

# Цифровая трансформация системы здравоохранения

Е.Р. Орлова<sup>1</sup>, М.Н. Перельгина<sup>II</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»  
Российской академии наук», г. Москва, Россия

<sup>II</sup> ФГБОУ ВО «Дубна», Дубна, Россия

**Аннотация.** В статье проведен краткий анализ направлений развития цифровой экономики в стране в целом, и в сфере здравоохранения, в частности. Изучены теоретические и методологические подходы к использованию информационных технологий в медицине. Показано, что на первых порах цифровая трансформация в здравоохранении была в основном связана с автоматизацией рутинных процессов. Сейчас наряду с автоматизацией полным ходом идет цифровизация, нацеленная на создание интеллектуальных производственных систем, способных адаптироваться к изменениям в реальном времени. Но необходимо подчеркнуть, что цифровые технологии в первую очередь призваны совершенствовать систему здравоохранения, повышать качество и результативность медицинской помощи. Внедрение цифровых технологий в медицину вовсе не означает, что они полностью заменят врача.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, автоматизация, цифровизация, сфера здравоохранения, искусственный интеллект, роботизация, большие данные.

**DOI:** 10.14357/20790279250203 **EDN:** HHJW7

## Введение

Развитие цифровой экономики началось одновременно с появлением первых компьютеров, массовое распространение оно получило с разработкой бытовых приборов, основанных на микропроцессорах. Значительную роль в поддержке цифровой экономики играет государство, осуществляющее охрану интеллектуальной промышленной собственности; создающее инновационную инфраструктуру; реализующее мониторинг и прогнозирование инновационных процессов; ищущее и внедряющее передовые и наиболее эффективные технологии. [1] В Российской Федерации, наряду с другими развитыми странами, процесс развития и распространения цифровой экономики идет давно, но только в 2017 г. он был зафиксирован в программе «Цифровая экономика Российской Федерации». [2]

В Программе цифровой экономики важнейшее место занимают вопросы возможности применения современных информационных технологий (ИТ) в различных отраслях промышленности, здравоохранения, науки, культуры, социальной сферы. Наиболее часто, говоря о направлениях внедрения цифровых технологий выделяют:

– технологии Big Data и искусственный интеллект (ИИ),

- роботизацию;
- цифровые двойники;
- технологии дополненной (AR) и виртуальной реальности (VR);
- промышленный интернет вещей (IoT);
- 3D-моделирование и 3D-печать;
- BIM (Building Information Modeling) – технологии.

Причем вышеназванные технологии могут быть реализованы практически во всех отраслях, начиная со строительства и заканчивая медициной.

## 1. Материалы исследования

В данной статье основное внимание уделяется особенностям развития цифровой экономики, цифровой трансформации системы здравоохранения. Поэтому постараемся более четко определиться с тем, что она собой представляет.

Здравоохранение – это система социально-экономических и медицинских мероприятий, цель которых заключается в сохранении и повышении уровня здоровья каждого отдельного человека и населения в целом, а также во внесении положительного вклада в развитие общественного производства, обеспечении доступного уровня ме-

дицинского обслуживания населения. При этом здравоохранение рассматривают в двух аспектах:

- 1) как отрасль хозяйства – экономическая составляющая (хозяйственные формы, в рамках которых совершается профессиональная деятельность);
- 2) как область человеческой деятельности, которая представляет профессиональную составляющую (содержательный аспект медицинской деятельности).

В настоящее время информационные технологии являются одним из приоритетов развития сферы здравоохранения во всем мире, ежегодно этот рынок увеличивается на четверть. Ожидается, что данный процесс сможет обеспечить прорыв в доступности и качестве услуг без роста расходов на здравоохранение [3].

Следует отметить, что процесс цифровой трансформации состоит как минимум из двух этапов. Сначала идет автоматизация, а затем цифровизация. Автоматизация направлена на повышение производительности и снижение издержек, в то время как цифровизация нацелена на создание интеллектуальных производственных систем, способных адаптироваться к изменениям в реальном времени.

Поэтому на первых порах цифровая трансформация в здравоохранении была в основном связана с автоматизацией рутинных процессов и внедряемые информационные технологии были нацелены на:

- учет и ведение требуемой медицинской документации;
- создание и дальнейшее развитие аналитических схем для принятия решений и контроля использования ресурсов в сфере здравоохранения;
- рост электронного документооборота и улучшение качества компьютерного оборудования;
- создание более совершенного программного обеспечения, отвечающего поставленным целям и имеющего соответствующий уровень защиты.

Наиболее ощутимыми выгодами от внедрения перечисленных медицинских информационных технологий стало сокращение количества действий с картами, снижение времени, затрачиваемого на проведение поиска необходимой информации и возможность копирования записей; экономия затрат на лекарственные препараты; сокращение затрат на лабораторные и радиологические исследования; уменьшение сроков госпитализации; выгоды администрирования при работе с платежными документами и др.

При анализе эффективности применения информационных технологий в здравоохранении наиболее сложной проблемой является количе-

ственная оценка результатов их внедрения. Считается, что при их реализации проще посчитать затраты. Результаты же выражаются, как правило, не стоимостными, а качественными показателями: совершенствованием медицинского обслуживания, облегчением работы медицинского персонала, улучшением здоровья пациентов и др. [1]

Анализируя нынешнюю ситуацию, можно констатировать, что наряду с продолжающейся автоматизацией типовых задач все большее значение приобретает цифровизация, ориентированная на широкое внедрение медицинских роботов, использование цифровых двойников, нацеленная на применение в здравоохранении искусственного интеллекта (алгоритмов машинного обучения, нейросетей, обработки естественного языка).

Во всем мире примерно 40% отраслей здравоохранения регулярно используют искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения.

Согласно данным издания AI in Healthcare Statistics рынок искусственного интеллекта (ИИ) в мире к 2030 году достигнет 187,95 млрд долл.

#### Artificial intelligence (AI) in healthcare market size worldwide from 2021 to 2030

(in billion U.S. dollars)

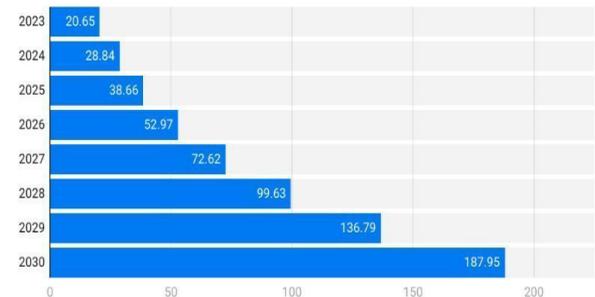


Рис. 1. Объем рынка искусственного интеллекта в здравоохранении в мире в период с 2023 по 2030 годы, млрд. долл. (AI in Healthcare Statistics)<sup>1</sup>

Российский рынок медицинских услуг, использующий ИИ, также год от года растет. По данным агентства Smart Ranking в 2023 году российский рынок медицинских технологий увеличился на 27 %, до 46,63 млрд руб. в первую очередь за счет использования медицинских роботов и искусственного интеллекта.

Если говорить о роботизации, то ее преимущества в медицине невероятны. Например, благодаря роботам можно значительно снизить количество ошибок, совершаемых в ходе операций, а также ускорить процесс лечения пациентов. Ро-

<sup>1</sup> Стоит отметить, что авторы не могут с уверенностью сказать о верности приведенных цифр. В иных источниках приводятся более скромные объемы.

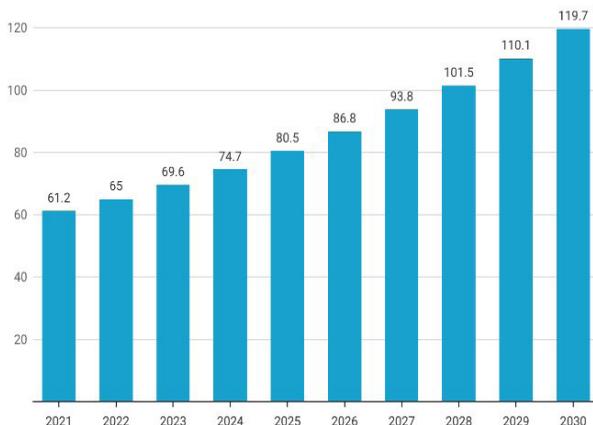
боты также могут применяться для доставки лекарств и медицинских препаратов, что особенно важно в условиях высокой загруженности больниц и нехватке медперсонала.

Однако, роботизация в медицине создает новые вызовы для здравоохранения. Во-первых, это отсутствие личного контакта между пациентом и врачом, который является одним из основных компонентов эффективного лечения. Во-вторых, роботизация требует более профессиональной подготовки медицинского персонала, что может стать значительной проблемой при нехватке кадров в медицинской отрасли.

На рис. 2 приведены данные по возможному объему хирургической робототехники согласно изданию «AI in Healthcare Statistics» (ИИ в здравоохранении).

**Size of the Surgical Robotics Market Worldwide**

Between 2021 and 2030



**Рис. 2.** Мировой объем хирургической робототехники, млрд долл.

Всего с начала использования в России медицинских роботов было выполнено около 28000 операций. Только за 2022 год проведено 4463 операции.

Согласно оценкам мэра Москвы Сергея Собянина, число высокотехнологичных операций, опирающихся на использование медицинских роботов в столице за 15 лет возросло в несколько раз.

Помимо вышеперечисленных трендов цифровой трансформации здравоохранения, связанных с роботизацией и искусственным интеллектом, стоит упомянуть и ряд других направлений, актуальных в настоящее время и для иных отраслей экономики:

- Создание цифровых двойников для решения самых разнообразных задач (например, технология, дающая возможность получить виртуальные копии пациентов и медицинских устройств);

- BIM-технологии (проектирование зданий для медицинских учреждений);
- применение дополненной и виртуальной реальности (при реабилитации пациентов с заболеваниями опорно-двигательной системы, в работе с психосоматическими расстройствами);
- промышленный интернет вещей (IoT) (удаленный мониторинг, интеллектуальные датчики, интеграция медицинских устройств, фитнес-трекеры, носимые биометрические датчики, мониторы уровня глюкозы, дозаторы рецептов и умные кровати);
- 3D-моделирование и 3D-печать (3D-биопечать тканеинженерных конструкций и прототипов органов для регенеративной медицины);
- использование технологий Big Data (для ранней диагностики и прогнозирования заболеваний, оптимизации лечения и улучшения медицинских протоколов, мониторинга состояния пациента в реальном времени);
- применение технологии прогнозной (предиктивной) аналитики отказных состояний.

## 2. Результаты исследования

Использование всех вышеперечисленных технологий, связанных с цифровизацией здравоохранения приводит к совершенствованию системы, ведет к улучшению здоровья населения. В таблице 1 приведен перечень стран с лучшими системами здравоохранения согласно изданию CEOWORLD.

**Табл. 1**

Страны с лучшими системами здравоохранения в 2024 г. согласно журналу CEOWORLD.

Ранг	Страна	Медицинская инфраструктура и специалисты	Доступность и стоимость лекарств	Готовность правительства	Индекс Медицинской Помощи (Общий)
1	Тайвань	87.16	83.59	82.3	78.72
2	Южная Корея	79.05	78.39	78.99	77.7
3	Австралия	90.75	82.59	92.06	74.11
4	Канада	86.18	78.99	88.23	71.32
5	Швеция	78.77	74.88	74.18	70.73
6	Ирландия	92.58	96.22	67.51	67.99
7	Нидерланды	77.86	71.82	55.1	65.38
8	Германия	86.28	75.81	83.82	64.66
9	Норвегия	72.48	68.68	64.78	64.63
10	Израиль	88.63	75.61	90.25	61.73
15	США	79.73	68.59	75.73	56.71
42	Россия	88.12	72.84	91.25	42.31

[Countries With The Best Health Care Systems, 2024 - CEOWORLD magazine](#)

Как следует из табл. 1, Россия занимает не самое высокое место по уровню развития систем здравоохранения. Причем видно, что наиболее серьезные проблемы связаны именно с состоянием индекса общей медицинской помощи. Цифровая трансформация сферы здравоохранения в значительной степени может помочь решить и эту проблему, экономя и время, и силы, и деньги.

Хотя, когда речь идет о московских клиниках, то здесь ситуация более благостная. Получила развитие роботическая хирургия. В 2024 году было проведено на 91 % операций больше, чем в 2023 году. С помощью роботов-ортопедов выполняются операции по эндопротезированию суставов. Метод эндопротезирования коленного сустава с роботизированной системой включен в перечень высокотехнологичных операций. И за последний год их число выросло в 12 раз. На основе снимков КТ создаются 3D-модели для точного планирования операций и размещения имплантов, что позволяет сократить реабилитационный период на 4-6 недель. Что касается интернета-вещей, то он используется в персонализированной медицине, целью которой является предоставление лечения в зависимости от образа жизни пациента, факторов окружающей среды и генетических факторов.

Если говорить об автоматизации здравоохранения, то доля медицинских учреждений, которые перешли на электронный документооборот серьезно варьируется от региона к региону. В Москве планируется в 2025 году всю систему здравоохранения полностью перевести на электронный документооборот. К сожалению, в стране ситуация несколько иная. Помимо финансовых проблем для регионов характерен недостаточный уровень информационной зрелости в области здравоохранения.

### Заключение

Как уже было сказано, сфера здравоохранения преобразуется в соответствии с новыми тенденциями развития общества. Изменения затронули такие вопросы, как персонификация данных пациентов и врачей, сохранность медицинской информации, новые методы верификации, валидация клинических дистанционных исследований. Цифровизация открыла перед медициной новые пути диагностики и лечения заболеваний, 3D-моделирование, самодиагностика с помощью специальных приспособлений, развитие синтетической биологии. Однако при использовании данных устройств человек может нанести себе определенный вред, поэтому необходим серьезный контроль со стороны государства.

Кроме того, нельзя забывать, что сфера здравоохранения охватывает самые широкие слои населения. В значительной степени она нацелена на поддержание здоровья пожилых людей, менее склонных к восприятию любого вида инноваций. Поэтому процесс внедрения таких хорошо зарекомендовавших себя за рубежом информационно-коммуникативных технологий, как телемедицина, электронные рецепты, электронные очереди и т.д., еще долго будет идти более медленными шагами, чем хотелось бы. Нельзя также не учитывать и недостаточный уровень компьютерной грамотности медицинских работников. Если в крупных городах эта проблема в значительной степени решена, то в регионах к ее решению еще и не приступали.

### Литература

1. Орлова Е.Р., Квитатиани Э.В. Информационные технологии в медицине: возможности и проблемы // Анализ, моделирование, управление, развитие социально-экономических систем. Сборник научных трудов XII Международной школы-симпозиума АМУР-2018. 2018. С. 335-337.
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: <http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/05/programmaCE.pdf>
3. Орлова Е.Р., Бочарова И.Е., Козенко Т.Е., Федотова А.М. Основные направления цифровизации в области здравоохранения // Информационные технологии и вычислительные системы, 2023. № 2. С. 18-26.
4. Федеральный закон № 242-ФЗ от 29.07.2017 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья»
5. Анатова Н.В. Интернет-глобальный рынок информационной экономики // Глобальная экономика в XXI веке: диалектика конфронтации и солидарности. Сборник научных трудов/ Под ред. д-ра экон. наук, профессора Сорокина Д.Е., д-ра экон. наук, доцента Альпидовской М.Л. Краснодар. 2017. с. 99-101.
6. Орлова Е.Р., Нуржанкызы А. Государственно-частное партнерство как способ финансирования объектов здравоохранения. М.: Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. № 1 (24). 2018. С. 15-20
7. Медицина и здравоохранение в современном обществе.

8. National standards (2021). <https://www.tc164.ru/>. Accessed 20 Jan 2022.
9. <https://internationalinvestment.biz>.
10. <https://md.school/blog/sovremennye-tehnologii-v-meditsine>.
11. Морозова Ю.А. (2020). Цифровая трансформация российского здравоохранения как фактор развития отрасли Интеллект. Инновации. Инвестиции 2: 36-47.
12. Муслимов М.И. (2018) Цифровое здравоохранение - как фактор революционных преобразований в отрасли Current problems of health care and medical statistics 3: 63-73.
13. Национальная технологическая инициатива «ХелсНет» (2021). <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/23/stranitsa-967/natsionalnaya-tehnologicheskaya-initsiativa-helsnet>. Accessed 20 Jan 2022
14. Национальные стандарты (2021). <https://www.tc164.ru/>. Accessed 20 Jan 2022
15. Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (2019). <http://government.ru/info/35561/>. Accessed 20 Jan 2022

**Орлова Елена Роальдовна.** Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия. Заведующая отделом, доктор экономических наук, профессор. Область научных интересов: проблемы социально-экономического развития региона, инвестиционное развитие, цифровая трансформация. E-mail: [orlova@isa.ru](mailto:orlova@isa.ru) (Ответственная за переписку)

**Перельгина Мария Николаевна.** Государственный университет «Дубна», г. Дубна, Россия. Аспирант. Область научных интересов: проблемы развития систем здравоохранения. цифровая трансформация. E-mail: [inyutina.maria@yandex.ru](mailto:inyutina.maria@yandex.ru)

### Digital transformation of the healthcare system

E.R. Orlova<sup>1</sup>, M.N. Perligina<sup>II</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center «Computer Sciences and Control» Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>II</sup> FSBEI HE «Dubna», Dubna, Russia

**Abstract.** The article provides a brief analysis of the directions of development of the digital economy in the country as a whole, and in the field of health care, in particular, studies theoretical and methodological approaches to the use of information technologies in medicine. It is shown that at first, digital transformation in healthcare was mainly associated with the automation of routine processes. Along with automation, digitalization is now in full swing, aimed at creating intelligent production systems that can adapt to changes in real time. But it should be emphasized that digital technologies are primarily designed to improve the healthcare system, improve quality and effectiveness of medical care. The introduction of digital technologies in medicine does not mean that they will completely replace the doctor.

**Keywords:** *digital economy, automation, digitalization, healthcare, artificial intelligence, robotics, big data.*

**DOI:** 10.14357/20790279250203 **EDN:** HHJIWT

### References

1. Orlova E.R., Kvitatiany E.V. Information Technologies in Medicine Opportunities and Challenges // Analysis, modeling, management, development of socio-economic systems. Collection of Scientific Papers of the XII International School-Symposiuma AMUR-2018. 2018. P. 335-337.
2. Program «Digital Economy of the Russian Federation». URL: <http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/05/programmaCE.pdf>.
3. Orlova E.R., Bocharova I.E., Kozenko T.E., Fedotova A.M. The Main Directions of Digitalization in the Field of Healthcare // Information Technologies and Computing Systems. 2023. No 2. P. 18-26.
4. Federal Law No 242-FZ of 29.07.2017 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on the Use of Information Technologies in the Field of Health Care».
5. Apatova N.V. The Internet Global Market of the Information Economy // The Global Economy in the 21st Century: Dialectics of Confrontation and Solidarity. Collection of Scientific Works / Ed. by Dr. Econ. Sci., Professor Sorokin D.E., Dr. Econ.

- Sci., Associate Professor Alpidovskaya M.L. Krasnodar. 2017. С. 99-101.
6. Orlova E.R., Nurzgankizi A. Public-Private Partnership as a Way of Financing Health Care Facilities. M.: Bulletin of the Moscow University named after S.Y. Witte. Series 1. Economics and Management. No 1 (24). 2018. P. 15-20.
  7. Medicine and Health Care in Modern Society.
  8. National standards (2021). <https://www.tc164.ru>. Accessed 20 Jan 2022.
  9. <https://internationalinvestment.biz>.
  10. <https://md.school/blog/sovremennye-tehnologii-v-meditsine>.
  11. Morozova S.A. (2020). Digital transformation of Russian healthcare as a factor in the development of the Intelligence industry. Innovation. Investments 2: 36-47.
  12. Muslimov M.I. (2018) Digital Healthcare - as a factor of revolutionary transformations in the industry Current problems of health care and medical statistics 3: 63-73.
  13. National Technology Initiative “HelsNet” (2021). <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/23/stranitsa-967/natsionalnaya-tehnologicheskaya-initsiativa-helsnet>. Accessed 20 Jan 2022.
  14. National standards (2021). <https://www.tc164.ru/>. Accessed 20 Jan 2022.
  15. Passport of the national project “Healthcare” (2019). <http://government.ru/info/35561/>. Accessed 20 Jan 2022.

**Elena R. Orlova.** 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, orlova@isa.ru

**Maria N. Pereligina.** postgraduate student, FSBEI HE «Dubna», inyutina.maria@yandex.ru