

Научная статья

УДК 339.9

doi: 10.22394/2079-1690-2022-1-1-25-32

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ

Евгения Александровна Васюта¹, Татьяна Валентиновна Подольская²

^{1, 2}Южно-Российский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Ростов-на-Дону, Россия

¹vasyuta-ea@uriu.ranepa.ru

²podolskayat@uriu.ranepa.ru

Аннотация. Технологическая трансформация здравоохранения является важнейшим мировым трендом, значительно актуализировавшимся в связи с пандемией COVID-19. Потенциал для рынка искусственного интеллекта существенен, однако необходимы экономические предпосылки, чтобы, потенциал смог стать перспективной точкой роста в сегменте современного здравоохранения. В статье определены ключевые направления использования искусственного интеллекта в медицине, основные тренды и барьеры развития искусственного интеллекта как важнейшего фактора конкурентоспособности национальных систем здравоохранения. Особо подчеркнута необходимость анализа условий, необходимых для ускоренного развития искусственного интеллекта в медицине в контексте международного опыта его поддержки.

Ключевые слова: здравоохранение, искусственный интеллект, медицинские услуги, технологические решения, многофункциональные цифровые платформы

Для цитирования: Васюта Е. А., Подольская Т. В. Проблемы и перспективы внедрения искусственного интеллекта в медицине // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2022. № 1. С. 25–32. <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2022-1-1-25-32>.

Problems of Management

Original article

CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

Evgenia A. Vasyuta¹, Tatiana V. Podolskaya²

^{1, 2}South-Russia Institute of Management – branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Rostov-on-Don, Russia

¹vasyuta-ea@uriu.ranepa.ru

²podolskayat@uriu.ranepa.ru

Abstract. The technological transformation of healthcare is the most important global trend, which was significantly updated in connection with the COVID-19 pandemic. The potential for the artificial intelligence market is significant. But economic prerequisites are needed to realize this potential as a promising growth point in the segment of healthcare. The article defines the key directions of using artificial intelligence in medicine, the main trends and barriers to the development of artificial intelligence as the most important factor in the national health systems' competitiveness. The need to analyze for the accelerated development of artificial intelligence in medicine is justified in the context of international experience of its support.

Keywords: healthcare, artificial intelligence, medical services, technological solutions, multifunctional digital platforms

For citation: Vasyuta E. A., Podolskaya T. V. Challenges and Prospects for the Introduction of Artificial Intelligence in Medicine. *State and Municipal Management. Scholar Notes. 2022;(1):25–32. (In Russ.)*. <https://doi.org/10.22394/2079-1690-2022-1-1-25-32>.

Системы здравоохранения всех без исключения стран мира перегружены пациентами из-за продолжающейся пандемии COVID-19 и не всегда могут обеспечить оперативную и качественную медицинскую помощь в период достижения пиковых значений количества заболевших. Всемирная организация здравоохранения отмечает, что перегруженность систем здравоохранения при вспышках

инфекционных заболеваний влечет за собой рост смертности¹. Помимо проблем, вызванных пандемией, системы здравоохранения практически всех стран мира столкнулись с новыми глобальными вызовами, к основным из которых можно отнести:

– увеличение доли населения пожилого возраста и как следствие быстрорастущий спрос на различные лечебно-оздоровительные услуги со стороны населения старшего возраста. Рост доли пожилого поколения предполагает и постепенное повсеместное старение населения во всем мире. Рост доли населения 60+ к 2050 г. составит приблизительно 2 млрд чел., то есть примерно 25% от общей численности. Также увеличится и доля хронических заболеваний в общем профиле заболеваний человечества, требующих постоянного контроля и мониторинга²;

– рост расходов на здравоохранение в связи с появлением новых заболеваний и общей тенденцией, связанной с урбанизацией. Так самый большой прирост произойдет в странах ОЭСР, где доля расходов на здравоохранение в ВВП к 2030 вырастет до 20%. (рис. 1)³;



Рис. 1 Доля расходов на здравоохранение в ВВП
Fig. 1. Share of health expenditure in gross domestic product

– дефицит высококвалифицированных медицинских кадров. К 2030 г. дефицит медицинского персонала в мире составит приблизительно 10 млн чел. А нехватка высшего и среднего медицинского персонала в России составит 50 000 врачей и 50 000 среднего медицинского персонала⁴.

Именно поэтому технологическая трансформация систем здравоохранения является необходимым условием, позволяющим решить как общие для всех стран проблемы, так и реализовать национальные стратегические цели развития общественного здравоохранения.

Искусственный интеллект (ИИ) может стать одним из наиболее эффективных технологических инструментов, способных трансформировать формат оказания лечебно-оздоровительных и медицинских услуг, решая целый ряд глобально значимых вызовов развития мирового здравоохранения. К основным проблемам современных систем здравоохранения, которые потенциально можно решить за счет внедрения искусственного интеллекта, относятся:

– увеличение объема медицинских данных, которых становится экспоненциально больше. Так, например, в 2020 г. объем медицинских данных удваивался каждые 73 дня⁵. При этом они, как правило, не всегда были связаны друг с другом и поэтому нуждались в дополнительной обработке;

– приоритет взаимодействия врача и пациента в режиме онлайн. Пандемия COVID-19 вынуждает врачей и пациентов осуществлять более плотное взаимодействие, проводя ежедневный мони-

¹ ВОЗ: из-за пандемии многие страны могут столкнуться с перегрузкой системы здравоохранения. Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/8117527> (Дата обращения 01.02.2022)

² ВОЗ: число пожилых людей в мире к 2050 году превысит 2 млрд. Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/2310511> (Дата обращения 15.01.2022)

³ Государственные затраты на здравоохранение: оценка ВОЗ. Режим доступа: https://gateway.euro.who.int/ru/indicators/hfa_572-6730-public-sector-health-expenditure-as-of-total-health-expenditure-who-estimates/visualizations/#id=19667 (Дата обращения 15.01.2022)

⁴ Глобальная стратегия для развития кадровых ресурсов здравоохранения: трудовые ресурсы 2030 г. Режим доступа: https://www.who.int/hrh/resources/global_strategy2030ru.pdf (Дата обращения 16.01.2022)

⁵ Цифровая трансформация в медицине. Режим доступа: <https://www.sandoz.ru/sites/sandoz.ru/files/sandoz-making-access-happen-mag-no3-ru1810901738.pdf> (Дата обращения 16.01.2022)

торинг состояния здоровья последних. Так, в Китае уже сейчас существуют несколько «облачных клиник»¹;

– необходимость поддержки принятия решений врачами и медицинским персоналом. Современные технологии, как правило, ориентируются не на замену медицинского персонала различных уровней, а на их поддержку при принятии врачебных решений. На сегодняшний день в рамках мировой Системы поддержки принятия решений (Decision Support System) существует порядка 50 медицинских проектов [1]. Это дает возможность быстрее вырабатывать соответствующие алгоритмы лечения, а также предоставляет возможности для оценки и прогнозирования ситуации. Это особенно важно в условиях пандемии COVID-19, когда вирус быстро и непредсказуемо мутирует, а база клинических наблюдений осложнений у заболевших недостаточно обширна;

– более жесткое регулирование внедрения технологии искусственного интеллекта. В связи с тем, что технологии искусственного интеллекта все чаще влияют на результат лечения, во всем мире ужесточаются их клинические испытания и сертификация;

– внедрение элементов геймификации. В большинство современных медицинских продуктов и услуг начали внедрять своеобразные элементы игр (достижение целей, набор баллов и т.д.), что позволило повысить уровень вовлеченности пациентов в процесс диагностики и лечения, а также открыло новые возможности машинного анализа (machine learning) поведения и мотивации пользователей.

Подтверждением того, что искусственный интеллект - одно из ведущих направлений цифровой трансформации в медицине является тот факт, что многие современные медицинские организации во всем мире уже сейчас активно внедряют или планируют в ближайшее время внедрять ИИ-решения для повышения эффективности оказания лечебно-оздоровительных и медицинских услуг (рис. 2).



Рис. 2. Внедрение инструментов искусственного интеллекта в различные медицинские отрасли (результаты опроса, проведенного Массачусетским технологическим институтом)²

Fig. 2. Introduction of artificial intelligence tools in various medical industries (results of a survey conducted by the Massachusetts Institute of Technology)

Проанализировав медицинские области, в которых могут быть применены ИИ-решения, можно выделить наиболее перспективные направления его применения:

– диагностика и дальнейшая визуализация заболевания. В период высокого уровня заболеваемости COVID-19 крайне важной стала расшифровка изображений, получаемых на рентгеновских снимках. Речь идет не только о лучевой диагностике, но и о биометрии в целом, распознании изменений состояния кожи, сетчатки глаз и т.д.;

– поддержка при принятии решений, касающихся постановки диагноза и выработки тактики лечения. Система поддержки принятия врачебных решений позволяет более тщательно проанализировать

¹ Глобальная информатика в здравоохранении: облачные технологии. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/486804/> (Дата обращения 16.01.2022)

² How AI is humanizing health care: MIT Technology Review. Режим доступа: <https://www.technologyreview.com/2020/01/22/276128/how-ai-is-humanizing-health-care/> (Дата обращения 17.01.2022)

зировать историю болезни, частично поставить диагноз и предложить варианты лечения. Однако конечное решение о применении рекомендации системы принимает медицинский персонал;

- risk-анализ. С помощью инструментов искусственного интеллекта можно проанализировать огромное количество медицинских параметров и норм и указать на выявленные отклонения, снижая при этом риски некорректной диагностики или лечения пациента;

- тестирование новых лекарственных препаратов. Сокращение издержек за счет разработки молекул лекарственных препаратов с помощью искусственного интеллекта. Уже сейчас многие фармацевтические компании поддерживают подобные стартапы;

- проведение клинических испытаний. Полученные клинические исследования предоставляют огромный массив данных, содержащих разнообразную статистическую информацию. С помощью искусственного интеллекта можно проанализировать результаты, полученные не только в ходе одного клинического исследования, но и построить мегаисследование, полученное в результате интеграции результатов нескольких клинических испытаний;

- прогноз распространения различных эпидемий. В данном случае речь идет о том, чтобы предсказать эпидемиологическую ситуацию исходя как из исторического опыта, так и из новостей, публикаций, статических данных, опубликованных в различных периодических изданиях.

Объем мирового рынка искусственного интеллекта в медицине оценивается примерно в 1,3 млрд долларов, из чего можно сделать вывод, что исследуемый рынок является достаточно молодым, сравнительно небольшим, но динамично развивающимся. Согласно прогнозу, предоставленному крупнейшим технологическим изданием TechCrunch, к 2025 году он вырастет примерно в 10 раз. Пик появления новых компаний приходится на конец 2017 года, причем больше половины из них - американские (рис. 3)¹.



Рис. 3. Анализ рынка искусственного интеллекта в медицине
 Fig. 3. Market Analysis of Artificial Intelligence in Medicine

Последовавший за 2017 годом понижательный тренд по количеству новых созданных компаний на рынке медицинского искусственного интеллекта связан с барьерами, препятствующими его развитию. К основным из них можно отнести следующие:

- работа с неоднородными данными. Как правило, обработка медицинских данных предполагает работу с неструктурированной, неполной, не до конца проверенной информацией. Соответственно, инструменты искусственного интеллекта, нацеленные на обработку такой выборки, будут давать не всегда корректные результаты. Также использование искусственного интеллекта в медицинских целях осложняется и тем, что передача персональных данных по закону запрещена, а при обезличивании теряется связь с данными других учреждений (лабораториями, лечебно-оздоровительными и санаторно-курортными учреждениями и т.д.);

- высокая стоимость. Инструменты искусственного интеллекта имеют сквозной характер, вследствие чего они интегрируются во многие уже существующие технологические решения, тем самым увеличивая их стоимость. Более того, отдельная оплата составляющей, отвечающей

¹ Здравоохранение подключает искусственный интеллект. Режим доступа: <https://plus.rbc.ru/news/60b769367a8aa93e70361a37> (Дата обращения 17.01.2022)

за искусственный интеллект, как правило, невозможна. Это связано с тем, что инструменты искусственного интеллекта не являются самостоятельными продуктами (отсутствуют коды классификации оплаты). Это в свою очередь существенно замедляет процесс внедрения;

– сложности с сертификацией инструментов искусственного интеллекта, так как открытыми остаются вопросы, связанные с их тестированием и валидацией, и, соответственно, их эффективностью при выборе тактики лечения. Существует риск постановки непредсказуемых диагнозов и рекомендаций, полученных в результате использования искусственного интеллекта. Необходим ручной контроль со стороны медицинского персонала;

– ответственность. Ответственность медицинского персонала за последствия решений, принятых на основе данных, полученных с помощью искусственного интеллекта, не регламентирована;

– дефицит компетенций. Необходимо внедрять в деятельность врачей новые подходы и технологии применения искусственного интеллекта, учитывая, в том числе, и границы применимости искусственного интеллекта.

Характеристика барьеров, препятствующих интеграции ИИ-решений в современное здравоохранение, также дает основание сделать вывод, что искусственный интеллект в медицине является молодым, недостаточно оцененным направлением с точки зрения инвестирования.

Также стоит обратить внимание, что внедрение искусственного интеллекта в современные системы здравоохранения носит разведывательный характер, что в свою очередь увеличивает объем мировых венчурных инвестиций в ИИ-стартапы в медицине и здравоохранении. Так, объем мировых венчурных инвестиций в ИИ-стартапы в сфере медицины и здравоохранения увеличился на 11 млрд долл. Более того, объем мировых инвестиций удваивается каждый год, начиная с 2017 г. (рис. 4)¹.

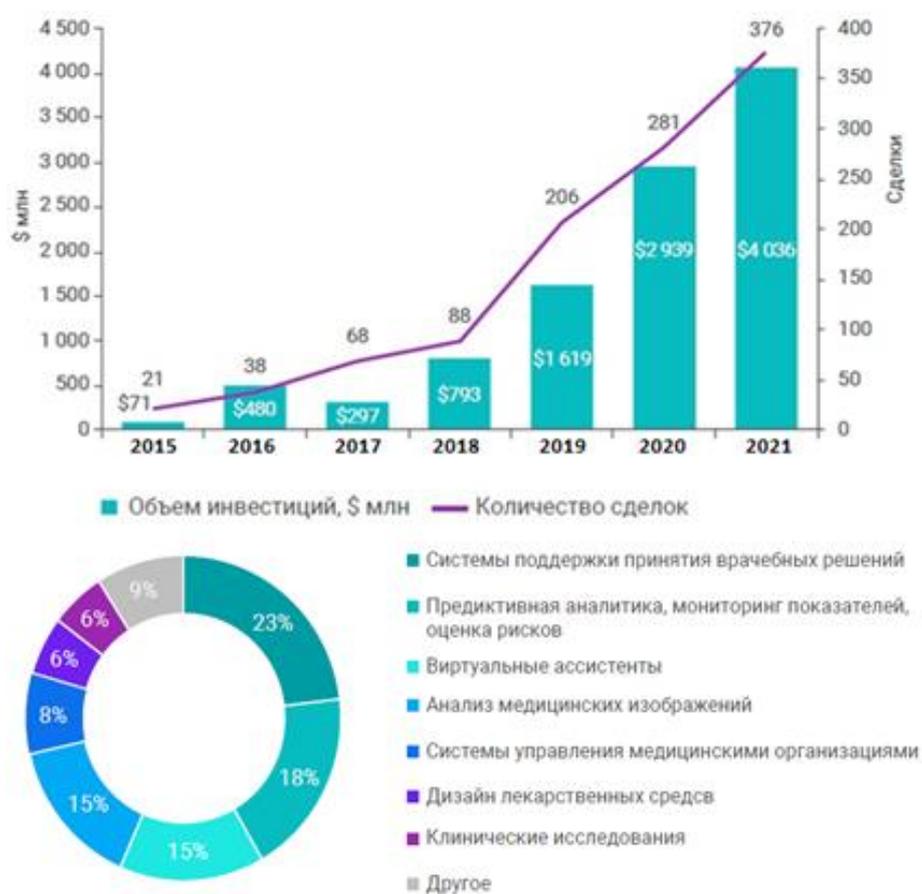


Рис. 4. Динамика мирового венчурного рынка искусственного интеллекта в медицине

Fig. 4. Dynamics of the global venture capital market for artificial intelligence in medicine

¹ Инвесторы набрали темп: самые перспективные стартап-ниши. Режим доступа: https://www.dp.ru/a/2021/09/15/Investori_nabrali_temp (Дата обращения 17.01.2022)

Несмотря на не очень большие объемы инвестирования, в мире существуют успешные практики внедрения и реализации ИИ-стартапов. Так, например, в 2018 году в Абу-Даби по поручению Департамента здравоохранения открыта лаборатория искусственного интеллекта в области медицины. Данная структура была создана для ускоренного внедрения инновационных цифровых решений, анализ эффективности которых происходил за счет тестирования идей, предложенных различными технологическими компаниями.¹

Одним из успешно реализованных проектов является приложение My Health Coach, используемое для того, чтобы простимулировать человека к введению более здорового образа жизни. Данное приложение включает в себя элементы геймификации, синхронизируется с фитнес-трекерами и предоставляет персонализированные рекомендации посредством виртуального помощника Cognitive Virtual Assistant².

В Южной Корее успешно реализован проект использования искусственного интеллекта для наблюдения за жизненными показателями в режиме онлайн и принятию экстренных мер при выявлении их ухудшения. Южнокорейской биотехнологической компанией Seoul Guide Medic был создан наноробот, который обеспечивает автоматическое введение инсулина для пациентов, больных сахарным диабетом, при фиксации отклонений от заданных параметров [4].

Несколько специализированных организаций и инфраструктурных объектов, стимулирующих развитие искусственного интеллекта в медицине и реализуемые в рамках «Плана создания искусственного интеллекта следующего поколения» национальной стратегии развития технологий [3], были созданы и в Китае:

- New Generation Artificial Intelligence Development National Experimental Zone - крупная плотно-инновационная зона Китая, на территории которой за счет большой концентрации университетов, научно-исследовательских институтов и бизнес-структур происходит создание новых продуктов и платформ открытых инноваций, в основе которых лежит искусственный интеллект;
- Beijing Frontier International AI Research Institute - международный научно-исследовательский центр в сфере искусственного интеллекта. Заинтересован в проведении глобальных исследований и увеличении числа новых патентов в области ИИ-решений;
- Beijing Academy of Artificial Intelligence - Пекинская Академия искусственного интеллекта, созданная на базе Пекинского Университета Цинхуа) и крупнейших бизнес-структур - CAS, Baidu, ByteDance.

Также в рамках существующей научно-технической базы в Сингапуре успешно функционирует Банк генетических данных об азиатских популяциях. Данные, собранные в этом банке, использовались для постановки диагнозов и прогнозирования заболеваний. Также на основе этих данных была составлена детальная этническая карта Сингапура. Предполагается, что детальная информация об особенностях генетики разных народностей Сингапура позволит более точно ставить медицинские диагнозы и проводить комплексное лечение болезней сердца.

Департаментом здравоохранения Дубая поддержана инициатива создания умных аптек. Именно в таких типах аптек все лекарства отпускаются и выписываются через единую систему, содержащую в себе все штрих-коды. Управление данным процессом происходит с помощью робота, в памяти которого хранятся данные по 35 000 лекарственных препаратов, причем за минуту в данной аптеке может быть выписано приблизительно 15 рецептов и за час выдано примерно 8000 наименований лекарственных препаратов [2].

На сегодняшний день на территории Дубая существует 5 умных аптек, которые располагаются в крупных медицинских центрах. Реализация подобного проекта продемонстрировала сокращение времени ожидания в среднем на 3 минуты, увеличив при этом время на объяснение и инструкции по приему лекарств на 6 минут. Это позволило не только привлечь порядка 3,48 млн долларов за два года (2018 – 2020)³, но и существенно повысить качество предоставляемых услуг.

¹ G42 Healthcare успешно завершила в ОАЭ геномное исследование для определения последовательности геномов вируса COVID-19. Режим доступа: <https://wam.ae/ru/details/1395302900250> (Дата обращения 19.01.2022)

² Обзор персональных цифровых ассистентов 2020: на пути к контекстной адаптации. Режим доступа: https://actcognitive.org/storage/uploads/docs/обзор_персональных_цифровых_ассистентов_2020.pdf (Дата обращения 19.01.2022)

³ Цифровизация здравоохранения: опыт и примеры трансформации в системах здравоохранения в мире. Режим доступа: <https://niioz.ru/doc/Cifrovizaciya-zdravoohraneniya.pdf> (Дата обращения 19.01.2022)

Еще одним примером успешной практики внедрения искусственного интеллекта в медицину является проект, реализуемый американским некоммерческим научным медицинским центром Cleveland Clinic и компанией Microsoft. Так в клиническом госпитале Кливленда с помощью автоматизированной платформы Azure анализируются данные о состоянии пациентов, собираемые приборами в отделениях интенсивной терапии. После анализа полученных данных, есть возможность предсказать, каков риск развития критического сценария для каждого пациента. Применение данной технологии позволяет одновременно осуществлять мониторинг состояния 100 пациентов, находящихся в разной степени тяжести, что в свою очередь сокращает нагрузку на медицинский персонал, уменьшает уровень смертности и сокращает время нахождения пациентов в стенах медицинского учреждения¹.

Еще одним успешным примером интеграции науки и IT-сферы в области искусственного интеллекта в медицине можно считать сотрудничество Центра информационных технологий в проектировании (ЦИТП) РАН и Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, на базе которого проходило тестирование программного обеспечения, выявляющего признаки ранней стадии болезни Альцгеймера². Тестирование программного комплекса показало, что нейросеть способна выявить атрофию у пациентов с альцгеймеровской деменцией в более 90% случаев.

Однако существуют и неудачные попытки внедрения инструментов искусственного интеллекта в систему отечественного здравоохранения. Так, например, экспертная система Киберс, созданная для диагностики и дальнейшего подбора индивидуальной лекарственной терапии, проверки безопасности назначений и автозаполнения медкарты, вызвала неоднозначную реакцию у всего медицинского сообщества. Это связано с тем, что проект изначально не был ориентирован на врачей, а наоборот ориентировался на пациентов. В результате чего у медицинского персонала различного уровня сформировалось ярко негативное отношение к нему, как к проекту, предназначенному для «самолечения».

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение инновационных технологий, в том числе ИИ-решений, должно быть крайне аккуратным и потому должно обсуждаться с врачебным сообществом, находя свое место в клинической практике. Неграмотно выстроенная коммуникация и, как следствие, неправильное позиционирование искусственного интеллекта в определенных медицинских областях могут иметь негативные последствия как для пациентов и врачей, так и для инвесторов, вложивших средства в дорогостоящий проект.

Еще одним условием развития искусственного интеллекта в медицине можно считать ускоренную разработку процедур его сертификации и регистрации, в связи с чем крайне важно обозначить сроки и привлечь экспертов, специализирующихся в различных областях. Важно создать профессиональную ассоциацию, включающую в себя специалистов различных областей: бизнеса, власти, научного и врачебного сообщества, принимающих решение о допуске той или иной технологии как в медицинскую область, так и в определенное лечебно-оздоровительное и медицинское учреждение.

Необходимо конкретизировать сроки реализации ИИ-стартапов, так как искусственный интеллект является быстроизменяющейся областью. В данном случае нельзя годами готовить процедуры и потом годами принимать решение по каждому продукту.

Крайне важно и создание механизмов прозрачной оплаты лечебно-оздоровительных услуг с применением искусственного интеллекта. Это позволит достаточно четко и быстро осуществлять процедуры внесения в ОМС технологий на основе искусственного интеллекта.

На данный момент у современных IT-компаний нет четкого понимания, кто оплатит процесс создания продукта и стоит ли вкладываться в его разработку. Появление понятного платежеспособного спроса в свою очередь стимулирует появление новых компаний с ИИ-продуктами.

И еще одним условием внедрения искусственного интеллекта в современные системы здравоохранения может стать создание общедоступных медицинских файловых систем (датасетов). Именно поэтому важно стимулировать создание общедоступных наборов данных и давать к ним доступ не только зарубежным, но и отечественным разработчикам.

В данном случае эффективным механизмом может стать внедрение системы грантов и/или субсидий для тех компаний, которые соберут и подготовят безопасные и эффективные медицинские

¹ Аналитический обзор "Тренды развития искусственного интеллекта в медицине". Режим доступа: https://innoagency.ru/files/AI_in_Healthcare_AIM_2020.pdf (Дата обращения 19.01.2022)

² Карта «Искусственный интеллект в здравоохранении России». Режим доступа: <https://webiomed.ai/blog/karta-iskusstvennyi-intellekt-v-zdravookhranenii-rossii/> (Дата обращения 19.01.2022)

файловые системы, делающие конкурентоспособными не только IT-компании и лечебно-оздоровительные компании, но и лечебно-оздоровительные территории.

На основе всего выше изложенного можно сделать вывод, что перспективное использование технологии искусственного интеллекта в медицине требует комплексного решения большого количества вопросов, лежащих не только в сфере здравоохранения и высоких технологий, но и в области законодательного, организационного и административного поля. Лидирующие позиции в данной сфере принадлежат США, Японии, Китаю и Южной Корее, которые активно инвестируют в развитие систем искусственного интеллекта, в том числе путем реализации масштабных государственных программ. Но рынок использования искусственного интеллекта в медицине настолько обширен, что у российских высокотехнологичных компаний есть возможность занять свою нишу и реализовывать высоко прибыльные проекты в международном масштабе.

Список источников

1. Малых В.Л. Системы поддержки принятия решений в медицине // Программные системы: теория и приложения. 2019. № 2 (41). С. 155-184.
2. Осипова М.Г. Инновационная модель Республики Сингапур // Юго-Восточная Азия: актуальные проблемы развития. 2018. № 2 (39). С. 173-182.
3. Решетникова М.С., Пугачева И.А., Лукина Ю.Д. Тенденции развития технологий искусственного интеллекта в КНР // Вопросы инновационной экономики. 2021. Том 11. №1. С. 333-350.
4. Широковский С.А. Возможности, ограничения и вероятные угрозы устойчивому развитию высокотехнологических компаний азиатского региона вследствие выхода из-под контроля искусственного интеллекта и нейросетей // Экономика Центральной Азии. 2020. Том 4. №4. С. 385-394.

References

1. Malyh V. L. Medical Decision Support Systems. *Programmnye sistemy: teoriya i prilozheniya = Program Systems: Theory and Applications*. 2019;2(41):155–184. (In Russ.)
2. Osipova M.G. Innovation Model of the Republic of Singapore. *Yugo-Vostochnaya Aziya: aktual'nye problemy razvitiya = South-East Asia: actual development challenges*. 2018;2(39):173–182. (In Russ.)
3. Reshetnikova M. S., Pugacheva I. A., Lukina YU. D. Trends in the development of artificial intelligence technologies in China. *Voprosy innovacionnoj ekonomiki = Russian Journal of Innovation Economics*. 2021;11(1):333–350. (In Russ.)
4. SHirokovskij S. A. Opportunities, limitations and possible threats to the sustainable development of high-tech companies in the Asian region as a result of the out-of-control artificial intelligence and neural networks. *Ekonomika Central'noj Azii = Journal of Central Asia Economy*. 2020;4(4):385–394. (In Russ.)

Информация об авторах

Т. В. Подольская – канд. экон. наук, доц., зав. кафедрой международных экономических отношений;
Е. А. Васюта – ст. преп. кафедры международных экономических отношений.

Information about the authors

T. V. Podolskaya – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of Department of International Economic Relations;
E. A. Vasyuta – Senior Lecturer of Department of International Economic Relations.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.02.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2022; принята к публикации 01.03.2022.

The article was submitted 14.02.2022; approved after reviewing 28.02.2022; accepted for publication 01.03.2022.