

Основные направления цифровизации в области здравоохранения

Е. Р. Орлова¹, И. Е. Бочарова¹, Т. Е. Козенко², А. М. Федотова²

¹Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются возможности цифровой трансформации здравоохранения. Целью исследования является оценка достигнутых результатов в области цифрового здравоохранения и выделение его ключевых направлений. На основании анализа рынка умных медицинских технологий и искусственного интеллекта были выявлены темпы роста и популяризации применений цифровых технологий. В работе были применены методы графического, горизонтального и логического анализа, обобщения и систематизации данных.

Ключевые слова: здравоохранение, цифровизация, медицина, искусственный интеллект.

DOI 10.14357/20718632230202

Введение

Состояние современного мира определяет вектор его развития в будущем. Сегодня невозможно представить жизнь без цифровых устройств, настолько они закрепились в повседневности и срослись со всеми сферами деятельности человека. Переход на новые форматы работы, перевод в онлайн среду всех производственных процессов можно назвать одной из основных задач на пути к цифровому обществу. Это касается всех сфер жизни человека, в том числе и здравоохранения [1-3].

На протяжении уже 10 лет сфера здравоохранения динамично перестраивается в соответствии с национальными приоритетами развития цифрового общества. Государство поддерживает данные преобразования финансированием и предоставлением возможности повышения квалификации медицинских работников.

В последние годы из-за пандемии COVID-19 теме цифровизации в здравоохранении уделялось большое внимание. Пандемия оказала сильное

воздействие на все отрасли жизни, в особенности на здравоохранение, показав необходимость ускорения развития и продвижения информационно-коммуникативных технологий (ИКТ) [1, 4]. В России развитие ИКТ особенно актуально из-за обширности территорий и малозаселенных районов, находящихся в отдаленных от медицинских центров местах, и нехватки специалистов.

В качестве предпосылок для цифровизации здравоохранения можно рассматривать достижения в развитии робототехники, наличие огромных информационных массивов, которые можно трансформировать в цифровой формат, и многое другое.

Государство всячески поддерживает цифровые проекты в здравоохранении. Переход на цифровой формат некоторых процессов может обеспечить экономию времени как врача, так и пациента, упростить доступ к информации о состоянии здоровья пациента и преемственность лечения при переводе пациента в другое лечебное учреждение.

Тема цифровизации здравоохранения продолжает активно развиваться в постпандемические годы. Многие авторы освещали эту проблему. Цифровое здравоохранение как новую реальность и будущее отрасли определяли [5-9]. Проблема оценки применения отдельных цифровых инструментов в здравоохранении определенных стран и регионов занимались [10-13] и др.

Анализ и оценка перечисленных выше работ российских и зарубежных авторов показывают, что цифровая медицина продолжает развиваться, переходит на принципиально новый уровень взаимодействия между врачом и пациентом, врачом и медучреждением, медучреждениями по отдельности. В связи с вышесказанным цель исследования заключается в оценке достигнутых результатов в области цифрового здравоохранения и выделении будущих ключевых направлений цифрового здравоохранения.

1. Материалы исследования

В последние годы все больше внимания уделяется здоровому образу жизни и бережному отношению к своему телу. Постоянный мониторинг состояния своего здоровья и регулярные консультации с врачами являются важной частью здорового образа жизни. Развитие цифровых медицинских технологий и телемедицины обеспечивает реализацию этих потребностей. Однако отсутствие соответствующих знаний об алгоритмах работы данных технологий, низкая информированность населения о работе с ними препятствуют широкому распространению подобных инструментов в системе здравоохранения. Поэтому задачи нашего исследования заключаются в систематизации и анализе происходящих изменений и определении основных трендов развития здравоохранения в будущем.

В качестве базы для анализа были использованы программы цифровизации здравоохранения и соответствующие нормативно-правовые акты. Оценка динамики развития рынка цифровых инструментов была проведена на основе аналитических отчетов компаний по итогам реализации национальных проектов. В ходе исследования для обработки цифрового материала был применен графический и горизонтальный анализ, для получения выводов

применялись методы обобщения, систематизации данных и логического анализа.

2. Результаты исследования

Цифровое здравоохранение представляет собой отдельную подотрасль здравоохранения, позволяющую оптимизировать некоторые процессы предоставления медицинских услуг. Цифровая медицина – это система знаний и практических навыков по диагностике, профилактике и лечению заболеваний, сохранению и укреплению здоровья. Фактически понятие цифровой медицины вытекает из понятия цифрового здравоохранения, т.е. является его составляющей [14].

Представленная на Рис. 1 цифровая архитектура доказывает, что преобразования продолжают до сих пор и требуют строгого регулирования. Совершенствование цифровых сервисов и объединение их в единую цифровую систему – это единственный путь аккумулирования и использования больших массивов данных по пациентам, статистике заболеваний и медицинских протоколов.

Цифровые продукты позволяют существенно улучшить многие процессы. При этом они не отменяют традиционных контактных форм лечения, однако их использование позволяет значительно сократить время, затраченное на посещение врача. Можно сказать, что цифровые технологии провели своеобразную революцию в обществе, поменяв отношение населения к собственному здоровью. На Рис. 2 приведен график динамики рынка умных медицинских технологий, согласно отчету компании Roland Berger analysis.

В соответствии с представленным графиком, рынок умных медицинских технологий активно растет, и прогнозируется, что он будет расти и далее. Планируется, что общий рост рынка к 2025 году составит 731% от объема в 2015 году. Объем рынка дистанционного здоровья вырастет на 60%, сектор мобильного здоровья увеличится на 583%, электронных карт – на 764%, телемедицины – на 2487% [14-16].

Из сказанного выше следует, что рынок умных медицинских технологий быстро растет и расширяется, привлекая все большее внимание людей к своему здоровью, осуществляя

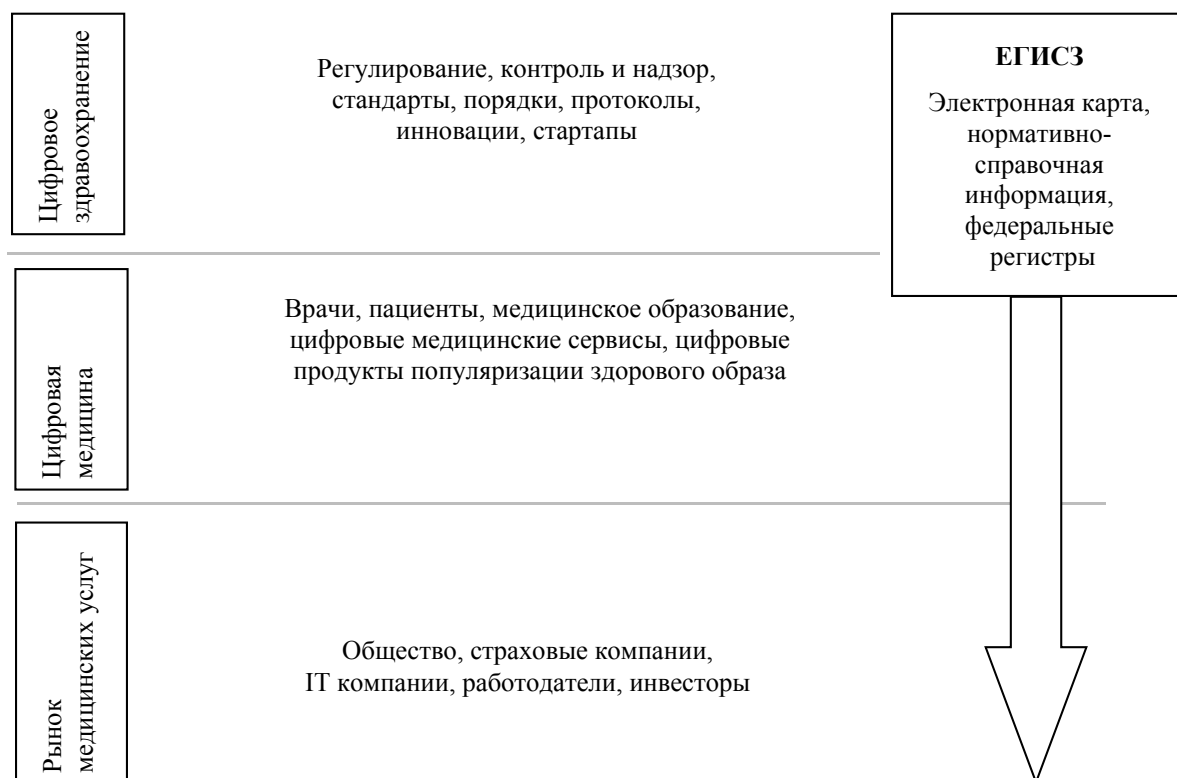


Рис. 1. Архитектура цифрового преобразования здравоохранения [15]

с помощью мобильных устройств постоянный мониторинг биоданных.

Появление все новых мобильных устройств, помогающих, например, измерить уровень глюкозы в крови или частоту сердечных сокращений, отслеживающих апноэ во время сна, позволяет контролировать состояние здоровья пациента в любое время без длительных лабораторных тестов. Однако количество данных, предоставляемых этими устройствами, велико. В короткое время проанализировать и обработать их одному врачу весьма сложно. Поэтому возникает потребность в использовании специальных алгоритмов, созданных на основе искусственного интеллекта [17-19].

Искусственный интеллект (ИИ) можно назвать одной из самых актуальных тем сегодняшнего дня. Его широко применяют во всех областях народного хозяйства, где требуется быстрая обработка больших объемов данных. По исследованиям Marketsandmarkets, (Рис. 3) объем мирового рынка технологий ИИ в 2021 году составлял 81 млрд \$ и, более того, он продолжает расти.

По положительному прогнозу динамики рынка ИИ к 2027 году, можно сделать вывод о том, что данные технологии будут широко востребованы в мире, в том числе и в сфере здравоохранения. Ожидается, что технологии ИИ в медицине будут применяться для обработки большого объема данных из глобальных информационных источников, для поиска закономерностей, структурирования информации, ее анализа, визуализации и т.п.

Внедрение технологий ИИ в медицину можно видеть уже сейчас. Формируется глобальная сеть медицинских учреждений, связанных между собой в цифровой среде, разрабатывается единая карта пациента. Это может обеспечить комплексность и преемственность лечения одного пациента в различных медицинских учреждениях и сервисах при телемедицинском обслуживании. Пациенту это позволит сократить время, потраченное на поиск своих медицинских документов и передачу их в другое лечебное учреждение, а также даст свободный доступ к информации о своем здоровье [20-22].

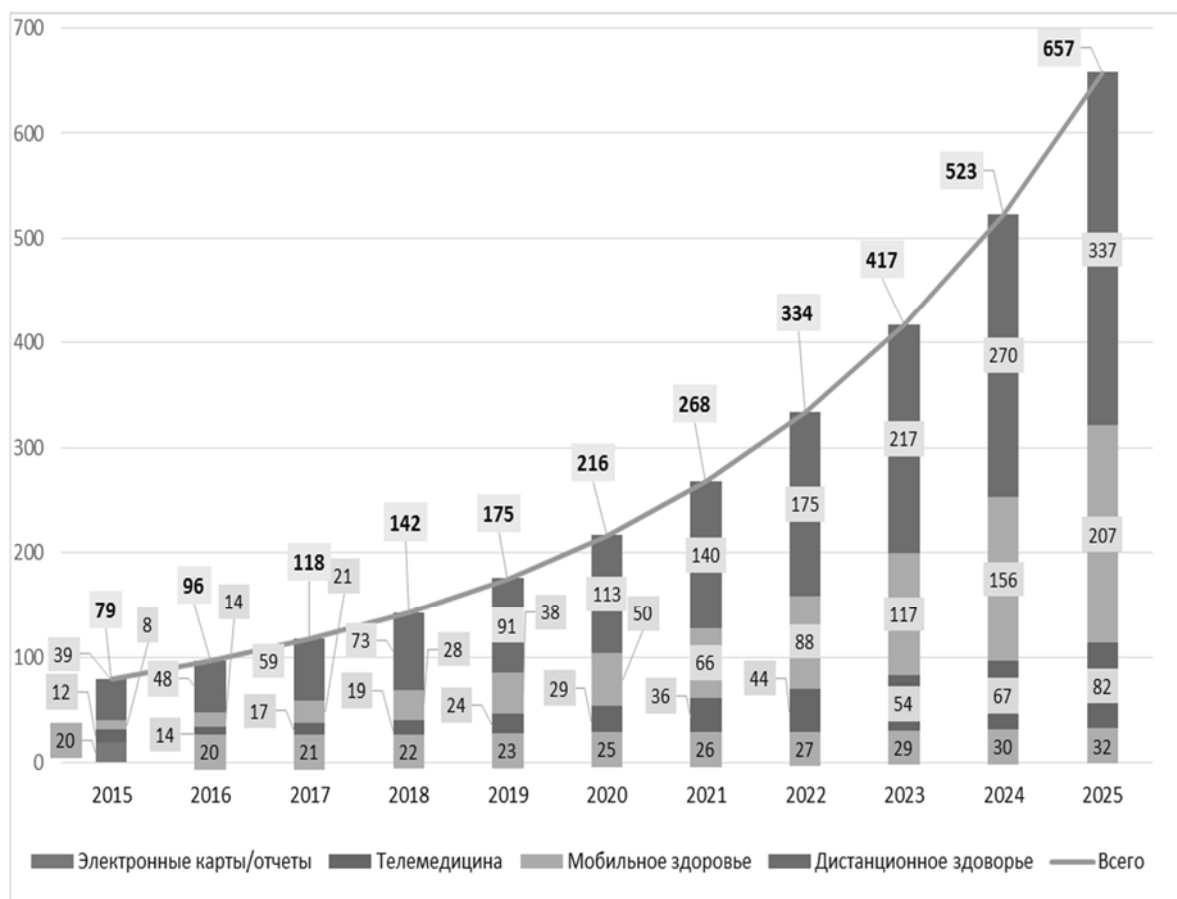


Рис. 2. Динамика мирового рынка умных медицинских технологий, млрд \$ [14]

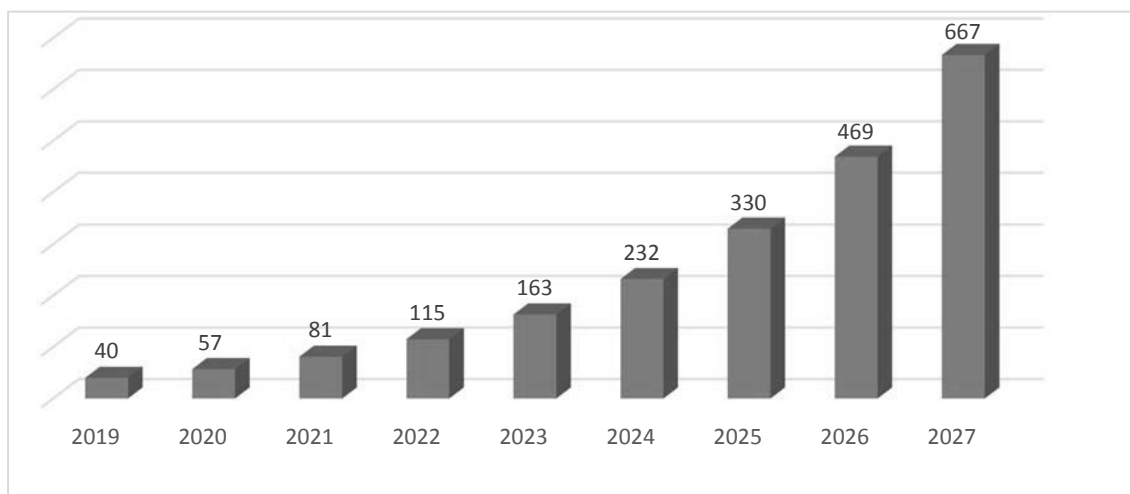


Рис. 3. Объем мирового рынка ИИ, млрд \$ [14]

В России с этой целью был принят Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)».

На Рис. 4 представлен механизм работы ЕГИСЗ в отношении отдельного лечебного учреждения и пациента. Система работает на всех уровнях (федеральном, региональном и

муниципальном) и с помощью электронных сигналов и обмена информацией выстраивает единую цифровую систему, где работает и врач, и медицинское учреждение, и аптека, и пациент, получающий медицинские услуги. Центры обработки данных, как на федеральном, так и региональных уровнях, выступают хранилищами информации - электронных карт пациента в частности, к которым есть доступ



Рис. 4. Механизм работы ЕГИСЗ [15, 16]

у всех участников системы. Они фиксируют всю собранную о пациенте информацию и передают ее на следующий уровень. Конечным уровнем является врач, который на основе поступивших данных должен принимать решения для последующих действий в отношении пациента. Однако доступ к персональной информации пациента существует лишь у нескольких участников процесса, а именно: у врача, администраторов ЦОД, администраторов медицинских учреждений, исключая самого пациента. Сделано это для устранения угрозы кибератак, похищения персональных данных и сохранения врачебной тайны.

Сейчас механизм работы ЕГИСЗ находится на стадии формирования, уже выполняются поставленные задачи. Однако без подключения

полностью всех медицинских учреждений к цифровому контуру полноценного взаимодействия ожидать трудно [23; 24].

Расширение практики внедрения ИИ на основе машинного обучения дает возможность развивать новые направления в медицине, ускорять процессы идентификации и обработки данных, заменять рутинные процессы роботизированными алгоритмами и оптимизировать процесс медицинского обслуживания [25; 26] (Рис. 5). Все это требует повсеместного внедрения стандартов практики применения технологий ИИ [18], которые и были представлены в ноябре 2021 года Техническим комитетом по стандартизации №164.

Данный процесс будет продолжаться до 2027 года, так как запланирована разработка

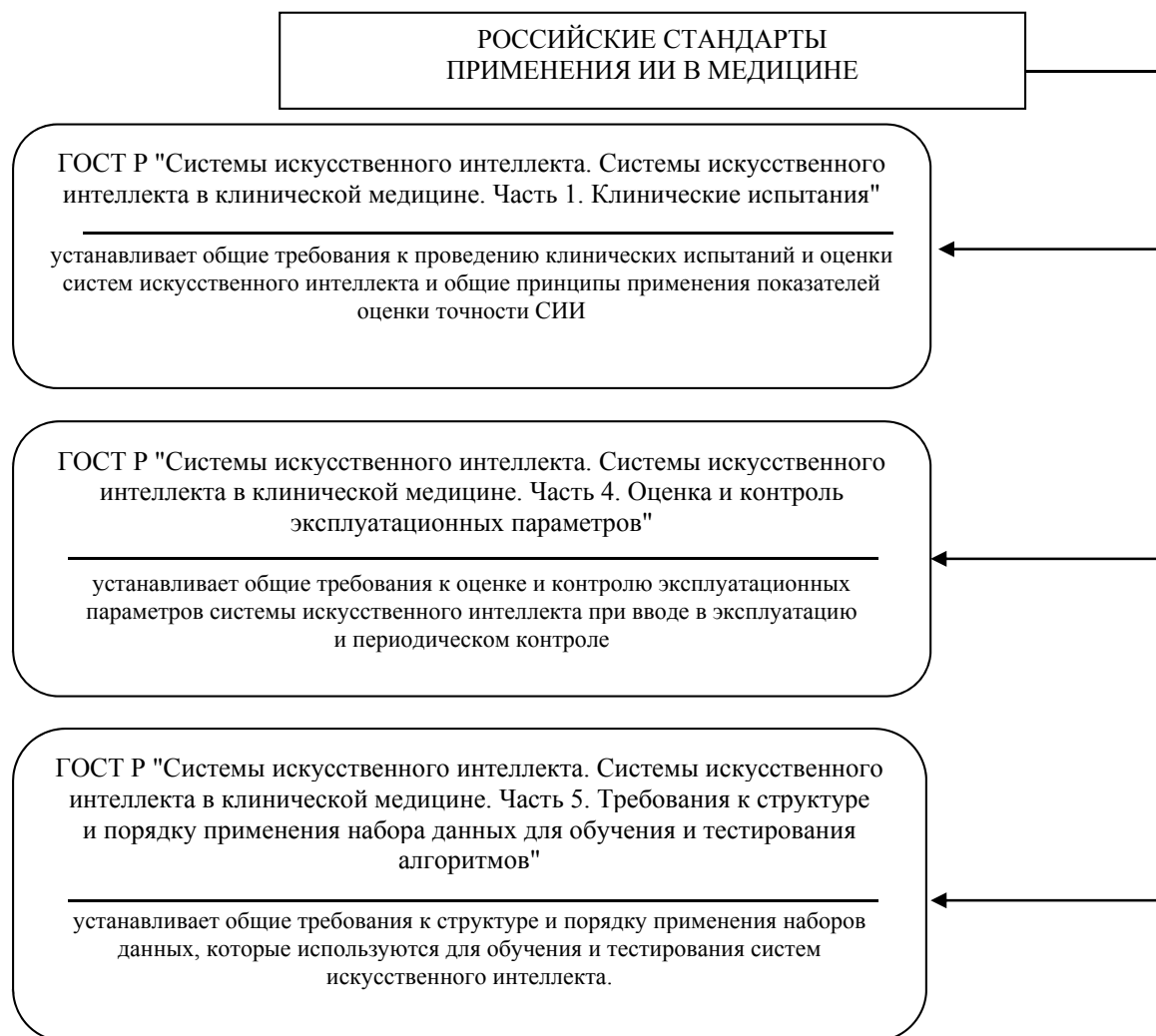


Рис. 5. Российские стандарты по применению ИИ в медицине [18]

ещё 50 стандартов и, кроме того, появляются новые интеллектуальные решения с использованием ИИ.

Заключение

Сфера здравоохранения претерпевает закономерные изменения в соответствии с новыми тенденциями развития общества. Изменения затронули такие вопросы, как персонификация данных пациентов и врачей, сохранность медицинской информации, новые методы верификации, валидации клинических дистанционных исследований. Вместе с тем, цифровизация открыла перед медициной новые пути диагностики и лечения заболеваний, 3D-моделирование, самодиагностику с помощью специальных приспособлений, развитие синтетической биологии. Однако при использовании данных устройств человек может нанести себе определенный вред, поэтому необходим определенный контроль со стороны государства. С этой точки зрения необходима разработка стандартов, регламентирующих порядок пользования цифровыми технологиями и контроль их безопасности.

Однако у цифровизации остается ряд проблем:

- кибербезопасность личных данных;
- отсутствие заинтересованности у некоторых медицинских учреждений в подключении к ЕСИГЗ и обмене данными, без чего сама система не сможет эффективно функционировать;
- недостаточность квалификации при работе с информационными базами данных как многих медицинских работников, так и пациентов;
- отсутствие доверия со стороны медперсонала и пациентов к цифровым технологиям.

В завершение необходимо подчеркнуть, что цифровые технологии призваны помогать в процессе лечения. Их внедрение в медицину вовсе не означает, что они полностью заменят врача. Наоборот, они должны повышать качество и результативность предоставляемых врачом услуг. Дистанционное консультирование позволяет эффективнее взаимодействовать врачу и пациенту, экономит их время, дает возможность быть все время на связи, а мобильные устройства, осуществляющие постоянный мониторинг состояния пациента, позволяют своевременно реагировать на изменения состо-

яния здоровья и оперативно вносить коррективы в процесс лечения. Однако малая информированность населения о работе цифровых систем и вытекающее из этого недоверие значительно тормозят развитие этого направления, поэтому помимо разработки цифровых инструментов необходимо повышение цифровой грамотности всех участников данного процесса.

Литература

1. COVID-Tech: технологии против пандемии (2021). <https://ict.moscow/news/covid-tech-landscape>. Accessed 2 Jan 2022.
2. Essen A. et al. (2018) Patient access to electronic health records: Differences across ten countries Health Policy and Technology 7(1): 44-56.
3. Gilbert FJ et al (2008) Single reading with computer-aided detection for screening mammography New England j. of medicine 359: 1675-1684.
4. Goetz Goldberg D, Kuzel AJ, Feng LB, DeShazo JP, Love LE (2012) EHRs in primary care practices: benefits, challenges, and successful strategies Am J Manag Care 18(2): 48-54.
5. Карпов ОЭ, Акаткин ЮМ, Коняевский ВА, Микерин ДС (2016) Цифровое здравоохранение в цифровом обществе М.: Деловой экспресс.
6. Plowman RS, Peters-Strickland T, Savage GM (2018) Digital medicines: clinical review on the safety of tablets with sensors Expert opinion on drug safety 17(9): 849-852.
7. Муслимов МИ (2018) Цифровое здравоохранение - как фактор революционных преобразований в отрасли Current problems of health care and medical statistics 3: 63-73.
8. Морозова ЮА (2020) Цифровая трансформация российского здравоохранения как фактор развития отрасли Интеллект. Инновации. Инвестиции 2: 36-47.
9. Карцхия АА (2021) Цифровая медицина – реальность сегодняшнего дня Экономические и социальные проблемы России 2: 132-142.
10. Wyber R, Vaillancourt S, Perry W, Mannava P, Folaranmi T, Celi LA (2015) Big data in global health: improving health in low-and middle-income countries Bulletin of the World Health Organization 93: 203-208.
11. Spil Ton AM, Cellucci Leigh W (2015) Electronic health records across the nations Health Policy and Technology 4: 89-90.
12. Давидович ЕИ, Кугач ВВ (2018) Информатизация медицины и формации в Азиатском и Австралийском регионах Вестник фармации 1(79): 77-87.
13. Васин АГ, Свиркин МВ, Балыкина ЮЕ, Акулин ИМ (2019) Развитие системы здравоохранения России: анализ внедрения электронной медицинской карты на примере Санкт-Петербурга Дискуссия 95: 48-60.
14. Marketsandmarkets. Industrial Robotics Market. (2019). Retrieved from: URL:

- <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/Industrial-Robotics-Market-643.html>. Accessed 2 Jan 2022.
15. Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (2019). <http://government.ru/info/35561/>. Accessed 20 Jan 2022.
 16. Национальная технологическая инициатива «ХелсНет» (2021). <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/23/stranitsa-967/natsionalnaya-tehnologicheskaya-initsiativa-helsnet>. Accessed 20 Jan 2022
 17. Report Health 4.0 made in Germany (2019). Retrieved from: <https://www.gtai.de/resource/blob/4340/c18e32891211674a19e3922608f21c53/presentation-dmea-2019-kaltenbach-roland-berger-data.pdf>. Accessed 20 Jan 2022
 18. Национальные стандарты (2021). <https://www.tc164.ru/>. Accessed 20 Jan 2022.
 19. Конституция РФ (2022). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/. Accessed 20 Jan 2022
 20. Nguyen L, Bellucci E, Nguyen LT (2014) Electronic health records implementation: an evaluation of information system impact and contingency factors Int J Med Inform 83(11): 779-796.
 21. White T (2018) High-tech health: How digital medicine is improving patient care Stanford medicine. Retrieved from: URL: <https://stanmed.stanford.edu/2018fall/digital-medicine-improve-patientcare.html> Accessed 20 Jan 2022
 22. Topol EJ (2019) High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence Nature medicine 25: 44-56.
 23. Shandora N (2020) Цифровизация системы здравоохранения: опыт и перспективы Наука и инновации 2: 23-35.
 24. Давыдов Д (2018) IT в медицине Digital Health: инновационное мероприятие по цифровой медицине. <https://blog.mednote.life/articles/digital-health-innovacionnoe-meropriyatiepo-cifrovoy-medicine>. Accessed 2 Jan 2022
 25. Копаница Г, Цветкова Ж (2013) Европейский опыт и пути развития информатизации системы здравоохранения Врач и информационные технологии 1: 49-53.
 26. Лень ЛС, Никулина ТН (2016) Управление медицинским учреждением в современных условиях: проблемы и пути решения Вестник АГТУ Экономика 2: 73-80.

Орлова Елена Рюальдовна. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия, зав. отделом, доктор экономических наук, профессор. Область научных интересов: проблемы социально-экономического развития региона, инвестиционное развитие, цифровая трансформация. E-mail: orlova@isa.ru

Ирина Евгеньевна Бочарова. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия, инженер-исследователь. Область научных интересов: проблемы социально-экономического развития региона, инвестиционное развитие, цифровая трансформация. E-mail: maka.ira28@yandex.ru

Татьяна Евгеньевна Козенко. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, Россия, ассистент кафедры Хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Область научных интересов: проблемы цифровизации здравоохранения, информационные технологии в медицине. E-mail: tat.kozenko@yandex.ru

Аюна Мингияновна Федотова. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, Россия, студентка. Область научных интересов: проблемы цифровизации здравоохранения, информационные технологии в медицине. E-mail: i_fedotova03@bk.ru

The Main Trends of Digitalization in the Field of Healthcare

E. R. Orlova¹, I.E. Bocharova¹, T. E. Kozenko¹, A. M. Fedotova¹

¹ Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

¹ FSBEI HE «Volgograd State Medical University», Volgograd, Russia

Abstract. In this article the authors regard possibilities of healthcare digital transformation development. The purpose of the study is to assess the results achieved in the field of digital healthcare and identify its key trends. Based on the analysis of the market of smart medical technologies and artificial intelligence, the growth rates and popularization of digital technology applications were revealed. The methods of graphical, horizontal and logical analysis, generalization and systematization of the data were used in the work.

Keywords: healthcare, digitalization, medicine, artificial intelligence.

DOI 10.14357/20718632230202

References

- COVID-Tech: Technologies against a pandemic (2021). <https://ict.moscow/news/covid-tech-landscape>. Accessed 2 Jan 2022.
- Essen A. et al. (2018) Patient access to electronic health records: Differences across ten countries *Health Policy and Technology* 7(1): 44-56.
- Gilbert FJ et al (2008) Single reading with computer-aided detection for screening mammography *New England j. of medicine* 359: 1675-1684.
- Goetz Goldberg D, Kuzel AJ, Feng LB, DeShazo JP, Love LE (2012) EHRs in primary care practices: benefits, challenges, and successful strategies *Am J Manag Care* 18(2): 48-54.
- Marketsandmarkets. Industrial Robotics Market. (2019). Retrieved from: [URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/Industrial-Robotics-Market-643.html](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/Industrial-Robotics-Market-643.html). Accessed 2 Jan 2022.
- Nguyen L, Bellucci E, Nguyen LT (2014) Electronic health records implementation: an evaluation of information system impact and contingency factors *Int J Med Inform* 83(11): 779-796.
- Plowman RS, Peters-Strickland T, Savage GM (2018) Digital medicines: clinical review on the safety of tablets with sensors *Expert opinion on drug safety* 17(9): 849-852.
- Report Health 4.0 made in Germany (2019). Retrieved from: [URL: https://www.gtai.de/resource/blob/4340/c18e32891211674a19e3922608f21c53/presentation-dmea-2019-kaltenbach-roland-berger-data.pdf](https://www.gtai.de/resource/blob/4340/c18e32891211674a19e3922608f21c53/presentation-dmea-2019-kaltenbach-roland-berger-data.pdf). Accessed 20 Jan 2022.
- Shandora N (2020) Digitalization of the healthcare system: Experience and prospects *Science and Innovation* 2: 23-35.
- Spil Ton AM, Cellucci Leigh W (2015) Electronic health records across the nations *Health Policy and Technology* 4: 89-90.
- Topol EJ (2019) High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence *Nature medicine* 25: 44-56.
- White T (2018) High-tech health: How digital medicine is improving patient care *Stanford medicine*. Retrieved from: [URL: https://stanmed.stanford.edu/2018fall/digital-medicine-improve-patientcare.html](https://stanmed.stanford.edu/2018fall/digital-medicine-improve-patientcare.html) Accessed 20 Jan 2022.
- Wyber R, Vaillancourt S, Perry W, Mannava P, Folaranmi T, Celi LA (2015) Big data in global health: improving health in low-and middle-income countries *Bulletin of the World Health Organization* 93: 203-208.
- Vasin AG, Svirkin MV, Balykina YUE, Akulin IM (2019) Development of the Russian healthcare system: analysis of the introduction of electronic medical records on the example of St. Petersburg *Discussion* 95: 48-60.
- Davidovich YEI, Kugach BB (2018) Informatization of medicine and formation in the Asian and Australian regions *Bulletin of Pharmacy* 1(79): 77-87.
- Davydov D (2018) IT in medicine *Digital Health: an innovative event on digital medicine*. <https://blog.mednote.life/articles/digital-health-innovacionnoe-meropriyatiepo-cifrovoy-medicine>. Accessed 2 Jan 2022.
- Karpov OE, Akatkin YUM, Konyavsky VA, Mikerin DS (2016) *Digital healthcare in a digital society M.: Business Express*.
- Kartskhiya AA (2021) Digital medicine – the reality of today's Economic and social problems of Russia 2: 132-142.
- Constitution of the Russian Federation (2022). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/. Accessed 20 Jan 2022.
- Kopanitsa G, Tsvetkova Zh (2013) European experience and ways of development of informatization of the healthcare system *Doctor and information technologies* 1: 49-53.
- Laziness LS, Nikulina TN (2016) Management of a medical institution in modern conditions: problems and solutions *Bulletin of AGTU Economics* 2: 73-80.
- Morozova SA (2020) Digital transformation of Russian healthcare as a factor in the development of the Intelligence industry. *Innovation. Investments* 2: 36-47.
- Muslimov MI (2018) Digital Healthcare - as a factor of revolutionary transformations in the industry *Current problems of health care and medical statistics* 3: 63-73.
- National Technology Initiative "HelsNet" (2021). <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/23/stranitsa-967/natsionalnaya-tehnologicheskaya-initsiativa-helsnet>. Accessed 20 Jan 2022.
- National standards (2021). <https://www.tc164.ru/>. Accessed 20 Jan 2022.
- Passport of the national project "Healthcare" (2019). <http://government.ru/info/35561/>. Accessed 20 Jan 2022.

Orlova E. R. Doctor of Economics, Professor, Head of Department, Federal Research Center "Computer Sciences and Control" RAS, Russia (Moscow), 9 Prosp. 60—Letia Oktyabrya, Moscow, 117312, Russia, e-mail: orlova@isa.ru

Bocharova I. E. Engineer-researcher Research Center "Computer Sciences and Control" RAS, Russia (Moscow), 9 Prosp. 60—Letia Oktyabrya, Moscow, 117312, Russia, e-mail: maka.ira28@yandex.ru

Kozenko T. E. Assistant, Volgograd State Medical University, Russian (Volgograd), sq. of the Fallen Fighters, Volgograd, 400131, Russia, e-mail: tat.kozenko@yandex.ru

Fedotova A. M. Student, Volgograd State Medical University, Russian (Volgograd), sq. of the Fallen Fighters, Volgograd, 400131, Russia, e-mail: i_fedotova03@bk.ru