



© Коллектив авторов, 2023
УДК [614.2 + 378.66] : 004.8
DOI: 10.24884/1607-4181-2022-30-2-16-24

А. Н. Афонин*, Н. Н. Киселева, А. И. Яременко, Н. И. Вишняков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

МЕСТО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННОМ ЗДРАВООХРАНЕНИИ И МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Поступила в редакцию 01.06.2023 г.; принята к печати 13.09.2023 г.

Резюме

Введение. Искусственный интеллект (ИИ) становится все более важным инструментом в современном здравоохранении. Он может революционизировать способы оказания медицинской помощи от диагностики и лечения до оказания высокотехнологичной медицинской помощи; внести коррективы в современное медицинское образование, предоставив новые методы преподавания и обучения. В данной статье рассматривается место ИИ в современном здравоохранении и медицинском образовании, включая его преимущества, проблемы и перспективы использования данных технологий в будущем.

Цель — выявление возможностей, определение проблем и оценка перспектив использования ИИ в здравоохранении и медицинском образовании.

Методы и материалы. Основные общенаучные методы исследования (диалектика, индукция, дедукция, описание, сравнение, аналогия) и частнонаучные методы (логико-аналитический, системно-структурный, статистический и др.). Материалами для анализа послужили источники открытой информации.

Результаты. В результате проведенного исследования выявлены наиболее перспективные направления использования ИИ в здравоохранении и медицинском образовании, определены проблемы использования данных технологий и обозначены пути их преодоления.

Заключение. ИИ — это быстро развивающаяся область инноваций, которая может преобразовать многие отрасли, включая здравоохранение и медицинское образование, революционизировать не только способы оказания медицинской помощи, сделав ее более эффективной, точной и персонализированной, но и модернизировать методы преподавания и обучения в медицинском образовании. Однако существует ряд проблем, связанных с применением технологий ИИ, требующих проведения дальнейших исследований всей совокупности взаимодействий между всеми участниками (технологии ИИ, пациенты, врачи, медицинский персонал и т. д.) и влияния цифровых технологий на человеческий потенциал в части оказания медицинской помощи, принимая во внимание серьезные внутренние риски и внешние угрозы, которые следует учитывать при принятии решений о внедрении технологий ИИ в условиях неопределенности, современной геополитической и экономической обстановки, а также санкционных ограничений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, здравоохранение, медицинское образование

Для цитирования: Афонин А. Н., Киселева Н. Н., Яременко А. И., Вишняков Н. И. Место искусственного интеллекта в современном здравоохранении и медицинском образовании. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2023; 30(2):16–24. DOI: 10.24884/1607-4181-2023-30-2-16-24.

* Автор для связи: Алексей Николаевич Афонин, ФГБОУ ВО ПСПБГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: kening305@mail.ru.

Alexey N. Afonin*, Natalia N. Kiseleva, Andrej I. Yaremenko, Nikolaj I. Vishnyakov

Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

THE PLACE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN HEALTHCARE AND MEDICAL EDUCATION

Received 01.06.2023; accepted 13.09.2023

Summary

Introduction. Artificial Intelligence (AI) is becoming an increasingly important tool in modern healthcare. It can revolutionize the ways of medical care, from diagnosis and treatment to high-tech medical care; and make adjustments to modern medical education by

providing new methods of teaching and learning. This article considers the place of AI in modern healthcare and medical education, including its benefits, issues and future prospects for using these technologies.

The **objective** was to identify opportunities, define problems, and evaluate the prospects for the use of AI in healthcare and medical education.

Methods and materials. The main general scientific research methods (dialectics, induction, deduction, description, comparison, analogy) and specific scientific methods (logical-analytical, system-structural, statistical, etc.). The sources of open information served as the materials for analysis.

Results. As a result of this research, the most promising directions of using AI in health care and medical education have been identified, the problems of using these technologies have been defined and ways to overcome them have been outlined.

Conclusion. AI is a rapidly growing field of innovation that has the potential to transform many sectors, including health care and medical education, revolutionizing not only the ways of medical care, making it more efficient, accurate and personalized, but also modernizing teaching and learning methods in medical education. However, there are a number of problems associated with the application of AI technologies that require further research into the totality of interactions between all actors (AI technologies, patients, doctors, medical staff, etc.) and the impact of digital technologies on human capacity in terms of medical care, taking into account serious internal risks and external threats that should be considered when making decisions about the introduction of AI technologies in an uncertain, contemporary geopolitical and economic environment, as well as sanctions constraints.

Keywords: artificial intelligence, health care, medical education

For citation: Afonin A. N., Kiseleva N. N., Yaremenko A. I., Vishnyakov N. I. The place of artificial intelligence in modern healthcare and medical education. The Scientific Notes of Pavlov University. 2023;30(2):16–24. (In Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2023-30-2-16-24.

* **Corresponding author:** Alexey N. Afonin, Pavlov University, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia. E-mail: kening305@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

В 2021 г. Всемирная организация здравоохранения обнародовала глобальную стратегию в области цифровизации здравоохранения на 2020–2025 гг. В данном документе определяется значимость цифровизации и подчеркивается назревшая необходимость в преобразовании и модернизации современных методов оказания медицинской помощи, таких как аналитика, хранение данных, включая прогнозирование рисков, связанных с цифровизацией [1].

Современная концепция оказания медицинской помощи в Российской Федерации (далее – РФ) в последние несколько десятилетий претерпела изменения в том числе за счет активного развития цифровых технологий. Согласно Государственной программе «Развитие здравоохранения» [2], разработанной и принятой с учетом Послания Президента РФ Федеральному Собранию [3], а также Указов Президента РФ № 204 от 07.05.2018 и № 474 от 21.07.2020 [4, 5], основными элементами развития становятся:

– персонализация (personalized medicine): обеспечение индивидуального подхода к каждому пациенту;

– предикативность (predictive medicine): выявление предрасположенности к заболеваниям с последующей корректировкой поведения/образа жизни;

– превентивность (preventive medicine): профилактика заболеваний и лечение на ранних стадиях;

– партисипативность (participatory medicine): активное вовлечение пациента в процесс сохранения собственного здоровья.

По представлениям Всемирного банка, «как и нефть, необработанные данные имеют относительно небольшую ценность и должны быть собраны, переработаны, сохранены и реализованы для создания стоимости» [6]. Обработка, анализ и интерпретация данных на современном этапе развития

происходит с помощью технологий ИИ. Развитие технологий ИИ предусмотрено программой «Цифровая экономика Российской Федерации» и национальным проектом «Цифровая экономика». В рамках проекта «Цифровая экономика» был создан федеральный проект «Искусственный интеллект» [7] с бюджетом 124,8 млрд. руб. до 2024 г., который является одним из крупнейших в национальном проекте «Цифровая экономика» и направлен на комплексное развитие инновационных продуктов и решений в сфере ИИ, в том числе в здравоохранении и медицинском образовании.

Актуальность данной работы заключается в том, что потенциал и перспективы развития такого направления цифровизации здравоохранения, как внедрение ИИ в процессы управления медицинскими организациями (МО), оказания медицинской помощи, а также в медицинское образование, определяют важность и необходимость проведения исследований в данном направлении. Возможности, которые предоставляют инновационные технологии на основе ИИ, в настоящее время не используются в полной мере. Отсутствует накопленный опыт и утвержденные методики внедрения, что, в свою очередь, препятствует их эффективному использованию.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В рамках исследования применялись общенаучные методы исследования: диалектика, индукция, дедукция, описание, сравнение, аналогия и частнонаучные методы: логико-аналитический, системно-структурный, статистический и др. В основе аналитического исследования лежат источники открытой информации.

Мы проанализировали современные технологии ИИ и направления оказания медицинской помощи, в которых могут быть применены данные технологии, и выделили наиболее перспективные направления использования ИИ в здравоохранении:

— диагностика в части анализа различных изображений (КТ, МРТ, рентгеновские снимки и прочие изображения). В период пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 данные технологии получили дополнительный стимул к развитию. Эти же технологии применяются при распознавании изменений состояния кожи, сетчатки глаз, глазного дна и т. д. [8–10];

— системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) в части постановки диагнозов и выработки рекомендаций по дальнейшему лечению. СППВР позволяют анализировать историю болезни конкретного пациента, основываясь не только на текущих данных, но также проводить ретроспективный анализ данных различных лабораторных анализов и медицинских исследований, что является существенным моментом в части предупреждения и профилактики различных заболеваний. Данные системы ставят диагноз и предлагают варианты лечения, однако конечное решение о постановке диагноза и методах лечения принимает лечащий врач. Одним из примеров применения подобных технологий ИИ в здравоохранении является медицинский цифровой диагностический центр (MDDC) — сервис на базе ИИ для быстрой и точной диагностики заболеваний и получения заключения от врачей-специалистов, разработанный компанией ООО «СберМедИИ». 56 регионов РФ используют MDDC при оказании медицинской помощи, среди них: Карачаево-Черкесская Республика, Ярославская область, Тюменская область, Нижегородская область, Республика Татарстан, Хабаровский край и пр. [11];

— риск-анализ. С помощью технологий ИИ анализируется огромное количество медицинских данных из различных источников в части выявления различных отклонений при постановке диагноза, тем самым снижая риск некорректной диагностики или лечения пациента [12];

— симбиоз технологий ИИ и расширенной реальности (XR), объединяющий виртуальную реальность (VR), дополнительную (AR) и смешанную реальность (MR), позволяет расширить возможности таких направлений в здравоохранении, как обезболивание (платформа дополненной реальности CLARAI при использовании алгоритмов ИИ сочетает технологию визуализации с данными мозга с помощью метода нейровизуализации с целью определения параметров боли пациента в стоматологии) [13], а также реабилитация, лечение психических заболеваний и пр. [14, 15, 16];

— разработка, тестирование и апробация новых лекарственных средств. ИИ применяется в разработке молекул лекарственных препаратов, при этом, учитывая персонализацию оказания медицинской помощи, разработка лекарственных средств может осуществляться под конкретного пациента, примером служит платформа Pharma.AI от компании Insilico Medicine;

— обобщение данных в части проведения клинических испытаний. Массивы различной медицинской информации содержат разрозненные данные и разнообразную статистическую информацию по клиническим исследованиям и испытаниям. ИИ может проанализировать результаты, выявить закономерности и выстроить новые исследования, исходя из интеграции результатов нескольких клинических испытаний и исследований [17];

— прогнозная аналитика в части распространения различных заболеваний может способствовать их предупреждению и профилактике [18].

В части использования ИИ в медицинском образовании можно выделить следующие направления применения [19]:

— медицинского моделирования. Медицинские симуляторы используются для обучения студентов-медиков и медицинских работников в безопасной и контролируемой среде. ИИ может улучшить медицинские симуляции, предоставляя учащимся реалистичные сценарии и обратную связь;

— ИИ также можно использовать для создания виртуальных пациентов, которых можно использовать в учебных целях;

— персонализированное обучение. ИИ может анализировать модели обучения отдельных учащихся и предоставлять персонализированный план обучения;

— ИИ может анализировать результаты обучения и предоставлять обратную связь как учащимся, так и преподавателям.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сфера применения ИИ в здравоохранении обширна: эта концепция может применяться в маркетинге, управлении МО, непосредственно при оказании в том числе высокотехнологичной медицинской помощи, медицинском образовании.

Одним из наиболее развитых направлений использования ИИ в здравоохранении РФ является диагностика в части анализа различных изображений (КТ, МРТ, рентгеновские снимки и прочие изображения). Опыт лечения пациентов с заболеванием коронавирусной инфекции COVID-19 показал, что КТ и рентгенография являются важнейшими методами комплексной диагностики легочных заболеваний. Данная диагностика стала широко применяться у пациентов с предполагаемой коронавирусной инфекцией COVID-19. Результатом данной диагностики являются изображения в формате DICOM, таким образом были получены и накоплены обширные медицинские данные для дальнейшего развития данного направления.

Согласно Постановлению Правительства Москвы от 21.11.2019 г. № 1543-ПП [20], Департаментом здравоохранения Москвы на базе Центра диагностики и телемедицины совместно со столичным Департаментом информационных технологий

Перечень РУ, выданных на ПО, использующие технологии ИИ в здравоохранении РФ на конец 2022 г.

The list of permits issued for software using AI technologies in health care of the Russian Federation at the end of 2022

№	РУ	Описание	Производитель
1	РУ № РЗН 2020/9958 от 03.04.2020 г.	СППВР WEBIOMED	ООО «К-СКАЙ»
2	РУ № РЗН 2015/2629 от 25.05.2020 г.	IntelliSpace Critical Care and Anesthesia (ICCA) – ПО ведения медицинских карт с СППВР	«Филипс Медикал Системе», США
3	РУ № РЗН 2020/11153 от 15.09.2020 г.	Экспертная система интеллектуальной диагностики	ООО «БИТ»
4	РУ № РЗН 2020/12028 от 03.11.2020 г.	ПО Botkin.AI – обработка изображений стандарта DICOM	ООО «Интеллоджик»
5	РУ № РЗН 2020/11137 от 11.12.2020 г.	ПО «Система нейросетевая Care Mentor AI»	ООО «КэреМенторЭйАй»
6	РУ № РЗН 2021/14406 от 27.05.2021 г.	ПО «Система нейросетевая Care Mentor AI» – диагностика COVID-19	ООО «КэреМенторЭйАй»
7	РУ № РЗН 2021/14449 от 27.05.2021 г.	ПО ЦЕЛЬС®	ООО «Медицинские скрининг системы»
8	РУ № РЗН 2021/14506 от 01.06.2021 г.	ПО анализ флюорограмм и рентгенограмм	ООО «ПТМ»
9	РУ № РЗН 2021/14627 от 22.06.2021 г.	ПО «Платформа RADLogics» – обработка медицинских изображений	ООО «РАДЛОЖИК РУС»
10	РУ № РЗН 2021/14869 от 27.07.2021 г.	ПО «Система нейросетевая Care Mentor AI» для анализа маммограмм	ООО «КэреМентор-ЭйАй»
11	РУ № РЗН 2021/14651 от 24.09.2021 г.	ПО анализ компьютерной томографии	ООО «ПТМ»
12	РУ № РЗН 2021/15554 от 12.10.2021 г.	ПО «Система нейросетевая Care Mentor AI» – анализ рентгенографии стопы	ООО «КэреМентор-ЭйАй»
13	РУ № РЗН 2021/16120 от 23.12.2021 г.	ПО «JEMYS:ТЕЛЕМЕДИЦИНА» с СППВР	АО «ЮСАР +»
14	РУ № РЗН 2022/16534 от 10.02.2022 г.	ПО для анализа маммограмм	ООО «ПТМ»
15	РУ № РЗН 2022/16572 от 22.02.2022 г.	ПО «Система нейросетевая Care Mentor AI» – ПО анализ компьютерной томографии	ООО «КэреМентор-ЭйАй»
16	РУ № РЗН 2022/17272 от 24.05.2022 г.	СППВР	ООО «СберМедИИ»
17	РУ № РЗН 2022/17406 от 31.05.2022 г.	ПО для анализа рентгенограмм	ООО «ФБМ»
18	РУ № РЗН 2022/18421 от 03.10.2022 г.	ПО интерпретации эндоскопических видеоизображений	«ФУДЖИФИЛЬМ Корпорейшн»
19	РУ № РЗН 2022/18489 от 12.10.2022 г.	ПО интерпретации стоматологических рентгеновских	ООО НМФ «ФДЛАБ»
20	РУ № РЗН 2018/6795 от 19.12.2022 г.	ПО IntelliSpace Portal – обработка медицинских изображений	«Филипс Медикал Системс Нидерланд Б. В.»

проводит эксперимент по использованию технологий ИИ в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений. В данном проекте участвуют более 150 МО, около 20 ИТ-компаний, которые занимаются разработкой технологий ИИ для здравоохранения, также задействовано более 1,2 тыс. единиц диагностического оборудования. Порядка 20 алгоритмов ИИ получили государственную регистрацию в качестве медицинского изделия (далее – МИ) и получили разрешительные удостоверения (далее – РУ), что означает возможность работы вне эксперимента.

Следует отметить, что в соответствии с законом № 323-ФЗ [21] к обращению (производство, реализация, эксплуатация, техническое обслуживание и т. д.) в РФ допускаются только МИ, прошедшие государственную регистрацию в установленном Правительством порядке. Согласно Постановле-

нию Правительства РФ от 01.09.2020 г. № 1335, исключением являются инновационные научно-технологические центры, на территориях которых МИ освобождены от государственной регистрации [22]. Для получения РУ, которое является документом, подтверждающим государственную регистрацию, программное обеспечение (далее – ПО), относящееся к МИ, должно пройти технические и клинические испытания, подтверждающие его качества, эффективность и безопасность.

Согласно государственному реестру МИ, РУ на конец 2022 г. имеют следующие ПО, использующие технологии ИИ (таблица).

Как отмечалось выше, с 2020 г. Москва активно внедряет технологии ИИ в столичное здравоохранение. Работа ведется в рамках московского эксперимента по использованию технологий компьютерного зрения. На данный момент технологии

ИИ используются в 150 МО Москвы и Московской области. Технологии ИИ помогают диагностировать на изображениях признаки рака легкого, коронавирусной инфекции COVID-19, остеопороза позвоночника, аневризмы аорты, ишемической болезни сердца, инсульта, легочной гипертензии, гидроторакса, а также рака молочной железы, грыж позвоночника, плоскостопия и др. заболеваний. В свою очередь, реализация проектов по внедрению компьютерного зрения в здравоохранение дает возможность создавать и развивать рынок СППВР в лучевой диагностике.

В исследовательской и консалтинговой компании Gartner отмечают, что уже к 2025 г. 10 % компаний, внедривших в процесс управления и принятия стратегических решений передовые технологии ИИ, получают прибыль в 3 раза больше, чем те организации, которые откажутся от внедрения [23]. Согласно исследованию NewVantage Partners [24], проведенному по итогам 2022 г. среди руководителей 94 ведущих blue-chip компаний различной отраслевой принадлежности (здравоохранение было представлено: AbbVie, Cerevel, Mercy Health, Akron Children's Hospital, Cigna, Optum United Health, Alexion, CVS Health, Parexel, Astra Zeneca, Eli Lilly, Partners Healthcare, Blue Cross Massachusetts, GlaxoSmithKline (GSK), Pfizer, Bristol-Meyers Squibb, Humana, Zoetis, Cellarity Mayo Clinic), 97,0 % компаний инвестируют в проекты по работе с данными, также 91,7 % компаний наращивают свои инвестиции в данной сфере. Процент компаний, фиксирующих увеличение собственной стоимости, вырос с 48,4 % в 2017 г. до 92,1 % в 2022 г. По оценкам самих компаний, это связано с инвестициями в вышеуказанные проекты. Также ряд российских МО (ГК «Медси», ГК «Мать и дитя», ЕМС и пр.) планирует развитие проектов в области цифровых технологий, в том числе ИИ, планируемый объем инвестиций до конца 2023 г. составляет более 0,5 млрд руб. [25]. Применяя технологии ИИ, менеджмент здравоохранения в целом, а также конкретных МО получит профессиональные инструменты наблюдения, управления и контроля для осуществления своей оперативной деятельности и стратегического планирования.

Вместе с тем, согласно совместному исследованию, проведенному VK Cloud и Arenadata, респондентами которого являлись главы ИТ-департаментов крупных российских компаний, в том числе медицинских, выявлен ряд проблем по внедрению проектов в том числе на основе ИИ, по управлению МО, и использованию ИИ в деятельности МО [26]:

- отсутствие нормативно-правового регулирования, регламентирующего юридическую ответственность за врачебные ошибки и последствия решений, принятых на основе технологий ИИ, разграничение ответственности между производителями программного обеспечения (далее –

ПО) на основе технологии ИИ и врачом, лечащим пациента с помощью ИИ, отсутствует;

- устаревшие технологии медицинских информационных систем (далее – МИС), не позволяющие в полной мере осуществлять проекты по внедрению современных цифровых технологий на основе ИИ;

- слабая заинтересованность медицинского персонала, руководящих работников здравоохранения, некоторых руководителей МО и пациентов в реализации проектов внедрения;

- низкий уровень доверия со стороны медицинского персонала к проектам внедрения технологий ИИ, вследствие чего наблюдается высокая сопротивляемость новациям.

Следует отметить, что оказание эффективной медицинской помощи неразрывно связано с соответствующим медицинским образованием. Современное медицинское образование основывается на традиционных принципах преподавания дисциплин – последовательное (от медико-биологических к клиническим дисциплинам), преемственное (от общего к частному), патерналистское (во главе системы стоит преподаватель – носитель специальных знаний и навыков). За время пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 традиционность системы медицинского образования претерпела ряд существенных изменений: переход полностью и частично на дистанционные методы преподавания, введение электронно-цифровых технологий и т. д.

В системе подготовки медицинских кадров для отрасли здравоохранения (особенно в системе подготовки кадров высшей квалификации в ординатуре) начали появляться элементы использования технологий ИИ в образовании. Отдельные позиции содержат элементы таких структурных элементов, как:

- логика расшифровки ЭКГ, ЭЭГ, платизмографии;

- автоматизированные системы создания тестов и их проведения;

- автоматизированные ключи проверки результатов диагностики уровня знаний.

Современные тенденции технологий ИИ, таких как, например, Chat GPT, в настоящее время все активнее и активнее находят свое применение в системе образования. С их помощью обучающиеся создают рефераты, презентации, доклады, выступления и т. п. Как любая современная технология, эта имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести серьезную экономию времени при решении технических задач: оформление презентации, логическая расстановка слайдов, поиск определений, поиск справочной информации, виртуализация лабораторных работ, производственных процессов, виртуализация общения с пациентом, статистическая обработка данных. Все это приносит в образовательный процесс

инновационный подход, новые и интересные для обучающихся формы, однако есть и существенные недостатки. Основными недостатками использования технологий ИИ в системе медицинского образования является:

- активное использование ИИ для предоставления на контрольных точках заимствованных знаний;
- отсутствие развития механической памяти при создании докладов и рефератов;
- отсутствие обучения логическому мышлению во время написания курсовых и иных видов работ;
- снижение когнитивных функций;
- кризис перехода в общении от «Алисы» (самый распространённый вид ИИ) к реальному пациенту;
- разрыв между преподавателем и студентом в освоении технологий ИИ и создание конфликтной ситуации;
- невозможность установления образовательной организацией факта плагиата с использованием существующих систем.

ВЫВОДЫ

Развитие цифровизации здравоохранения РФ прямо воздействует на стабильный рост в части высокотехнологичного сектора экономики. Интенсивность развития и широта охвата выстраивает инновационную тенденцию страны, ее социально-экономическую систему и конкурентоспособность на мировом рынке. В связи с этим модернизация посредством введения использования ИИ в здравоохранении и медицинском образовании интересна не только с социально-экономической точки зрения, но и с позиции выстраивания отечественного высокотехнологичного рынка.

Следует отметить, что создание благоприятной среды для дальнейшего развития и внедрения цифровых технологий на основе ИИ в здравоохранении РФ и медицинском образовании требует:

- обеспечения дальнейшего финансирования:
 - 1) со стороны частных МО: по данным консалтинговой компанией EY, более 30 % частных МО планируют развитие проектов в области цифровых технологий, в том числе ИИ, планируемый объем инвестиций составляет более 0,5 млрд руб. [25];
 - 2) грантовая поддержка разработок и проектов, находящихся на начальном уровне;
 - 3) целевое государственное финансирование готовых проектов;
 - 4) обеспечение возможности дальнейшего финансирования из средств ФОМС оказания медицинской помощи на основании технологий ИИ (с 2023 г. в Тарифное соглашение на оплату медицинской помощи, оказываемой по Территориальной программе ОМС Москвы, включена медицинская услуга «Описание и интерпретация данных маммографического исследования с использованием ИИ»).

– обеспечения доверия, что означает:

- 1) медицинские данные пациентов, используемые различными технологиями на основе ИИ и хранящиеся в МО и структурах Минздрава РФ, используются надлежащим образом и эффективно;
- 2) обеспечена безопасная передача медицинских данных пациентов при обмене между различными МО, а также структурами Минздрава РФ.
 - дальнейшей оперативной разработки нормативно-правового регулирования в части:
 - 1) разграничения ответственности врач/производитель технологий ИИ при постановке ошибочного диагноза и назначении лечения;
 - 2) дальнейшей разработке и принятия Национальных стандартов по разработке технологий ИИ в здравоохранении РФ и медицинском образовании;
 - наращивания потенциала всех заинтересованных сторон по сбору, хранению, анализу, обмену и использованию различных медицинских данных;
 - внесения изменений в образовательные стандарты в части формирования специальных знаний и навыков по использованию технологий ИИ у будущих медицинских работников, а также повышения осведомленности педагогических работников о технологиях ИИ.

Способствует:

- с точки зрения оказания медицинской помощи:
 1. Методы диагностики с использованием технологий на основе ИИ, такие как рентгенологический анализ, МРТ, КТ с автоматическим выявлением патологий, ЭКГ, электроэнцефалограммы, анализ биологического материала и т. д., помогают медицинскому персоналу оказывать эффективную медицинскую помощь.
 2. Системы распознавания и синтеза речи на основе ИИ позволяют медицинскому персоналу через соответствующие интерфейсы непосредственно взаимодействовать с МИС. Роботы-регистраторы и чат-боты в приемном отделении МО или регистратуре способны отвечать на простые вопросы и маршрутизировать пациентов и т.д.
 3. Системы автоматической классификации и соотнесения медицинских данных помогают найти и связать между собой информацию о пациенте, находящуюся в различных регистрах МИС.
 - с точки зрения управления МО:
 1. Технологии ИИ, основываясь на алгоритмах прогнозирования, оптимизируют логистику поставок лекарственных препаратов и медицинского оборудования.
 2. Технологии ИИ, позволяющие анализировать контент социальных сетей, различных сайтов и т. д., позволяют получить социологические, демографические и маркетинговые данные о качестве работы системы здравоохранения в целом и отдельных МО.

— с финансовой точки зрения:

1. Внедрение различных технологий на основе ИИ помогает медицинскому персоналу оказывать эффективную медицинскую помощь, тем самым сокращая время предоставления этой помощи и снижая ее стоимость.

2. Накопление и хранение в электронном виде большого количества медицинских данных в виде расшифрованных результатов различных диагностических обследований и лабораторных исследований в т.ч., а также диагностических заключений по ним при соответствующем нормативно-правовом регулировании позволит создавать новое ПО и использовать его с коммерческой точки зрения.

3. Системы анализа и прогнозирования событий на основе ИИ, таких как, например, коронавирусная инфекция COVID-19, позволяет своевременно определять изменение обращаемости пациентов в МО или потребность в лекарственных препаратах, а также в части инвестиционной составляющей, оптимизировать финансовые вложения МО.

4. Вовлеченность пациентов в мониторинг собственного здоровья посредством различных технологических решений на основе ИИ может сэкономить значительные финансовые средства как самим МО при оказании медицинской помощи, так и пациентам.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

Authors declare no conflict of interest

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВОЗ: Проект глобальной стратегии в области цифрового здравоохранения на 2020–2025 гг. URL: https://www.who.int/docs/default-source/documents/200067-draft-global-strategy-on-digital-health-2020-2024-ru.pdf?sfvrsn=e9d760b3_2 (дата обращения: 10.10.23).

2. Государственная программа РФ «Развитие здравоохранения» утверждена Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 г. № 1640 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения». URL: <https://base.garant.ru/71848440/> (дата обращения: 10.10.23).

3. Послание Президента Федеральному Собранию. Москва, 20.02.2019. / Официальный сайт Кремля. URL:

<http://www.kremlin.ru/events/president/news/> (дата обращения: 10.10.23).

4. Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». URL: <https://base.garant.ru/71937200/> (дата обращения: 10.10.23).

5. Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1401794/> (дата обращения: 10.10.23).

6. World Bank, Information and Communications for Development 2018: Data-Driven Development (Washington D.C., 2019), p. 1. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/digitaldevelopment/publication/data-drivendevelopment.print>. (дата обращения: 10.10.23).

7. Федеральный проект РФ «Искусственный интеллект» утвержден Указом Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». URL: <https://base.garant.ru/72838946/> (дата обращения: 10.10.23).

8. Muramatsu C., Hayashi Y., Sawada A. et al. Detection of retinal nerve fiber layer defects on retinal fundus images for early diagnosis of glaucoma // J Biomed Opt. – 2010. – Vol. 15, № 1. – P. 016021. DOI: 10.1117/1.3322388.

9. Using AI to predict retinal disease progression. URL: https://deepmind.com/blog/article/Using_ai_to_predict_retinal_disease_progression (дата обращения: 10.10.23).

10. Medeiros F. A., Jammal A. A., Thompson A. C. From machine to machine: An OCT-trained deep learning algorithm for objective quantification of glaucomatous damage in fundus photographs // Ophthalmology. – 2019. – Vol. 126, № 4. – P. 513–521. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.12.033.

11. RSA Легких. Обзор SBERMED AI. URL: <https://sbermed.ai/diagnostic-center/our-algorithms/rsa-legkikh/> (дата обращения: 10.10.23).

12. Зулкарнеев Р. Х., Юсупова Н. И., Сметанина О. Н., Гаянова М. М., Вульфин А. М. Методы и модели извлечения знаний из медицинских документов // Информатика и автоматизация. – 2022. – Т. 21, № 6. – С. 1169–1210. DOI: 10.15622/ia.21.6.4

13. Hu X., Nascimento T., Bender M., Hall T., Petty S. et al. Feasibility of a real-time clinical augmented reality and artificial intelligence framework for pain detection and localization from the brain // J Med Internet Res. – 2019. – Vol. 21, № 6. – P. e13594.

14. Qu Z., Lau C. W., Simoff S. J., Kennedy P. J., Nguyen Q. V., Catchpoole D. R. Review of innovative immersive technologies for healthcare applications // Innovations in Digital Health, Diagnostics, and Biomarkers. – 2022. – Vol. 2, № 2022. – P. 27–39. DOI: 10.36401/IDDB-21-04.

15. Verhey J. T., Haglin J. M., Verhey E. M., Hartigan D. E. Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery // The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery. – 2020. – Vol. 16, № 2. – P. e2067.

16. Powell W. Five ways virtual reality is improving healthcare // Independent.co.uk. URL: www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/five-ways-virtual-reality-is-improving-healthcare-a7801006.html (дата обращения: 10.10.23).

17. Abdullah S. S., Rostamzadeh N., Sedig K., Garg A. X., McArthur E. Visual analytics for dimension reduction and cluster analysis of high dimensional electronic health records // Informatics. – 2020. – Vol. 7, № 2. – P. 17.

18. Wynants L., Van Calster B., Collins G. S. et al. Prediction models for diagnosis and prognosis of COVID-19: systematic review and critical appraisal // Br Med J. – 2020. – Vol. 369. – P. m1328. DOI: 10.1136/bmj.m1328.

19. Лебедев Г. С., Фомина И. В., Шадеркин И. А., Лисенко А. А., Рябков И. В. и др. Основные направления

развития интернет технологий в здравоохранении (систематический обзор) // Социальные аспекты здоровья населения. – 2017. – Т. 57, № 5. – С. 10.

20. Постановление Правительства Москвы от 21.11.2019 № 1543-ПП (ред. от 01.06.2021) «О проведении эксперимента по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/563879961#64U0IK/> (дата обращения: 10.10.23).

21. Федеральный закон РФ от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 11.06.2022) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». URL: <https://base.garant.ru/12191967/> (дата обращения: 10.10.23).

22. Постановление Правительства РФ от 01.09.2020 № 1335 «О внесении изменения в пункт 2 Правил государственной регистрации медицинских изделий». URL: <https://base.garant.ru/74593040/> (дата обращения: 10.10.23).

23. Gartner identifies the top strategic technology trends for 2022. Analysts explore industry trends at gartner it symposium/Xpo 2021 Americas, October 18-21. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-10-18-gartner-identifies-the-top-strategic-technology-trends-for-2022> (дата обращения: 10.10.23).

24. Data and AI leadership executive survey 2022. NewVantage Partners LLC. URL: https://www.newvantage.com/_files/ugd/e5361a_bc4200d11bfb42478c782ad863e983eb.pdf (дата обращения: 10.10.23).

25. Исследование рынка коммерческой медицины в России. 2018–2019 годы. Компания EY. URL: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/ru_ru/news/2020/03/ey_healthcare_research_2018-2019_24032020.pdf (дата обращения: 10.10.23).

26. Технологии для работы с Big Data: готовность к использованию и основные барьеры. VK Cloud и Arenadata. URL: <https://mcs.mail.ru/promopage/bigdata-issledovanie/> (дата обращения: 10.10.23).

REFERENCES

1. WHO: Draft global digital health strategy 2020–2025. (In Russ.). Available at: https://www.who.int/docs/default-source/documents/200067-draft-global-strategy-on-digital-health-2020-2024-ru.pdf?sfvrsn=e9d760b3_2 (accessed: 10.10.23).

2. The Russian Federation State Programme «Development of Healthcare» was approved by Government Decree No. 1640 of 26.12.2017 «On Approval of the Russian Federation State Programme «Development of Healthcare». (In Russ.). Available at: <https://base.garant.ru/71848440/> (accessed: 10.10.23).

3. President's Address to the Federal Assembly. Moscow. 20.02.2019. Official website of the Kremlin. (In Russ.). Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/59863> (accessed: 10.10.23).

4. Presidential Decree No. 204 of 7 May 2018 «On the National Goals and Strategic Development Goals of the Russian Federation for the period until 2024». (In Russ.). Available at: <https://base.garant.ru/71848440/> (accessed: 10.10.23).

5. Presidential Decree No. 474 of 21.07.2020 «On the National Development Goals of the Russian Federation for the period until 2030». (In Russ.). Available at: <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1401794/> (accessed: 10.10.23).

6. World Bank, Information and Communications for Development 2018: Data-Driven Development (Washington D.C., 2019), p. 1. Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/digitaldevelopment/publication/data-drivendevelopment.print>. (accessed: 10.10.23).

7. The Russian Federation's federal project «Artificial Intelligence» was approved by Presidential Decree No. 490 of 10.10.2019 «On the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation». (In Russ.). Available at: <https://base.garant.ru/72838946/> (accessed: 10.10.23).

8. Muramatsu C., Hayashi Y., Sawada A. et al. Detection of retinal nerve fiber layer defects on retinal fundus images for early diagnosis of glaucoma // J Biomed Opt. 2010;15(1):016021. DOI: 10.1117/1.3322388.

9. Using AI to predict retinal disease progression. Available at: https://deepmind.com/blog/article/Using_ai_to_predict_retinal_disease_progression (accessed: 10.10.23).

10. Medeiros F. A., Jammal A. A., Thompson A. C. From machine to machine: An OCT-trained deep learning algorithm for objective quantification of glaucomatous damage in fundus photographs // Ophthalmology. 2019;126(4):513–521. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.12.033.

11. RSA Lung. SBERMED AI review. Available at: <https://sbermed.ai/diagnostic-center/our-algorithms/rsa-legkikh/> (accessed: 10.10.23). (In Russ.).

12. Zulkarneev R. H., Yusupova N. I., Smetanina O. N., Gayanova M. M., Vulfin A. M. Methods and models for knowledge extraction from medical documents // Informatics and automation. 2022;21(6):1169–1210. DOI: 10.15622/ia.21.6.4.

13. Hu X., Nascimento T., Bender M., Hall T., Petty S. et al. Feasibility of a real-time clinical augmented reality and artificial intelligence framework for pain detection and localization from the brain // J Med Internet Res. 2019;21(6):e13594. DOI: 10.2196/13594.

14. Qu Z., Lau C. W., Simoff S. J., Kennedy P. J., Nguyen Q. V., Catchpole D. R. Catchpole review of innovative immersive technologies for healthcare applications // Innovations in Digital Health, Diagnostics, and Biomarkers. 2022;2(2022):27–39. DOI: 10.36401/IDDB-21-04.

15. Verhey J. T., Haglin J. M., Verhey E. M., Hartigan D. E. Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery // The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery. 2020;16(2):e2067.

16. Powell W. Five ways virtual reality is improving healthcare. 2019. Accessed Dec 11, 2019. Available at: www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/five-ways-virtual-reality-is-improving-healthcare-a7801006.html (accessed: 10.10.23).

17. Abdullah S. S., Rostamzadeh N., Sedig K., Garg A. X., McArthur E. Visual analytics for dimension reduction and cluster analysis of high dimensional electronic health records // Informatics. 2020;7(2):17.

18. Wynants L., Van Calster B., Collins G. S. et al. Prediction models for diagnosis and prognosis of COVID-19: systematic review and critical appraisal // Br Med J. 2020;369:m1328. DOI: 10.1136/bmj.m1328.

19. Lebedev G. S. S., Fomina I. V., Shaderkin I. A., Lisnenko A. A., Ryabkov I. V. et al. Main directions of development of Internet technologies in healthcare (systematic review) // Social aspects of public health. 2017;57(5):10. (In Russ.).

20. Decree of the Government of Moscow of 21.11.2019 No. 1543-PP (revised on 01.06.2021) «On conducting an experiment on the use of innovative technologies in the field of computer vision for medical image analysis and further application in the healthcare system of the city of Moscow». (In Russ.). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/563879961#64U0IK/> (accessed: 10.10.23).

21. Federal Law of the Russian Federation of 21.11.2011 No. 323-FZ (version of 11.06.2022) «On the Fundamentals of Health Protection in the Russian Federation». (In Russ.). Available at: <https://base.garant.ru/12191967/> (accessed: 10.10.23).

22. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1335 of 01.09.2020 «On Amendments to Paragraph 2 of the Rules for State Registration of Medical Devices». (In

Russ.). Available at: <https://base.garant.ru/74593040/> (accessed: 10.10.23).

23. Gartner Identifies the Top Strategic Technology Trends for 2022. Analysts Explore Industry Trends at Gartner IT Symposium/Хро 2021 Americas, October 18-21. Available at: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-10-18-gartner-identifies-the-top-strategic-technology-trends-for-2022> (accessed: 10.10.23).

24. Data and AI leadership executive survey 2022. New Vantage Partners LLC. Available at: https://www.newvantage.com/_files/ugd/e5361a_bc4200d11bfb42478c782ad863e983eb.pdf (accessed: 10.10.23).

25. Commercial medicine market research in Russia. 2018–2019. EY. Available at: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/ru_ru/news/2020/03/ey_healthcare_research_2018-2019_24032020.pdf (accessed: 10.10.23).

26. Technologies for working with Big Data: Readiness for use and main barriers. VK Cloud and Arenadata. Available at: <https://mcs.mail.ru/promopage/bigdata-issledovanie/> (accessed: 10.10.23).

Информация об авторах

Афонин Алексей Николаевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры судебной медицины и правоповедения, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0006-9939-3669; **Киселева Наталья Николаевна**, независимый эксперт, (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0000-7927-8125; **Яременко Андрей Ильич**, доктор медицинских наук, профессор, проректор по учебной работе, зав. кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-7700-7724; **Вишняков Николай Иванович**, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой общественного здоровья и здравоохранения с курсом экономики и управления здравоохранением, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0001-9362-4514.

Information about authors

Afonin Alexey N., Cand. of Sci. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Forensic Medicine and Jurisprudence, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0006-9939-3669; **Kiseleva Natalia N.**, Independent Expert, (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0000-7927-8125; **Yaremenko Andrej I.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Vice Rector for Academic Affairs, Head of the Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-7700-7724; **Vishnyakov Nikolaj I.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Public Health and Healthcare with a Course in Economics and Healthcare Management, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0001-9362-4514.