/02/24/machine-learning-future> (accessed: 09.03.2021).
7. Global'nyj indeks konkurentosposobnosti talantov. [Global Talent Competitiveness Index] (In Russian). Available at: <https://www.insead.edu/news/2017-global-talent-competitiveness-index-davos> (accessed: 10.04.2021).
8. Novosti, obzory` i dannye po naibolee vazhnym voprosam [News, reviews and data on the most important issues.] Vsemirnyj ekonomicheskij forum. [The world economic forum] (In Russian). Available at: <https://www.weforum.org/focus> (accessed: 07.03.2021).
9. Butenko V., Polunin K., Kotov I., Sycheva E., Stepanenko A., Zanina E., Lomp S., Rudenko V., Topol'skaya E. Rossiya 2025: ot kadrov k talantam. // The Boston Consulting Group. Analiticheskij doklad, 2017. 70 s [Russia 2025: resetting the talent balance. 2017. 70 p.] (In Russian). Available at: [https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills\\_Outline\\_web\\_tcm26-175469.pdf](https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills_Outline_web_tcm26-175469.pdf) (accessed: 17.05.2021).
10. Uvarov A. Yu. Obrazovanie v mire tsifrovyykh tekhnologij: na puti k tsifrovoj transformatsii [Education in the world of digital technologies: on the way to digital transformation] (In Russian) M.: Publishing House of Higher School of Economics 2018. 168 p.
11. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart osnovnogo obshchego obrazovaniya: utv. Prikazom Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federatsii ot 17 dekabrya 2010 goda no. 1897. [Federal State Educational Standard of General Education: approved by the order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation 17.12.2010 no.1897] (In Russian) Available at: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (accessed: 22.03.2021).
12. Bar'ery` v razvitii tsifrovoj e`konomiki v sub`ektakh Rossijskoj Federatsii: analiticheskij doklad. Analiticheskij tsentr pri Pravitel'stve Rjssiskoi Federatsii, noyabr 2019 g. [The main barriers to digital economy development in the subjects of the Russian Federation: analytical report. Analytical Center at the Government of the Russian Federation] (In Russian).//Available at: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/25838.pdf>. (accessed: 14.03.2021).
13. Bostrom N. Iskusstvennyj intellekt. Etapy. Ugrozy. Strategii / per. s angl. S. Filina. [Superintelligence. Paths, Dangers, Strategies] (In Russian) M. : Mann, Ivanov i Ferber, 2016. 490 p.
14. Hunt E. Iskusstvennyj intellekt. [Artificial intelligence] M.: Mir Publ., 1978. 558 p.
15. Iskusstvennyj intellekt : spravochnik. [Artificial intelligence: reference book] in 3 books / ed. by E` V. Popov and D. A. Pospelov (In Russian) M.: Radio i Svyaz` Publ., 1990.

16. AI Handbook. Spravochnik «Intellektual'nye sistemy i iskusstvennyj intellekt» [AI Handbook “Intelligent systems and artificial intelligence”] (In Russian). Available at: <http://ai-handbook.intsys.org.ru/index.php/resources-links/links-workshops> (accessed: 12.07.2021).

17. Volkova V. N., Vasil'ev A. YU., Efremov A. A., Yur'ev V. N. Klassifikatsiya informatsonnykh tekhnologij [Classification of informational technologies] // Otkrytoe obrazovanie [Open Education]. 2015. No. 5 (112):16-24 (In Russian). Available at: <https://openedu.rea.ru/jour/article/view/51> (accessed: 17.05.2021). DOI: [https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-5\(112-16-24\)](https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-5(112-16-24))

18. Anikina O. V., Gushhina O. M., Panyukova E. V., Rogova N. N. Tablichnaya realizatsiya iskusstvennoj nejronnoj seti radial'nykh bazisnykh funktsij dlya klassifikatsii obratsov [Tabular implementation of artificial neural network of radial basis functions for the classification of samples] (In Russian) // Sovremenny'e informatsonnye tekhnologii i IT-obrazovanie [Modern Information Technologies and IT-Education]. 2018. vol. 14. No. 2. pp. 437–445 // Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tablichnaya-realizatsiya-iskusstvennoj-nejronnoj-seti-radialnykh-bazisnykh-funktsiy-dlya-klassifikatsii-obratsov/viewer> (accessed: 15.02.2021). DOI: 10.25559/SITITO.14.201802.436-4451.

19. Matveeva N. A., Martynovich L. Ya., Lazorenko Yu. V. Ispol'zovanie radial'no-bazisnykh nejronnykh setej dlya klassifikatsii signalov [The use of radial basis neural networks to classify signals] (In Russian) // Sovremennye tekhnologii [Modern Technologies]. 2015. No. 1 (96). pp. 68–77. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/st\\_2015\\_1\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/st_2015_1_12) (accessed: 17.01.2021).

20. Zajtsev E. S. Primenenie nejronnykh setej dlya avtomatizatsii tekhnologicheskikh protsessov v prokatnom proizvodstve [Application of neural networks to automate technological processes in rolling production] // Visnik priazovskogo derzhavnogo tekhnichnogo uiversitetu [Bulletin of the Priazovsky State Technical University. Section: Engineering Sciences]. 2000. Iss. 10. 244–246. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-nejronnykh-setej-dlya-avtomatizatsii-tehnologicheskikh-protsessov-v-prokatnom-proizvodstve/viewer> (accessed 07.03.2021).

21. Zajtsev V. S., Zolot'ko Yu. S. K voprosu primeneniya iskusstvennykh nejronnykh setej dlya avtomatizatsii tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv [On the issue of using artificial neural networks for the automation of technological processes and industries] // Visnik priazovskogo derzhavnogo tekhnichnogo universitetu [Bulletin of the Priazovsky State Technical University. Section: Engineering Sciences]. 2005. Iss. 15-1. 1–6. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-primeneniya-iskusstvennykh-nejronnykh-setej-dlya-avtomatizatsii-tehnologicheskikh-protsessov-i-proizvodstv/viewer> (accessed 07.03.2021).

22. Ignatenkov A. V., Ol'shanskij A. M. Primenenie iskusstvennoj nejronnoj seti dlya postroeniya raspisanij protsessov na primere grafika dvizheniya poezdov [Application of an artificial neural network for constructing process schedules using the example of a train schedule] (In Russian) // Sovremennye informatsonnye tekhnologii i IT-obrazovanie [Modern Information Technologies and IT-Education]. 2015. Vol. 11. No. 2. pp. 50–55. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26167466> (accessed 24.01.2021).

23. Kipyatkova I. S., Karpov A. A. Raznovidnosti glubokikh iskusstvennykh nejronnykh setej dlya sistem raspoznavaniya rechi [Varieties of deep artificial neural networks for speech recognition systems] // Trudy SPIIRAN. 2016. No. 6(49). pp. 80–103. (In Russian). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27657124> (accessed: 17.01.2021).

24. Ryzhkov A. P., Katkov O. N., Morozov S. V. Nejrosetevye tekhnologii pri reshenii zadach razgranicheniya dostupa [Neural network technologies for solving access control problems] // Voprosy kiberbezopasnosti [Cybersecurity Issues]. 2016. No. 3(16). pp. 69–76. (In Russian). Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26273593> (accessed: 12.02.2021).

25. Arkhangel'skij V. I., Bogaenko I. N., Grabovskij G. G., Ryumshin N. A. Nejrorny'e

seti v sistemakh avtomatizatsii [Neural networks in automation systems] (In Russian). Kiev: Tekhnika Publ. , 1999. 363 p.

26. Terekhov S. A. Lektsii po teorii i prilozheniyam iskusstvennykh neyronnykh setej [Lectures on the theory and applications of the artificial neural networks] (In Russian). Available at: <https://textarchive.ru/c-1359983-pall.html> (accessed: 17.01.2021).

27. Terekhov V. A. Iskusstvennye neyronnye seti e`lektronnoe posobie. 52 p. [Artificial neural networks] (In Russian) Available at: [https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/29383/1/RSVPU\\_2019\\_312.pdf](https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/29383/1/RSVPU_2019_312.pdf) (accessed: 12.02.2021).

28. Glazkova A.V. Automatic document classification on the basis of text audience age groups in e-learning systems // Sovremennyye informatsionny`e tekhnologii i IT-obrazovanie [Modern Information Technologies and IT-Education]. 2016. vol. 12. No. 3-2. pp. 50–54. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27705954> (accessed: 12.02.2021).

29. Basalin P. D., Kumagina E. A., Nejmark E. A., Timofeev A. E., Fomina I. A., Chernyshova N. N. IT-obrazovanie s primeneniem intellektual`noj obuchayushchej sredy [IT-education using intelligent learning environment] (In Russian). // Sovremennye informatsionny`e tekhnologii i IT-obrazovanie. [Modern Informational Technologies and IT-Education] 2017. vol. 13. No 4. pp. 105–111. DOI: 10.25559/SITITO.2017.4.384

30. Onlajn-obuchenie: sozdayom sil`nye teksty. Sessiya 30 [Online teaching: creation of meaningful texts] (In Russian) // SBERBANK. Korporativnyj universitet [Sberbank. Corporate University]. EduTech no.7 (30). 2019. SberUniversitet (sberbank-university.ru). Available at: <https://sberuniversity.ru/edutech-club/events/ceminar-edutech-sessiya-30/> (accessed: 15.04.2021).

31. Savitskaya Z. S. Big Data: Novaya traektoriya obrazovaniya [Big Data: New path of education] (In Russian) // Korporatsiya «Rossijskij uchebnik» [Corporation “Russian textbook”]. Available at: URL: <https://rosuchebnik.ru/blog/big-data-tehnologii-v-obrazovanii/> (accessed: 17.01.2021).

32. Galushkin A. I. Teoriya neyronny`kh setej. [Theory of neural networks] M. : Izdatel`skoe predpriyatie redaktsii zhurnala «Radiotekhnika» [Publishing company of the magazine “Radiotekhnika”], 2000. 416 p. (In Russian).

**Статья поступила в редакцию 02.06.2021, одобрена после рецензирования 22.10.2021, принята к публикации 06.11.2021.**

**Вера Викторовна Казарина**

*кандидат педагогических наук,  
заведующий кафедрой естественно-  
математических дисциплин*

*Институт развития образования  
Иркутской области*

*664007, Россия, г. Иркутск,  
ул. Красноказачья, 10 а*

*тел.: +7 (3952) 500904*

**Vera V. Kazarina**

*Candidate of Sciences (Pedagogy),  
Head of the Department of Natural  
and Mathematical Sciences*

*Institute for the Development of  
Education of the Irkutsk Region*

*10 A Krasnokazachiya St, Irkutsk,  
Russia, 664007*

*Tel.: +7 (3952) 500904*