

Применение технологий Интернета вещей в здравоохранении

Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов

ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», 115088, Российская Федерация, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9

Аннотация

Введение. Значительные достижения в области беспроводных технологий, миниатюризации устройств и увеличении вычислительной мощности стимулируют инновации в медицинской технике. В результате разрабатывается все большее число подключенных медицинских устройств, способных генерировать, собирать, анализировать и передавать данные, которые, наряду с самими устройствами, создают сферу Интернета медицинских вещей (IoMT) – подключенную инфраструктуру медицинских устройств, программных приложений, систем и услуг. **Цель.** Рассмотреть основные преимущества и возможности применения технологий IoMT в здравоохранении в мире и оценить перспективы их использования в Российской Федерации. **Материалы и методы.** При подготовке статьи использовался систематический обзор публикаций и сайтов в сети Интернет, а также публикаций в библиографических базах данных PubMed, ScienceDirect в части использования технологий Интернета вещей в здравоохранении. **Результаты.** Распространение технологии IoT в мире стало возможным благодаря снижению стоимости вычислительных мощностей и развитию «облачных» технологий и «больших данных». Основные преимущества применения IoT в здравоохранении характеризуются снижением затрат, улучшенными результатами лечения и участием пациента в процессе лечения и профилактики. Применение IoT в здравоохранении позволяет перейти на новый уровень диагностики, точности лечения и отслеживания состояния здоровья пациентов с помощью микро- и нанодатчиков и других «умных устройств». Развитие технологий Интернета вещей в Российской Федерации заявлено в качестве одной из преимущественных задач цифровой трансформации отрасли здравоохранения, значительный экономический эффект от внедрения технологий возможен за счет снижения нагрузки на стационары. **Заключение.** Интернет вещей обладает значительным потенциалом для трансформации индустрии здравоохранения, формирует бизнес-модель в отрасли здравоохранения, при которой пациенты и поставщики услуг получают множество преимуществ. Применение IoT в здравоохранении позволяет создавать превентивную и проактивную систему здравоохранения, сосредоточенную на профилактике.

Ключевые слова: Интернет вещей; Интернет медицинских вещей; подключенные устройства; удаленный мониторинг; цифровые технологии; диагностика заболеваний; цифровизация здравоохранения; датчики; умные устройства.

Для цитирования: Аксенова, Е. И., Горбатов, С. Ю. Применение технологий Интернета вещей в здравоохранении // Здоровье мегаполиса. – 2021. – Т. 2. – № 4. – С. 101-113. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i4;101-113

Application of IoT technologies in healthcare

E. I. Aksenova, S. Yu. Gorbatov

State Budgetary Institution "Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department", 9, Sharikopodshipnikovskaya str., 115088, Moscow, Russian Federation

Abstract

Introduction. Significant advances in wireless technology, miniaturization and device computing power are driving innovation in medical technology, leading to the development of an increasing number of connected medical devices capable of generating, collecting, analyzing, and transmitting data that, along with the devices themselves, are creating the Internet of Medical Things (IoMT) – connected infrastructure of medical devices, software applications, systems and services. **Objectives.** To consider the main advantages and possibilities of using IoT technologies in healthcare in the world and assess the prospects for their use in the Russian Federation. **Materials and methods.** In preparing the article, a systematic review of publications and sites on the Internet was used, as well as publications in the bibliographic databases PubMed, ScienceDirect in terms of the use of Internet of Things technologies in healthcare. **Results.** The development of IoT technology in the world has become possible due to the reduction in the cost of computing power and the development of "cloud" technologies and "big data". The main advantages of using IoT in healthcare are characterized by reduced costs, improved treatment results and patient participation in the treatment and prevention process. The use of IoT in healthcare allows us to move to a new level of disease diagnosis, treatment accuracy and tracking of patients health using micro- and nanodetectors and other "smart devices". The development of Internet of Things technologies in the Russian Federation is stated as one of the primary tasks of the digital transformation of the healthcare industry, a significant economic effect from the introduction of technologies is possible by reducing the load on hospitals. **Conclusion.** The Internet of Things has significant potential to transform the healthcare, changing the business model in the healthcare industry, in which patients and service providers receive many benefits. The use of IoT in healthcare makes it possible to create a proactive healthcare system focused on prevention.

Key words: Internet of Things, Internet of medical things, connected devices, remote monitoring, digital technologies, diagnostics, digital healthcare, sensors, smart devices.

For citation: Aksenova EI, Gorbatov SYu. Application of IoT technologies in healthcare. *City Healthcare*. 2021;2(4): 101-113. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i4;101-113. doi: 10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i4;101-113

Введение

Современные проблемы мировых систем здравоохранения, связанные со старением населения, ростом хронических и вирусных заболеваний, заставляют врачей, поставщиков медицинских услуг и органы власти ориентироваться на новые технологии для оказания высококачественной медицинской помощи и снижения общих затрат.

Индустрия медицинских технологий medtech разрабатывает и производит широкий спектр продуктов для мониторинга состояния и диагностики пациентов и играет важную роль для систем здравоохранения в достижении лучших результатов лечения, снижении затрат, повышении эффективности и реализации новых способов расширения прав и возможностей пациентов.

Значительные достижения в области беспроводных технологий, миниатюризации и вычислительной мощности устройств стимулируют инновации в медицинской технике, приводят к разработке все большего числа подключенных медицинских устройств, способных генерировать, собирать, анализировать и передавать данные. Данные, наряду с самими устройствами, создают сферу Интернета медицинских вещей (IoMT) – подключенную инфраструктуру медицинских устройств, программных приложений, систем и услуг здравоохранения. IoMT стремительно трансформирует роль и взаимоотношения медицинских технологий в сфере здравоохранения. В частности, взаимодействие между датчиками и устройствами позволяет организациям здравоохранения оптимизировать клинические операции и управление рабочими процессами, а также улучшать уход за пациентами из удаленных районов [1].

Интернет вещей не является чем-то новым, в последнее время он приобретает все большую актуальность в таких отраслях, как энергетика, транспорт и здравоохранение.

Общая установленная база подключенных к IoT устройств во всем мире к 2025 году составит 30,9 млрд единиц, что значительно превышает число 13,8 млрд единиц, которые ожидаются в 2021 году [2].

Исследование компании Statista показывает, что к 2025 году в мире будет установлено почти 200 млн медицинских устройств IoT [3].

Данная технология особенно актуальна в дистанционном клиническом мониторинге, лечении хронических заболеваний, профилактической помощи, оказании помощи пожилым людям и мониторинге личной физической формы. Интернет вещей меняет правила игры в здравоохранении, снижая затраты, повышая эффективность и качество ухода за пациентами.

Устройства, подключенные к Интернету вещей, могут быть представлены в различных

форматах. Разнообразие датчиков может быть связано с характером стимулов, на которые они реагируют (физиологические показатели жизнедеятельности), а также с их расположением на теле (одежда, подкожный имплантат, носимые устройства). Эти устройства обладают способностью передачи информации в режиме реального времени на смартфоны, компьютеры или другие беспроводные устройства. Датчики позволяют пациентам самостоятельно контролировать, отслеживать и оценивать физиологические параметры, а также предоставляют интерфейсы и возможности мониторинга для лиц, осуществляющих уход.

IoMT объединяет цифровой и физический миры для повышения скорости и точности диагностики и лечения, а также для мониторинга состояния здоровья в режиме реального времени. Это также повышает оперативную производительность и эффективность организаций здравоохранения за счет оптимизации клинических, информационных и операционных процессов.

IoMT объединяет людей (пациентов, лиц, осуществляющих уход и врачей), данные (о пациентах или о производительности учреждений), процессы (оказание медицинской помощи и поддержка пациентов) и средства (подключенные медицинские устройства и мобильные приложения) для улучшения результатов лечения [1].

Материалы и методы

При подготовке статьи использовался систематический обзор публикаций и сайтов в сети Интернет, а также публикаций в библиографических базах данных PubMed, ScienceDirect в части использования технологий IoT в здравоохранении.

Результаты и обсуждение

Преимущества технологии и вопросы применения

Интернет вещей обладает значительным потенциалом для трансформации индустрии здравоохранения. Появление этой цифровой технологии позволило найти решения для удовлетворения растущей потребности в улучшенной диагностике и более персонализированных терапевтических инструментах. Интернет вещей меняет бизнес-модель в отрасли здравоохранения, пациенты и поставщики услуг получают следующие преимущества [1, 4].

Снижение затрат

Использование преимуществ в области подключенных медицинских решений позволяет поставщикам медицинских услуг осуществлять

мониторинг пациентов в режиме реального времени на основе сбора, записи и анализа всеобъемлющей информации с помощью датчиков. Это, в частности, пациенты, чье физиологическое состояние, требующее постоянного контроля, может отслеживаться с помощью неинвазивного мониторинга, управляемого IoT. Таким образом, IoT одновременно улучшает качество медицинской помощи за счет постоянного мониторинга и снижает стоимость медицинской помощи, устраняя необходимость активного участия человека в сборе данных при регулярной проверке жизненно важных показателей пациента.

Улучшенные результаты лечения

IoT предоставляет медицинским работникам доступ к информации в режиме реального времени, которая позволяет принимать обоснованные решения и предлагать эффективное и научно обоснованное лечение.

Улучшение контроля заболевания

Когда пациенты находятся под постоянным наблюдением, а лица, осуществляющие уход, имеют доступ к данным в режиме реального времени, появляется возможность предотвращать серьезные осложнения, обеспечивать профилактическую помощь, проводить раннюю диагностику и отслеживать эффективность назначенной терапии.

Дистанционный мониторинг хронических заболеваний

Доступ к инфраструктуре здравоохранения и эффективному лечению может быть затруднен для групп населения, проживающих в отдаленных регионах. Беспроводные решения, IoT позволяют организовать мониторинг состояния здоровья. Решения могут быть использованы для безопасного сбора и передачи данных о состоянии здоровья медицинским работникам, которые дают соответствующие рекомендации.

Вовлечение пациента

Применение IoT в здравоохранении усиливает акцент на пациентах и их потребностях. Пациенты могут контролировать собственное здоровье, при необходимости обращаясь к медицинскому специалисту. Это ведет к новому типу отношений между врачом и пациентом, в которых последний становится партнером в организации профилактики, лечения, повышения точности диагноза и содействия своевременному вмешательству врачей.

Улучшенное управление обращением лекарственных препаратов

Процессы создания и управления лекарственными препаратами традиционно связаны со значительными расходами в здравоохранении. По данным Forbes, средняя стоимость разработки одобренного препарата составляет до 4 млрд долларов США [5]. Инфраструктура Интернета вещей может оказаться полезной для лучшего

управления расходами, связанными с цепями поставок препаратов. В частности, технология RFID позволяет подтвердить подлинность, раскрыть информацию о происхождении, производстве, дозировке, изображении упаковки, сроке годности, номере партии.

Вопросы применения технологий

Интернет вещей открывает двери для многих возможностей, но и обозначает проблемы, которые требуют решения при его использовании.

Ожидается, что медицинские устройства и приложения будут иметь дело с жизненно важной частной информацией, такой как персональные медицинские данные, включая генетическую информацию. Защита собранных медицинских данных от незаконного доступа имеет решающее значение. Вопросы информационной безопасности, конфиденциальности и защиты данных должны систематически решаться на этапе проектирования при создании датчиков и устройств.

Приложения и устройства, связанные со здоровьем, генерируют огромные объемы данных, которые можно использовать для мониторинга здоровья людей. Однако грань между медицинскими устройствами и медицинскими гаджетами становится размытой. Надежность носимых устройств не всегда доказана, особенно в сфере фитнеса и здорового образа жизни.

Больше подключенных устройств означает больше данных, и, чтобы гарантировать безопасность пациентов, медицинские специалисты должны быть уверены, что эти устройства безопасны и не используются не по назначению, данные защищены, а ошибки необходимым образом обрабатываются.

Рынок Интернета медицинских вещей

По данным компании Statista, объем мирового рынка Интернета вещей (IoT) в 2020 году составил 389 млрд долларов США и, согласно прогнозу, к 2030 году вырастет до одного с лишним триллиона долларов США [6].

В целом распространение технологии IoT в мире стало возможным благодаря четырем технологическим трендам:

- снизилась стоимость вычислительных мощностей (процессоров, памяти и систем хранения данных);
- снизилась стоимость передачи данных;
- благодаря развитию облачных технологий и больших данных становятся доступными гибкие системы хранения и анализа данных, несмотря на постоянное увеличение объема получаемой информации;
- в мире быстро растет число подключенных устройств.

В соответствии с прогнозом компании MarketsandMarkets, глобальный рынок Интернета ве-

щей (IoT) в секторе здравоохранения вырастет с 72,5 млрд долларов США в 2020 году до 188,2 млрд долларов США к 2025 году при среднегодовом темпе роста (CAGR) 21 % в течение прогнозируемого периода [7].

Спрос на более качественные медицинские услуги, распространение хронических заболеваний, рост численности пожилого населения увеличивают расходы в отрасли здравоохранения. Ключевыми драйверами роста рынка Интернета вещей в здравоохранении являются: необходимость контроля затрат в секторе здравоохранения, растущее внимание к уходу, ориентированному на пациента, развитие высокоскоростных сетевых коммуникационных технологий.

Пандемия COVID-19 побудила поставщиков медицинских решений для Интернета вещей оперативно реагировать на растущий спрос на высококачественные услуги для защиты от вируса, в частности особую актуальность приобретают такие сферы приложения, как телемедицина, удаленный и стационарный мониторинг пациентов.

Глобальный рынок Интернета вещей в сфере здравоохранения охватывает пять основных географических регионов: Северную Америку, Азиатско-Тихоокеанский регион, Европу, Ближний Восток и Африку, Латинскую Америку. В Азиатско-Тихоокеанском регионе наблюдается значительный рост рынка Интернета вещей в здравоохранении, в данном регионе проживает более 50 % мирового населения. В частности, Китай, Япония и Индия активно используют технологии IoT для удовлетворения растущего спроса на медицинские услуги.

Интернет вещей на рынке здравоохранения охватывает ключевых поставщиков решений, таких как Medtronic (Ирландия), Cisco Systems (США), IBM Corporation (США), GE Healthcare (США), Resideo Technologies (США), Agamatrix (США), Armis (США), Bosch (Германия), Capsule Technologies (США), Comarch SA (Польша), HQ-Software (Эстония), Huawei (Китай), Intel (США), KORE Wireless (США), Microsoft Corporation (США), Oracle (США), OSP Labs (США), Oxagile (США), PTC (США), Royal Philips (Нидерланды), R-Style Labs (США), SAP SE (Германия), Sciencsoft (США), Siemens (Германия), Softweb Solutions (США), STANLEY Healthcare (США), Telit (Великобритания) и Welch Allyn (США) [7].

Архитектура технологии Интернета вещей

Термин «Интернет вещей» появился по результатам исследовательской работы Центра автоматической идентификации при Массачусетском технологическом институте (MIT) в 1999 году и впервые был сформулирован инженером Кевин

ном Эштоном в ходе совместного проекта с компанией Procter & Gamble (P&G) [8].

Архитектура IoT в сфере оказания медицинской помощи состоит из трех основных уровней: уровень восприятия, сетевой и прикладной [9].

Уровень восприятия: сбор данных

Технологии восприятия и идентификации являются основой Интернета вещей. Датчики – это устройства, которые могут воспринимать изменения в окружающей среде и включать камеры, GPS, медицинские сенсоры. Сенсорные технологии позволяют контролировать лечение в режиме реального времени и облегчают получение множества физиологических параметров пациента для постановки диагноза и проведения качественного лечения.

Сетевой уровень: передача и хранение данных

Сетевой уровень технологий IoT включает проводные и беспроводные сети, которые обмениваются данными и хранят обработанную информацию либо локально, либо централизованно. Связь между вещами может происходить на низких, средних и высоких частотах, причем последние являются основным направлением Интернета вещей. К ним относятся технологии связи ближнего действия, такие как RFID, беспроводные сенсорные сети, Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi и глобальные системы мобильной связи.

Переданные данные хранятся локально или отправляются на централизованный облачный сервер. Для поддержки предоставления медицинских услуг облачные технологии имеют много преимуществ, поскольку они повсеместны, гибки и масштабируемы с точки зрения сбора, хранения и передачи данных между устройствами, подключенными к облаку.

Уровень приложения: интерпретация данных

Прикладной уровень – этап интерпретации и применения данных, когда пользователю предоставляется конкретная медицинская информация для оказания услуг.

Применение технологий Интернета вещей в здравоохранении

Удаленный мониторинг здоровья

Среди примеров использования Интернета вещей в здравоохранении данный вариант особенно эффективен при лечении хронических заболеваний. Пациенты могут использовать подключенные медицинские устройства или носимые биосенсоры, чтобы врачи или медсестры могли отслеживать жизненно важные показатели (артериальное давление, уровень глюкозы, частоту сердечных сокращений и т. д.) с помощью специальных приложений. Специалисты в области здравоохранения могут отслеживать эти данные в режиме 24/7 и изучать отчеты, созда-

ваемые приложениями, чтобы отслеживать тенденции в состоянии пациентов.

Благодаря технологиям Интернета вещей, устройства дистанционного мониторинга избавляют пациентов от необходимости выбирать между независимой жизнью и безопасностью в случае возникновения чрезвычайных ситуаций со здоровьем. Благодаря последовательному мониторингу и оповещениям в режиме реального времени пациенты и их семьи чувствуют себя в безопасности, даже если пациент остается в домашних условиях.

Также устройства удаленного мониторинга раскрывают потенциал телемедицины, удаленно предоставляя врачам актуальные медицинские данные о пациентах в режиме реального времени.

Компания Vheda Health предлагает программы по лечению диабета, гипертонии, сердечной недостаточности, астмы, ХОБЛ и инфекционных заболеваний [10].

В зависимости от состояния пользователя получают пакет услуг, который включает в себя настройку мобильного устройства и устройства удаленного мониторинга. Специальный ассистент, с которым пациент контактирует с помощью видео и текстовых сообщений, в режиме реального времени помогает преодолеть социальные детерминанты и клинические препятствия в ходе лечения. В случае если показания выходят за пределы допустимого диапазона, медицинский сотрудник Vheda Health связывается с пациентом, чтобы нормализовать значение и предупредить острое состояние.

Носимое устройство Loop компании Spry обеспечивает возможность непрерывного мониторинга жизненно важных функций в формате фитнес-трекера и предупреждает медицинских специалистов о физиологических изменениях, в некоторых случаях до того, как они будут заметны пациенту. Технология основана на наборе алгоритмов машинного обучения и экспертных систем, которые контекстуализируют непрерывные физиологические данные в реальном времени и выявляют признаки ухудшения по показателям пульсоксиметрии, дыхания, частоты сердцебиения [11].

Компания AltumView разработала интеллектуальную систему медицинского оповещения для пожилых людей, которая включает интеллектуальный визуальный датчик Cypress, облачный сервер и мобильное приложение. Датчик представляет собой интеллектуальное IoT-устройство с мощным ИИ-чипом, который запускает передовые алгоритмы глубокого обучения для отслеживания действий пожилых людей. При обнаружении чрезвычайных ситуаций, таких как падение, датчик мгновенно отправляет оповеще-

ния членам семьи или медицинским работникам. Система AltumView может быть полезна учреждениям по уходу за престарелыми, пожилым людям, живущим дома (особенно тем, кто живет один), и больницам [12].

Технология удаленного мониторинга пациентов и аналитики на основе искусственного интеллекта Biovitals компании Biofourmis обеспечивает персонализированную профилактическую помощь за счет использования активных и пассивных данных, собранных с носимых устройств клинического уровня, которые непрерывно отслеживают более 20 физиологических параметров [13].

Основные терапевтические направления включают сердечную недостаточность и другие кардиометаболические нарушения, боль и онкологию. Технология Biovitals Sentinel используется для наблюдения за помещенными в карантин и госпитализированными пациентами в нескольких странах с подозрением или подтвержденным COVID-19. Датчик Everion, который носят круглосуточно, фиксирует температуру пациента, уровень оксигенации и множество других физиологических показателей для выявления признаков декомпенсации, в то время как пациент также сообщает о любых симптомах своему врачу через мобильное приложение.

Отслеживание приема лекарств

Отслеживание приема лекарств на основе IoT позволяет врачам контролировать влияние назначенной дозировки лекарств на состояние пациента. В свою очередь, пациенты могут контролировать прием лекарств, используя напоминания, и отмечать в приложении, как меняются их симптомы, для дальнейшего анализа врачом. Приложение пациента можно подключить к интеллектуальным устройствам (к емкости с препаратами) для упрощения приема нескольких лекарств. Также датчики удаленного мониторинга могут отслеживать медицинские показатели пациента для анализа эффективности принимаемых лекарственных препаратов.

Компания Mevia разрабатывает интеллектуальные упаковки, которые автоматически отправляют оповещения при извлечении таблетки из упаковки или флакона. Это особенно полезно для пациентов с плохой памятью и опекунов с плотным графиком [14].

Компания Otsuka разработала цифровую систему Abilify MyCite, основой которой является таблетка арипипразола (нейролептик используется для лечения различных психических расстройств и расстройств настроения), внедренная с проглатываемым датчиком, который включается при переваривании и передает данные в носимый MyCite Patch [15]. Затем патч отправляет данные в мобильное приложение, которое по-

зволяет пользователю просматривать данные о приеме лекарств и уровне активности, а также самооценку настроения и качества отдыха. Через защищенный веб-портал приборная панель приложения также может передавать данные о состоянии здоровья врачу пользователя или другому медицинскому работнику, а также членам семьи.

Партнерство компаний Pfizer и IBM использует технологию IoT для отслеживания эффективности лекарств от болезни Паркинсона и внесения любых необходимых корректировок дозировки в режиме реального времени, улучшая общение между врачом и пациентом [16]. Компании разработали «дом Паркинсона», оснащенный датчиками – от ручек холодильника и шкафов до дверей и кроватей, которые обнаруживают малейшие отклонения в движениях пациента. Собранные данные передаются по беспроводной связи исследователям, которые, в свою очередь, анализируют состояние пациента и реакцию на лекарства.

Мониторинг медицинских активов на основе IoT

Медицинские инструменты и имущество длительного пользования могут быть снабжены датчиками, чтобы стационарные считыватели собирали информацию о местонахождении активов и их состоянии, которую медицинский персонал может просматривать с помощью мобильного веб-приложения с картой расположения объектов. Отслеживание клинического инвентаря с помощью RFID-меток помогает своевременно выявлять сокращение запасов или наличие просроченного или отозванного препарата.

Платформа компании General Electric – AutoBed может контролировать до 1200 коек и отслеживать потребности пациентов в помощи медперсонала.

В Медицинском центре Mount Sinai (США), рассчитанном на 1100 коек, благодаря системе AutoBed удалось сократить время ожидания неотложной помощи для 50 % поступивших пациентов [17].

Компании OpenMarket и Philips создали датчик, который быстро обнаруживает потенциальные проблемы в работе МРТ-аппаратов и реагирует на них [18]. Он идентифицирует проблему до того, как МРТ-аппарат остановится из-за сбоя и в обслуживании пациентов случится перерыв. Чтобы оборудование работало максимально эффективно, IoT-датчики непрерывно отслеживают такие критически важные для него параметры, как объем жидкости, количество гелия, уровень влажности.

Компания Stanley Healthcare предлагает интернет-управление клиническим инвентарем кардиологической лаборатории, интервенционной радиологии, операционной, эндоскопии и др.

[19]. Система SpaceTRAX отслеживает партию, серийный номер и срок годности для каждого элемента в формате, совместимом с уникальной идентификацией устройства (UDI). Автоматические оповещения напоминают, когда срок действия элементов подходит к концу, это помогает избежать задержек в оказании медицинской помощи.

Система ColdTrace компании Nexleaf Analytics предлагает беспроводной дистанционный мониторинг температуры холодильников для вакцин в сельских клиниках и медицинских учреждениях [20]. Датчик-зонд помещается в холодильный агрегат, который загружает данные о текущей температуре и мощности сети в текстовые сообщения для осуществления мониторинга.

Умное больничное пространство

Связанные с облаком датчики (например, выключатели света, дверные и оконные контакты) и датчики окружающей среды (например, ареометры, детекторы шума) позволяют обеспечивать комфортное пребывание пациентов в учреждениях. «Умные» обучающие элементы технологии искусственного интеллекта позволят медицинским учреждениям быстро изучать потребности клиентов и соответствующим образом корректировать меры экологического контроля. Технология также может предупреждать руководителей учреждения и персонал о проблемах с закрытием дверей, проникновении воды или проблемах с давлением или температурой, которые могут представлять угрозу для пациентов, персонала, препаратов, медицинского оборудования [21].

Набор продуктов компании Primex включает разнообразную линейку систем мониторинга OneVue Sense [22]: сетевые датчики температуры, датчики для отслеживания утечек воды, влажности, перепада давления и замыкания контактов. Эти автоматизированные инструменты помогают медицинскому учреждению оптимизировать мониторинг окружающей среды для управления оборудованием, а также здоровья и комфорта людей. Программное обеспечение OneVue Monitor, размещенное в облаке, повышает безопасность и обеспечивает доступ из любого места, объединяет данные мониторинга окружающей среды с сетевых датчиков всего объекта, позволяя создавать сводные отчеты о текущем состоянии и отслеживать соблюдение нормативных требований.

Компания BOS предоставляет решения для мониторинга критических сред в клиниках [23]. Менеджеры объектов могут отслеживать данные с датчиков технологии BOOST, включая температуру, влажность, tVOC (летучие органические соединения), ACPH (изменение воздуха в час) и перепады давления в критических областях.

Строгие требования к санитарному состоянию медучреждений направлены на то, чтобы

снизить риск внутрибольничного заражения инфекциями. В компании Clean Hands – Safe Hands (CHSH) разработали технологию, которая контролирует дезинфекцию рук медперсонала перед контактом с пациентами и после него [24].

Специальные IoT-устройства закреплены на бейджах медработников и диспенсерах с дезинфицирующим средством. Датчики идентифицируют сотрудников и контролируют их перемещение. Как только врач или медсестра перемещаются в очередную палату, мини-устройство издает сигнал и начинает отсчет времени, в течение которого нужно выполнить санацию. Сенсоры фиксируют каждую дезинфекцию рук и привязывают эту информацию к конкретному сотруднику. Благодаря CHSH количество внутрибольничных инфекций в больницах США снизилось на 66 % [25].

Устройства персонального мониторинга здоровья

Потребительские устройства все чаще выполняют функции мониторинга состояний на не критическом уровне. Помимо улучшения оказания медицинской помощи, носимые сенсорные технологии позволяют ранее обнаруживать заболевание – до того, как симптомы станут очевидными. Способность устройств обнаруживать незначительные изменения физиологических параметров может привести к более раннему вмешательству и лучшим общим результатам для пациентов.

Приложение Beddit стремится улучшить качество сна с помощью браслета, управляемого приложением, подключенного по Bluetooth, который отслеживает дыхание, частоту сердечных сокращений, условия сна, а затем анализирует собранные данные и дает необходимые рекомендации [26].

Персональное устройство ЭКГ от AliveCor является портативным прибором, который способен всего за 30 секунд записать ЭКГ и передать ее на смартфон, оно может использоваться для определения нормальной частоты сердечных сокращений, тахикардии, фибрилляции предсердий или брадикардии [27]. Также данные могут быть переданы медицинским работникам напрямую для получения мнений и отслеживания с течением времени.

AVA – инновационная технологическая компания в сфере контроля репродуктивного здоровья женщин [28]. Умный браслет для отслеживания овуляции AVA позволяет лучше понять здоровье женщины и предоставляет основанную на данных поддержку фертильности, которая может снизить необходимость перехода к дорогостоящим или инвазивным методам диагностики. Датчики браслета AVA регистрируют физиологические параметры, которые коррелируют с колебаниями репродуктивных гормонов.

Отслеживаемые параметры включают частоту пульса, частоту дыхания, сон, вариабельность сердечного ритма и температуру. После синхронизации с соответствующим приложением эти данные вместе со статусом фертильности пользователя отображаются в режиме реального времени.

Компания Starkey Hearing Technologies представляет слуховые аппараты Livio AI, носимое устройство включает датчики и подключено к системе искусственного интеллекта, чтобы отслеживать показатели здоровья, такие как частота сердечных сокращений, и помогать в случае проблем со слухом [29]. Производитель называет Livio AI многоцелевым слуховым аппаратом, который помогает слабослышащим людям и при этом обладает некоторыми возможностями носимых гаджетов для здоровья. Так, гаджет собирает данные о физической активности пользователя, которые можно просматривать в приложениях Google Fit и Apple Health. При помощи виртуального помощника Amazon Alexa можно искать информацию в интернете или управлять воспроизведением музыки на смартфоне. В последнем случае слуховой аппарат превращается в гарнитуру, которая позволяет принимать телефонные звонки.

Starkey Hearing Technologies обращают внимание на реализацию особой технологии Hearing Reality, благодаря которой удалось на 50 % снизить посторонние шумы и обеспечить более точную слышимость речи собеседника. Это актуально для шумных мест, например, возле дороги. Hearing Reality облегчает нагрузку на слуховой орган и повышает комфорт в работе со слуховым аппаратом.

Калифорнийская компания Mojo Vision создает «умные контактные линзы» Mojo Lens, которые не только улучшат зрение, но и позволят управлять календарем, картой, плеером и другими приложениями [30]. Умные контактные линзы оснащены встроенными дисплеями дополненной реальности (AR) для предоставления информации без необходимости использования других экранов.

Mojo Vision позиционирует свои «умные линзы» как продукт для широкого круга пользователей, но прежде всего они ориентированы на людей со слабым зрением или его нарушениями. Это связано с тем, что все контактные линзы должны получить разрешение от Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA). Mojo Lens получил статус «прорывного устройства», позволяющий компании ускорить разработку, оценку и анализ продуктов, которые способны помочь людям с опасными для жизни или угрожающими здоровью состояниями.

В основе Mojo Lens лежит самый маленький и плотный динамический дисплей из когда-

либо созданных, он представляет собой массив microLED размером с песчинку, который проецирует текст, фотографии и видеоконтент на сетчатку.

Перспективы развития Интернета вещей в здравоохранении Российской Федерации

В 2017 году технология Интернета вещей была включена в список сквозных технологий государственной программы «Цифровая экономика РФ». Позже Правительство Российской Федерации трансформировало понятие «сквозные технологии» в высокотехнологичные направления и области, к числу которых был отнесен Интернет вещей. В 2019 году Интернет вещей вошел в перечень из восьми высокотехнологичных областей, которые Правительство Российской Федерации развивает совместно с госкорпорациями. В 2020 году была утверждена дорожная карта развития Интернета вещей в Российской Федерации, разработанная ГК «Ростех», в соответствии с которой планируется выделить на развитие Интернета вещей 10,1 млрд рублей до 2024 года [31].

В октябре 2021 года Наблюдательный совет АНО «Цифровая экономика», координатора государственной программы «Цифровая экономика РФ», утвердил стратегию развития до 2024 года. Совместные усилия бизнеса и государства по развитию Интернета вещей и цифровой инфраструктуры 5G, широкополосного доступа, центров обработки данных заявлены в качестве преимущественных задач. Для этого планируется сформировать реальный план опережающего развития безопасной открытой инфраструктуры. Также предлагается определить целевым показателем для Российской Федерации 1 млрд устройств Интернета вещей к 2025 году. Это позволит через четыре года превысить среднемировые показатели проникновения устройств IoT и насытить платформы данными, необходимыми для успешной цифровой трансформации важных отраслей, таких как транспорт, сельское хозяйство и здравоохранение [32].

По прогнозу компании МТС, в 2021 году объем рынка IoT в России достигнет 117 млрд рублей, в первую очередь за счет использования Интернета вещей в ЖКХ и промышленности, он будет расти в среднем со среднегодовым темпом 16,5 % до 2023 года включительно [33].

Согласно прогнозу компании PWC, экономический эффект от внедрения технологий IoT в сфере здравоохранения в Российской Федерации может составить до 536 млрд рублей до 2025 года [34].

Основной эффект, связанный с внедрением IoT в здравоохранении, обеспечивается за счет снижения нагрузки на стационары. Дистанционный мониторинг больных сахарным диабетом

1-го и 2-го типа позволяет существенно снизить риски внеплановой госпитализации, связанной с различными формами осложнений. Кроме того, значительный прогресс наблюдается при применении технологий IoT для мониторинга больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, астмой, при ведении беременности и в ходе оказания помощи престарелым людям.

Оперативная и точная передача данных мониторинга в электронную медицинскую карту и дистанционная связь позволят частично переложить нагрузку с врачей на средний медицинский персонал. Значительная доля первичной обработки обращений по проблемам, не связанным со здоровьем пациентов, может производиться средним медицинским персоналом без привлечения врачей.

Другой важной составляющей эффекта от применения IoT в здравоохранении являются различные оптимизационные задачи в самих медицинских учреждениях. Системы локального позиционирования медицинского персонала и переносного медицинского оборудования позволяют сократить непродуктивную нагрузку и повысить эффективность использования ресурсов [34].

В 2019 году в Инновационном центре «Сколково» был открыт Центр инноваций и Интернета вещей в здравоохранении в целях внедрения современных технологических решений для медицины путем создания прототипов терапевтических комплексов, их демонстрации и тестирования, последующего масштабирования в учреждения здравоохранения по всей России. Центр создан Фондом «Сколково» на базе кластера биологических и медицинских технологий совместно с ведущими российскими и международными компаниями при поддержке главных специалистов Минздрава России.

В 2019 году центр начал работу по направлениям: острый коронарный синдром, рак легкого, сахарный диабет 2-го типа, бронхиальная астма. В 2020 году тематика и экспозиции центра расширились. К имеющимся терапевтическим направлениям были добавлены тематические зоны: хроническая сердечная недостаточность, онкогематология, рак молочной железы, рак яичников, рак предстательной железы [35].

Заключение

Применение IoT в медицинском секторе позволяет создавать превентивную и проактивную систему здравоохранения, сосредоточенную на профилактике.

Интеллектуальные системы мониторинга помогают быстро обнаруживать симптомы и во-

время их лечить. Пациенты могут получать индивидуальное лечение с помощью устройств IoT, поскольку врачи имеют возможность получить четкое представление об образе жизни и истории болезни пациента.

Основные преимущества Интернета вещей в здравоохранении [36]:

- Более быстрая диагностика: устройства мониторинга с поддержкой Интернета вещей постоянно отслеживают состояние пациентов, что помогает диагностировать заболевания или проблемы со здоровьем на ранней стадии.

- Снижение расходов: с помощью Интернета вещей пациент может получать качественные медицинские консультации в режиме реального времени без фактических посещений врача, госпитализации и повторных госпитализаций. Это снизит медицинские расходы пациента, а больницы также могут избавиться от ненужных системных затрат, поскольку мониторинг осуществляется удаленно.

- Улучшение доступа к медицинскому обслуживанию в отдаленных районах: в деревнях и городах, где ограничены передовые медицинские услуги.

- Снижение количества ошибок: данные, собранные подключенными медицинскими устройствами, практически не содержат ошибок, что улучшает общее качество диагностики.

- Улучшение качества медицинского обслуживания: врачи могут постоянно контролировать пациентов с помощью медицинских устройств на базе IoT, что открывает больше возможностей для специализированного и индивидуального лечения. Врачи и больницы также могут обеспечить высокую степень удовлетворенности клиентов, поскольку пациенты более активно участвуют в процессах последующего наблюдения после лечения.

- Эффективное управление медицинским оборудованием и лекарствами.

- Выявление побочных эффектов лекарственных препаратов на ранних стадиях.

- Медицинские страховые компании могут использовать данные, собранные с помощью подключенных медицинских устройств, для обработки претензий, что обеспечивает полную прозрачность. Страховщики также могут вознаграждать страхователей, использующих устройства IoT, которые отслеживают соблюдение пользователем рекомендаций по лечению на этапе восстановления.

Применение IoT в здравоохранении позволяет перейти на новый уровень диагностики, точности лечения и контроля за состоянием здоровья пациентов с помощью микро- и нанодатчиков и других «умных устройств». Как следствие, повышается эффективность работы медицин-

ских учреждений. В частности, дистанционный мониторинг позволяет снизить риски внеплановой госпитализации и сократить нагрузку на стационары, а взаимодействие между врачами и пациентами на расстоянии упрощается.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding: the study had no sponsorship.

Список литературы

1. Deloitte. Medtech and the Internet of Medical Things. How connected medical devices are transforming health care. Доступно по ссылке: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/medtech-internet-of-medical-things.html>
2. Statista. Internet of Things (IoT) and non-IoT active device connections worldwide from 2010 to 2025. Доступно по ссылке: <https://www.statista.com/statistics/1101442/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>
3. Statista. Global estimated healthcare IoT device installations 2015 to 2020. Доступно по ссылке: <https://www.statista.com/statistics/735810/healthcare-iot-installations-global-estimate/>
4. Deloitte. A revolutionary digital tool for the healthcare industry: The Internet-of-Things. Доступно по ссылке: <https://www2.deloitte.com/tr/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/digital-health-iot.html>
5. Forbes. The Truly Staggering Cost Of Inventing New Drugs 10.02.2012. Доступно по ссылке: <https://www.forbes.com/sites/matthewherper/2012/02/10/the-truly-staggering-cost-of-inventing-new-drugs/?sh=2790f5fc4a94>
6. Statista. Internet of Things (IoT) total annual revenue worldwide from 2019 to 2030. Доступно по ссылке: <https://www.statista.com/statistics/1194709/iot-revenue-worldwide/>
7. MarketsandMarkets. IoT in Healthcare Market by Component (Medical Device, Systems & Software, Services, and Connectivity Technology), Application (Telemedicine, Connected Imaging, and Inpatient Monitoring), End User, and Region – Global Forecast to 2025). Доступно по ссылке: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-healthcare-market-160082804.html?gclid=CjwKCAjwop6LBhBLEiwAvCcthDD3knBrYvj5piXG3shkWBfne1sYmWDxaorDL3NaUeAs5voNfvKN_hoCIIMQAvD_BwE

8. Dash, S. P. The Impact of IoT in Healthcare: Global Technological Change & The Roadmap to a Networked Architecture in India // J Indian Inst Sci. – 2000. – vol. 100. – P. 773-785. Доступно по ссылке: <https://doi.org/10.1007/s41745-020-00208-y>
9. Kelly, Jaimon T et al. The Internet of Things: Impact and Implications for Health Care Delivery // Journal of medical Internet research. – 2000. – Vol. 22,11 e20135. – 10 Nov. doi: 10.2196/20135.
10. VhedaHealth. Доступно по ссылке: <https://vheda.com/company/>
11. SpryHealth. Доступно по ссылке: <https://spryhealth.com/>
12. AltumView. Доступно по ссылке: <https://altumview.ca/>
13. Biofurmis. Доступно по ссылке: <https://biofourmis.com/>
14. Mevia. Доступно по ссылке: <https://www.mevia.se/>
15. AbilifyMyCite. Доступно по ссылке: <https://www.abilifymycite.com/>
16. Pfizer. Nothing but blue sky do i see: how internet of things advances could revolutionize parkinson's disease care. Доступно по ссылке: https://www.pfizer.com/news/featured_stories/featured_stories_detail/nothing_but_blue_sky_do_i_see_how_internet_of_things_advances_could_revolutionize_parkinson_s_disease_care
17. Шесть захватывающих случаев использования IoT в здравоохранении. 15/05/2018. Доступно по ссылке: <https://iot.ru/meditsina/shest-zakhvatyvayushchikh-sluchaev-ispolzovaniya-iot-v-zdravookhranenii>
18. Openmarket. Доступно по ссылке: <https://www.openmarket.com/resources/automated-sms-alerts-philips-case-study/>
19. Stanley healthcare. SpaceTRAX Inventory Management. Доступно по ссылке: <https://www.stanleyhealthcare.com/hospital-clinics/inventory-management>
20. Nexleaf Analytics. Доступно по ссылке: <https://nexleaf.org/>
21. ScienceSoft. Why IoT in Healthcare Becomes a Priority. Доступно по ссылке: <https://www.scnsoft.com/blog/iot-in-healthcare>
22. Primex. Environmental Monitoring Systems: OneVue Sense. Доступно по ссылке: <https://www.primexinc.com/en/solutions/environmental-monitoring/onevue-sense>
23. Building Optimization Systems. Доступно по ссылке: <http://www.bostechusa.com/solutions>
24. Clean Hands - Safe Hands. Доступно по ссылке: <https://cleanhands-safehands.com/>
25. МТС Медиа. Как IoT работает на здравоохранение: пять удачных практик. Доступно по ссылке: <https://media.mts.ru/business/186704/>
26. Beddit. Доступно по ссылке: <https://www.beddit.com/>
27. AliveCor. Доступно по ссылке: <https://www.kardia.com/>
28. Awa. Доступно по ссылке: <https://www.avawomen.com/science-technology>
29. Starkey. Доступно по ссылке: <https://www.starkey.com/hearing-aids/livio-artificial-intelligence-hearing-aids>
30. Mojo Vision. Доступно по ссылке: <https://www.mojo.vision/mojo-lens>
31. CNews. Интернет вещей в России ждет устойчивый рост 29/10/2021. Доступно по ссылке: https://www.cnews.ru/reviews/internet_veshchej_v_rossii/articles/internet_veshchej_v_rossii_zhdet_ustojchivyj
32. Правительство России. Дмитрий Чернышенко: «Миллиард устройств интернета вещей к 2025 году – ключевая цель стратегии АНО «Цифровая экономика». 14/10/2021. Доступно по ссылке: <http://government.ru/news/43542/>
33. ICT Moscow. МТС. Российский рынок интернета вещей. Доступно по ссылке: <https://ict.moscow/research/rossiiskii-rynok-interneta-veshchej/>
34. PWC. «Интернет вещей» (IoT) в России. Технология будущего, доступная уже сейчас. Доступно по ссылке: <https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/iot-in-russia-research-rus.pdf>
35. ИЦ «Сколково». В Центре инноваций и Интернета вещей в здравоохранении в «Сколково» открылись пять новых терапевтических зон. 23.12.2020. Доступно по ссылке: <https://sk.ru/news/v-centre-innovacij-i-interneta-veshchej-v-zdravookhranenii-v-skolkovo-otkrylis-pyat-novyh-terapevticheskikh-zon/>
36. Embitel. IoT in Healthcare – Connected Devices, Telemedicine and Remote Monitoring. Доступно по ссылке: <https://www.embitel.com/blog/embedded-blog/iot-in-healthcare-connected-devices-telemedicine-and-remote-monitoring>

References

1. Deloitte. Medtech and the Internet of Medical Things. How connected medical devices are transforming health care. URL: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/medtech-internet-of-medical-things.html>
2. Statista. Internet of Things (IoT) and non-IoT active device connections worldwide from 2010 to 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/1101442/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>
3. Statista. Global estimated healthcare IoT device installations 2015 to 2020. URL: <https://www.statista.com/statistics/735810/healthcare-iot-installations-global-estimate/>

4. Deloitte. A revolutionary digital tool for the healthcare industry: The Internet-of-Things. URL: <https://www2.deloitte.com/tr/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/digital-health-iot.html>
5. Forbes. The Truly Staggering Cost Of Inventing New Drugs 10/02/2012. URL: <https://www.forbes.com/sites/matthewherper/2012/02/10/the-truly-staggering-cost-of-inventing-new-drugs/?sh=2790f5fc4a94>
6. Statista. Internet of Things (IoT) total annual revenue worldwide from 2019 to 2030. URL: <https://www.statista.com/statistics/1194709/iot-revenue-worldwide/>
7. MarketsandMarkets. IoT in Healthcare Market by Component (Medical Device, Systems & Software, Services, and Connectivity Technology), Application (Telemedicine, Connected Imaging, and Inpatient Monitoring), End User, and Region – Global Forecast to 2025). URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-healthcare-market-160082804.html?gclid=CjwKCAjwoP6LBhBlEiwAvCcthDD3knBrYvj5piXG3shkWBfne1sYmWDxaorDL3NaUeAs5voNfvKN_hoCIIMQAvD_BwE
8. Dash SP. The Impact of IoT in Healthcare: Global Technological Change & The Roadmap to a Networked Architecture in India. *J Indian Inst Sci.* 2020;100:773–785. URL: <https://doi.org/10.1007/s41745-020-00208-y>
9. Kelly, Jaimon T et al. The Internet of Things: Impact and Implications for Health Care Delivery. *Journal of medical Internet research.* 2020;22,11 e20135. 10 Nov. doi: 10.2196/20135.
10. VhedaHealth. URL: <https://vheda.com/company/>
11. SpryHealth. URL: <https://spryhealth.com/>
12. AltumView. URL: <https://altumview.ca/>
13. Biofurmis. URL: <https://biofourmis.com/>
14. Mevia. URL: <https://www.mevia.se/>
15. AbilifyMyCite. URL: <https://www.abilifymycite.com/>
16. Pfizer. Nothing but blue sky do i see: how internet of things advances could revolutionize parkinson's disease care. URL: https://www.pfizer.com/news/featured_stories/featured_stories_detail/nothing_but_blue_sky_do_i_see_how_internet_of_things_advances_could_revolutionize_parkinson_s_disease_care
17. Six exciting cases of using IoT in healthcare. 15/05/2018. URL: <https://iot.ru/meditsina/shest-zakhvatyvyayushchikh-slucahev-ispolzovaniya-iot-v-zdravookhranenii> (In Russ.).
18. Openmarket. URL: <https://www.openmarket.com/resources/automated-sms-alerts-philips-case-study/>
19. Stanley healthcare. SpaceTRAX Inventory Management. URL: <https://www.stanleyhealthcare.com/hospital-clinics/inventory-management>
20. Nexleaf Analytics. URL: <https://nexleaf.org/>
21. ScienceSoft. Why IoT in Healthcare Becomes a Priority. URL: <https://www.scnsoft.com/blog/iot-in-healthcare>
22. Primex. Environmental Monitoring Systems: OneVue Sense. URL: <https://www.primexinc.com/en/solutions/environmental-monitoring/onevue-sense>
23. Building Optimization Systems. URL: <http://www.bostechusa.com/solutions>
24. Clean Hands – Safe Hands. URL: <https://cleanhands-safehands.com/>
25. MTS Media. How IoT works for healthcare: five successful practices. URL: <https://media.mts.ru/business/186704/> (In Russ.).
26. Beddit. URL: <https://www.beddit.com/>
27. AliveCor. URL: <https://www.kardia.com/>
28. Awa. URL: <https://www.avawomen.com/science-technology>
29. Starkey. URL: <https://www.starkey.com/hearing-aids/livio-artificial-intelligence-hearing-aids>
30. Mojo Vision. URL: <https://www.mojo.vision/mojo-lens>
31. CNews. The Internet of Things in Russia is waiting for steady growth. 29/10/2021. URL: https://www.cnews.ru/reviews/internet_veshchej_v_rossii/articles/internet_veshchej_v_rossii_zhdet_ustojchivyj (In Russ.).
32. The Government of Russia. Dmitry Chernyshenko: A billion Internet of Things devices by 2025 is a key goal of the ANO “Digital Economy”. 14.10.2021. URL: <http://government.ru/news/43542/> (In Russ.).
33. ICT Moscow. MTS. The Russian Internet of Things market. URL: <https://ict.moscow/research/rossiiskii-rynok-interneta-veshchei/> (In Russ.).
34. PWC. “Internet of Things” (IoT) in Russia. The technology of the future, available now. URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/iot/iot-in-russia-research-rus.pdf> (In Russ.).
35. IC Skolkovo. Five new therapeutic zones have opened at the Center for Innovation and the Internet of Things in Healthcare in Skolkovo. 23.12.2020. URL: <https://sk.ru/news/v-centre-innovaciy-i-interneta-veshchey-v-zdravookhranenii-v-skolkovo-otkrylis-pyat-novyh-terapevticheskikh-zon/> (In Russ.).
36. Embitel. IoT in Healthcare – Connected Devices, Telemedicine and Remote Monitoring. URL: <https://www.embitel.com/blog/embedded-blog/iot-in-healthcare-connected-devices-telemedicine-and-remote-monitoring>

Информация об авторах

Аксенова Елена Ивановна – доктор экономических наук, директор ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», <https://orcid.org/0000-0003-1600-1641>.

Горбатов Сергей Юрьевич – эксперт ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», <https://orcid.org/0000-0002-6958-3692>.

Information about authors

Elena I. Aksenova – Doctor of Economics Sciences, Director of State Budgetary Institution “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department”, <https://orcid.org/0000-0003-1600-1641>.

Sergey Yu. Gorbatov – expert, State Budgetary Institution “Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department”, <https://orcid.org/0000-0002-6958-3692>.

Для корреспонденции:

Горбатов Сергей Юрьевич

Correspondence to:

Sergey Yu. Gorbatov

GorbatovSY@zdrav.mos.ru