

Проблемы и перспективы ИТ в здравоохранении России: современные реалии

Борисов И. В.¹

младший научный сотрудник

Бондарь В. А.²

аспирант

Кудинов Д. А.³

директор

Некрасова Ю. Ю.¹

научный сотрудник

Канарский М. М.¹

младший научный сотрудник

Прадхан П.¹

младший научный сотрудник

Сорокина В. С.¹

младший научный сотрудник

Редкин И. В.¹

к.м.н., руководитель ЦК по развитию технологий ИИ

1 – ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» (ФНКЦ РР), Московская область, Российская Федерация

2 – ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства России, Москва, Российская Федерация

3 – ООО «Диджитал девелоп ру», Кудрово, Российская Федерация Россия

Автор для корреспонденции: Борисов Илья Владимирович; **e-mail:** realzel@gmail.com

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья посвящена проблемам и перспективам информационных технологий в здравоохранении в России. Освещена общая модель информационных технологий, проблемы и пути решения ограничений со стороны западных компаний. Ввиду цифровизации системы здравоохранения в нашей стране, в статье говорится о необходимости обеспечения непрерывности и независимости от внешнего воздействия информационно-технологических систем в полном цикле: от клиентских терминалов, систем связи, до серверов хранения и обработки данных. Важнейший фактор, который позволяет с уверенностью говорить о развитии специализированных ИТ-решений в системе здравоохранения Российской Федерации – эффективная государственная политика в обеспечении цифровизации экономики: национальные проекты, государственные программы, изменение законодательства, дорожные карты достижения ключевых показателей.

Ключевые слова: здравоохранение, искусственный интеллект, технологии, дистанционные технологии, медицина, помощь, реабилитация

doi: 10.29234/2308-9113-2022-10-4-10-30

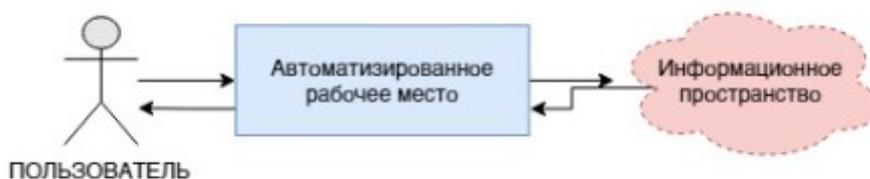
Для цитирования: Борисов И. В., Бондарь В. А., Кудинов Д. А., Некрасова Ю. Ю., Канарский М. М., Прадхан П., Сорокина В. С., Редкин И. В. Проблемы и перспективы ИТ в здравоохранении России: современные реалии. *Медицина* 2022; 10(4): 10-30.

Информационные технологии (ИТ) во всем мире проникают во все направления повседневной деятельности людей обучаясь, помогая и заменяя человеческий труд. В настоящее время существует большое количество компаний, эффективность и вектор дальнейшего развития которых формируется в результате глубокого анализа ежедневных процессов, микро- и макро- изменений, происходящих в мире. До развития и адаптации информационных технологий в рабочий процесс, аналитические отделы предприятий, состоящие из групп специалистов высокой квалификации, формировали отчеты, затрачивая на это большое количество времени и сил. В настоящее время информационные технологии с применением алгоритмов искусственного интеллекта сокращают значительное количество затрат времени на данный процесс, обеспечивая высокую результативность в более эффективном соотношении критерия результат/затраченное время.

ИТ также вошли в область медицинской науки, оказывая существенную помощь медицинским работникам в решении актуальных практических задач. Например, в период пандемии, расшифровывался большой объем рентгеновских снимков легких; проводился массовый скрининг температуры тела в общественных местах с идентификацией личности; разрабатывались новые формы лекарственных средств и другие технологии. В настоящее время и в недалекой перспективе ИТ позволят усовершенствовать непрерывность наблюдения за состоянием здоровья, прогнозирование рисков осложнений, корректирование лекарственной терапии в течение жизни и многие другие процессы.

В общем виде ИТ – средство автоматизации работы с данными, которые претерпевают интерпретацию в машинную форму (рис. 1).

Рис. 1. Модель работы с ИТ в общем виде.



Формируется следующая структура: врач взаимодействует с данными о пациенте не только посредством личного контакта, но также и с данными, претерпевающими интерпретацию на нескольких этапах обработки: при переводе реальных обстоятельств в цифровую форму; при обработке данных программным обеспечением; при выводе данных для использования в лечении; при корректировке данных в процессе работы (рис. 2).

Рис. 2. Общая модель работы информационных технологий в системе здравоохранения Российской Федерации, основные факторы повышения качества данных.



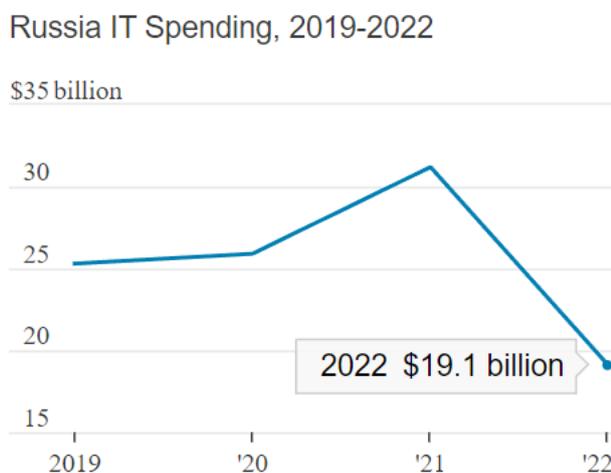
Таким образом, учитывая непредсказуемый характер обстоятельств, при которых информационное пространство пополняется сведениями о пациенте (ручной ввод, автоматизированный ввод, возможные ошибки ввода, обработки, интерпретации и т.д.), можно с уверенностью утверждать, что информационные технологии как инструмент решения практических задач здравоохранения находятся в процессе становления, так как успешность инструментов ИТ в здравоохранении зависит не только от врачей и специалистов других специальностей, но также и от качества самого инструмента, включая методологию работы, программное обеспечение, аппаратные средства и сопутствующую инфраструктуру.

Процессы насыщения отрасли здравоохранения современными решениями, построенными на базе ИТ, связаны с рядом комплексных обстоятельств: современная геополитическая ситуация, в которой Российская Федерация оказалась в рамках внешних ограничений, приводит к необходимости применения и развития информационных технологий силами собственного производства. Сложность в реализации этих целей связаны с тем, что за последние годы львиная доля комплектующих и готовых программных решений поставлялось из других стран, что экономически было значительно выгоднее развития собственных производств с длительной окупаемостью. Это привело к деградации инфраструктуры производства собственных ИТ в Российской Федерации, базирующихся на электронных компонентах собственной разработки. Однако события последних лет могут дать толчок к созданию частных и государственных

производственных компаний, которые в перспективе обеспечат независимость от внешнего воздействия и восполнят дисбаланс технологической базы страны.

После введенных экономических санкций в первом квартале 2022 года в отношении Российской Федерации, крупнейшие западные компании приняли решение ограничить или прекратить деятельность в нашей стране. В число таких компаний вошли такие IT-гиганты как Microsoft, Oracle, Cisco, IBM, Adobe, SAP, Intel, AMD и другие. В совокупности уход этих компаний создаст брешь во всем IT-секторе экономики нашей страны. По прогнозам консалтинговой компании IDC (США), объем IT-рынка в 2022 году сократится на 12,1 млрд долларов, что соответствует 39% относительно показателей 2021 года и составит 19,1 млрд долларов (рис. 3) [1].

Рис. 3. Прогноз развития IT-сектора рынка Российской Федерации в 2022 году.



Note: The years 2021 and 2022 are forecast estimates.

Source: International Data Corp.

В Российской Федерации уже разработаны программные продукты, которые по своему функционалу похожи западным. К таким можно отнести «МойОфис», предоставляющий возможности пакета программ Microsoft 365, а «1С» включает в себя ряд функций, которые заложены в ПО компании SAP. Введенные экономические санкции привели к необходимости перехода на программное обеспечение отечественного производства для возможности продолжения своей деятельности. Для ряда отечественных компаний данный переход затруднителен из-за высокой интеграции своей деятельности с программным обеспечением определенных зарубежных производителей.

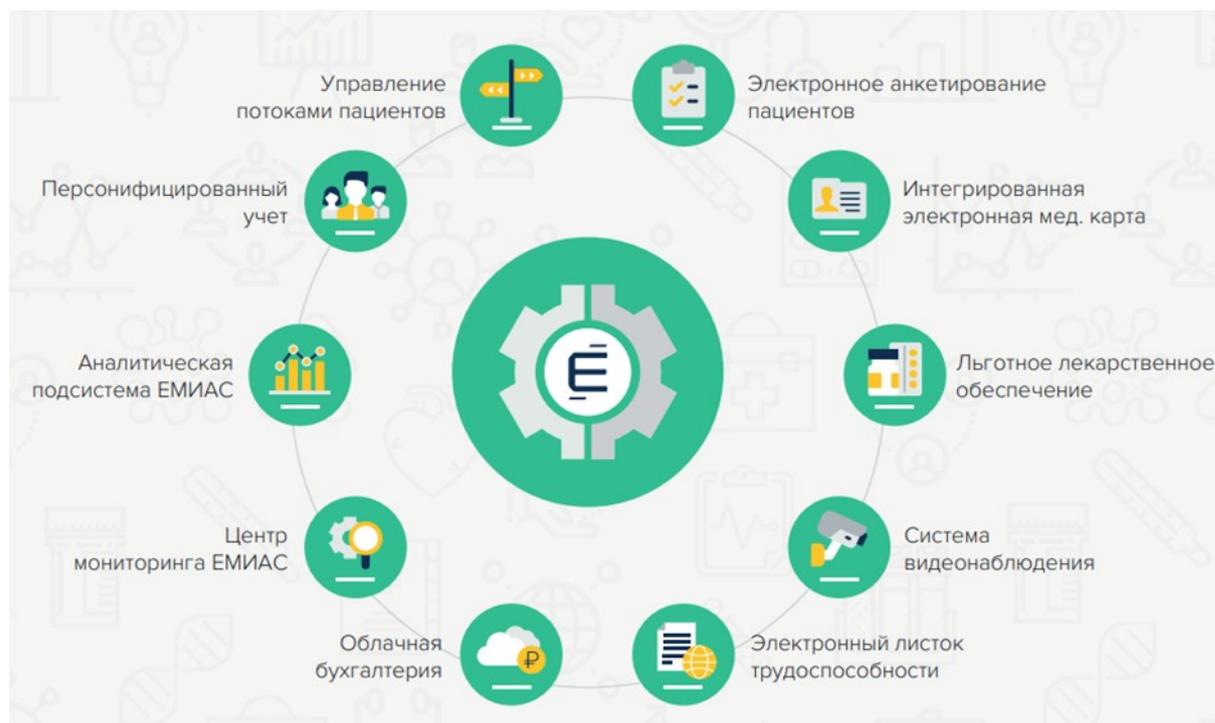
Сигналы о необходимости перехода и начала разработки отечественного программного обеспечения поступали еще в 2014 году, когда санкции западных компаний дали понять о возможности односторонней отмены лицензий на купленное программное обеспечение и прекращении предоставления услуг облачных технологий для российских компаний. Текущая реальность свидетельствует о наступлении того момента, когда зависимость от внешнего воздействия может ощутить малый и крупный бизнес в нашей стране.

Переход с операционной системы MS Windows начался в 2014 году. Предприятия перешли на российские ОС, разработанные на базе свободно распространяемого ядра Linux: Astra Linux, Alt Linux, РЕД ОС, Эльбрус и других систем. Это коснулось как частных организаций, так и государственных: школ, медицинских и иных государственных организаций.

Ввиду цифровизации системы здравоохранения в нашей стране, необходимо обеспечить непрерывность и независимость от внешнего воздействия информационно-технологических систем в полном его цикле: от клиентских терминалов, систем связи, до серверов хранения и обработки данных.

Одной из показательных медицинских систем, построенных на базе открытого ПО является ЕМИАС — Единая медицинская информационно-аналитическая система, разработанная Департаментом информационных технологий города Москвы. Впервые представленная в марте 2013 года, к 2022 году она была интегрирована в систему здравоохранения города Москвы, включая поликлиническую сеть, родильные дома, перинатальные центры и другие медицинские организации (рис. 4).

Рис. 4. Возможности ЕМИАС.



За технологическую основу ЕМИАС взята система Alt Linux и офисный пакет LibreOffice. Серверная ОС базируется на SLES. Фактически полная программная независимость делает систему ЕМИАС надежной, активно развивающейся системой. По мощности к числу подобных систем можно отнести Портал государственных услуг Российской Федерации (gosuslugi.ru) и Портал госуслуг Москвы (pgu.mos.ru). С другой стороны, производства электронных компонентов (процессоров, модулей памяти), по своей производительности равных импортным, в России не существует, что в сложившейся ситуации отказа в

поставках продукции компаний Intel и AMD ставит под угрозу отдаленную перспективу безотказности в работе узлов серверов и клиентских модулей, не говоря про возможности улучшения производительности с постоянным возрастанием нагрузки на систему.

Это приводит к необходимости разработки высокопроизводительных аппаратных комплексов для внедрения в государственные системы. В настоящее время АО «МЦСТ» занимается производством микропроцессоров, микроконтроллеров, проектированием отказоустойчивых компьютеров на базе микропроцессоров собственной разработки и других систем и модулей. К настоящему времени производимые процессоры «Эльбрус» имеют ряд ограничений по производительности и не могут конкурировать с продуктами компаний Intel и AMD. В проекте АО «МЦСТ» к 2025 году разработать высокопроизводительный 32-ядерный микропроцессор, построенный на 7 поколении архитектуры «Эльбрус» – «Эльбрус-32С», однако одна из существенных проблем АО «МЦСТ» является то, что микроконтроллеры производятся на заводе TSMC в Тайване, который, наряду с многими IT-компаниями, наложил санкции и более не поставляет свою продукцию в нашу страну [2]. С аналогичной проблемой столкнулась отечественная компания зеленоградского научно-производственного центра «Электронные вычислительно-информационные системы» (АО НПЦ «Элвис»), производство микросхем которой происходит на том же тайванском заводе [3]. Практика расположения производственных мощностей в других странах не нова. Американская компания Intel производит свои электронные компоненты в других странах. В частности, в 2010 году заработал первый завод в Китае, на строительство которого ушло более трех лет и 2,5 млрд долларов. До настоящего времени 80% микросхем производится в Азии (в основном это тайваньская TSMC и южнокорейская Samsung). Понимая возможные геополитические изменения в мире, в планах компании в конце 2022 года начать строительство нового крупного комплекса в штате Огайо (США) при государственной поддержке. Правительство США нацелено на локализацию производства и принимает дополнительные меры, чтобы компании строили дополнительные фабрики в стране [4,5].

Единственным в России заводом по производству микросхем является предприятие «Микрон». В настоящее время это самое современный завод с техпроцессом 65 нм, который по мировым меркам является уровнем 20-летней давности. Это приводит к тому, что ни АО «МЦСТ», ни АО «Микрон» не могут реализовывать свои технологии, ввиду их работы с топологией 16 нм с перспективой скорого перехода на 10 нм. Другой российский завод-производитель электронных компонентов – АО «Ангстрем» работает с топологией 600 нм из-за ориентированности на военно-промышленный комплекс.

Необходимость в развитии собственных технологических мощностей должна стать одной из стратегических целей современного этапа информационной эволюции Российской Федерации. Широта и потенциал использования информационных технологий диктует необходимость использовать современную высокопроизводительную основу для использования в различных нишах повседневной деятельности. С этой целью российский

завод «Микрон» собирается удвоить объемы выпускаемой продукции и к 2025 году суммарный выпуск кремниевых пластин для микросхем с топологией 180-90 нм должен увеличиться с нынешних 3000 в месяц до 6000 [6]. Ускоренное развитие технологического процесса полного цикла окажет существенное влияние на перспективы развития ключевых систем государства, включая одну из самых важных – здравоохранение.

Важнейший фактор, который позволяет с уверенностью говорить о развитии специализированных ИТ-решений в системе здравоохранения Российской Федерации – эффективная государственная политика в обеспечении цифровизации экономики: национальные проекты, государственные программы, изменение законодательства, дорожные карты достижения ключевых показателей. Одним из ключевых решений является программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утверждена распоряжением Правительства РФ №1632-р от 28 июля 2017 г.), принятая в целях реализации стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы. Программой предусматривается три уровня, тесно взаимодействующих друг с другом: рынки и отрасли экономики, платформы и технологии, среда. Основными сквозными цифровыми технологиями, которые входят в рамки программы, являются: большие данные, нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра, квантовые технологии, новые производственные технологии, промышленный интернет, компоненты робототехники и сенсорики, технологии беспроводной связи, технологии виртуальной и дополненной реальностей. Все эти технологии являются необходимыми элементами, на основе которых создаются, в том числе, отраслевые решения, востребованные в практическом здравоохранении: автоматизация, инструменты принятия решений на основе больших данных, роботизированные средства реабилитации, интернет медицинских вещей, телемедицина и другие.

В соответствии с положениями Программы «Цифровая экономика Российской Федерации», реализуются отдельные направления по отраслям экономики, при этом сфера здравоохранения указывается как приоритетная, включая контрольно-надзорную деятельность. Работа осуществляется на основе специальных разделов, а также путём разработки дорожных карт с датой достижения заданных параметров, к 31 декабря 2024 г. В настоящее время, согласно дорожным картам, достигнуто значительное количество целей, необходимых для реализации задач в развитии новых информационных технологий в сфере здравоохранения, таких как запуск необходимых инфраструктурных решений, обеспечение медицинских организаций широкополосным доступом в сеть интернет, запуск и стимулирование образовательных и научно-исследовательских программ, институтов, стартапов и других мероприятий в системе здравоохранения, а также в смежных отраслях. Особенно необходимо отметить мероприятия, направленные на совершенствование законодательства и инфраструктуры в системе телемедицинских технологий, а также разработку и запуск в работу Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения. Все эти, равно как многие другие, решения, связанные единой нормативной и целеполагающей базой, сформировали

основу для развития информационных технологий в практическом здравоохранении Российской Федерации: увеличение численности профильных специалистов с необходимым уровнем цифровых компетенций, доступности цифровых инструментов для медицинских организаций, увеличения численности специалистов по направлению организация здравоохранения, обладающих необходимыми управленческими и кросс-культурными компетенциями и др.

Увеличение объёма практических задач в системе здравоохранения, решаемых за счёт или с применением информационных технологий само по себе становится стимулирующим основанием и базой для формирования новых решений, что позволяет говорить, в том числе, по состоянию на 2022 год, о формировании синергетического эффекта.

Тем не менее, ряд задач в соответствии с дорожными картами программы «Цифровая экономика Российской Федерации», по состоянию на 2022 год ещё только предстоит решить. В частности, на 2023 год запланировано достижение показателей в области межведомственного электронного документооборота, а также в 2023 году планируется создание так называемой инфраструктуры «Цифровой профиль». От решения этих и других задач в первую очередь зависят сроки полнофункционального внедрения в практическое здравоохранение Российской Федерации многих цифровых инструментов, предусматривающих передачу и использование персональных данных пациентов, а также иные виды документооборота, используемого в лечении пациентов и обеспечении деятельности медицинских организаций. Немаловажно, что с момента появления необходимых цифровых решений, обеспеченных правовыми основами, организациям и специалистам, работающими с такими решениями, равно как ведущими их разработку и адаптацию, потребуется время на проведение всех необходимых мероприятий.

При рассмотрении путей развития ИТ в здравоохранении Российской Федерации, следует отметить, что одним из перспективных направлений является интеграция государственной системы ведения электронных медицинских карт в медицинские организации всех регионов страны. Включение элементов искусственного интеллекта в систему сбора и обработки больших данных позволит помочь в прогнозировании эпидемиологических процессов, улучшении тактики лечения и прогнозирования потребностей в медицинской помощи в различных, в том числе удаленных, городах и сёлах. Это также в перспективе позволит обеспечить непрерывность этапов оказания медицинской помощи, включая амбулаторный этап реабилитации.

Современное развитие системы здравоохранения во всем мире неотъемлемо связано с информационными технологиями, в частности искусственным интеллектом. Согласно прогнозу McKinsey & Company (Международная консалтинговая компания, специализирующаяся на решении задач, связанных со стратегическим управлением), к 2030 году с помощью искусственного интеллекта будет автоматизировано 15% рабочего времени специалистов в сфере здравоохранения. Наибольшая доля технологий будет

применена для сбора и обработки данных, выполнения физических действий и работе с оборудованием в предсказуемых условиях [7,8].

О значительной роли и потенциальной пользе технологий в здравоохранении говорит и недавнее приобретение компании Nuance Communication IT-гигантом Microsoft за 19,7 млрд. долларов США. Приобретенная компания разработала программное обеспечение по переводу речи в текст, которая нашла своё применение в системе здравоохранения [9]. По прогнозам Research and Markets (аналитическое агентство по исследованию рынка), объем мирового рынка искусственного интеллекта в здравоохранении достигнет 51,3 млрд. долларов США. Для сравнения, в 2016 году он составлял 1,1 млрд. долларов США. Существенную роль во внедрении искусственного интеллекта в сферу здравоохранения играет частный сектор: инвестиции венчурного капитала в проекты, связанные со здравоохранением, достигают 8,5 млрд. долларов США [10].

В медицинском сообществе могут возникнуть опасения в связи с заменой человеческого труда на машинный по мере развития технологий, однако практически все технологии направлены на упрощение труда медицинского персонала, улучшение качества оказываемой помощи, корректировке лекарственной терапии и другим аспектам медицинской деятельности. К числу применяемых технологий следует отнести: умные кровати, которые непрерывно регистрируют показатели состояния здоровья пациента и информируют о них медицинским работникам; робототехнику в хирургической практике (Da Vinci); носимые устройства больных с хроническими заболеваниями для отслеживания уровня артериального давления, значений уровня сахара в крови; роботизированные тележки, которые доставляют еду, хирургическое оборудование и расходные материалы в медицинских центрах.

Успешным достижением в нейротехнологии является технология Neuralink, представленная в 2019 году Илоном Маском. Данная технология позволяет считывать информацию из структур головного мозга. В основе – шесть нитей толщиной в четыре микрометра. На каждой нити закреплено несколько десятков электродов, которые вживляются в головной мозг специальным роботом. Их задача – мониторить активность мозга и передавать данные с помощью чипа, расположенного за ухом. В перспективе предполагается беспроводная передача данных. В 2021 года данный чип был вживлен в мозг обезьяны, что позволило проанализировать активность работы головного мозга играя в игру, после чего управлением в игре происходило силой мысли [11,12].

Глобально технология искусственного интеллекта применима на различных уровнях:

1. На уровне проектирования: прогнозирование заболеваний, выявление групп пациентов с высоким риском заболеваний, организация профилактических мер;
2. На уровне производства: автоматизация и оптимизация процессов в больницах, автоматизация и повышение точности диагностики;

3. На уровне продвижения: управление ценообразованием, снижение рисков для пациентов;

4. На уровне предоставления обслуживания: адаптация терапии и состава лекарств для каждого отдельного пациента, использование виртуальных ассистентов для построения маршрута пациента в поликлинике или больнице.

В сентябре 2021 года стало известно о создании нового аппаратно-программного комплекса (АПК) для ситуационного центра Минздрава РФ, который предназначен для того, чтобы в режиме реального времени получать информацию о различных ситуациях, показателях и отчетах (заболеваемость населения, количество больных и т.п.), касающихся сферы здравоохранения. В рамках обновления планируется создать единую базу медицинских знаний с использованием искусственного интеллекта. На данные нужды было заложено 150 млн. рублей [13].

В совокупности применение технологий приводит к развитию предиктивной, превентивной и персонализированной медицины. Концепция развития была принята в 2018 году приказом Министерства здравоохранения РФ от 24 апреля 2018 г. N 186 «Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины». Согласно Концепции, под персонализированной медициной понимают медицину, в основе которой лежит анализ характеристик, которые можно объективно измерить и которые могут служить в качестве индикатора физиологических и патологических биологических процессов или фармакологических ответов на проводимое лечение, называемых биомаркерами, а также применение персонализированных методов и способов лечения заболеваний и коррекции состояний [14].

Еще в древние времена было замечено, что одно и то же лекарство может помочь одному человеку, а у другого, с тем же заболеванием, не оказать никакого эффекта, либо навредить. Открытия 21 века в области life sciences, такие как полная расшифровка генома человека в 2003 году и последовавший за этим проект «1000 геномов» позволили объяснить, почему так происходит: генетический код всех людей совпадает больше, чем на 99%, а оставшимся 1% обусловлены все наши индивидуальные различия и реакции организма.

Персонализированная медицина помогает обнаружить предрасположенность к заболеваниям, приостанавливать их развитие и начинать лечение на ранних стадиях. Такой подход существенно снижает расходы на здравоохранение (лечение на поздних стадиях заболевания обходится значительно дороже), поэтому персонализированная медицина экономически выгодна. По данным Precedence Research (международная компания по исследованию рынка), ее рынок оценивался в \$59 трлн. в 2019 году, и эта цифра вырастет до \$141 трлн. к 2027 году. При этом совокупный среднегодовой темп роста составит 10,6% к 2025 году.

Одной из первых и самых развитых областей применения персонализированной медицины стала онкология. Например, известно, что определенные мутации в генах BRCA1 или BRCA2 повышают риск развития рака груди у женщин до 85% вместо обычных

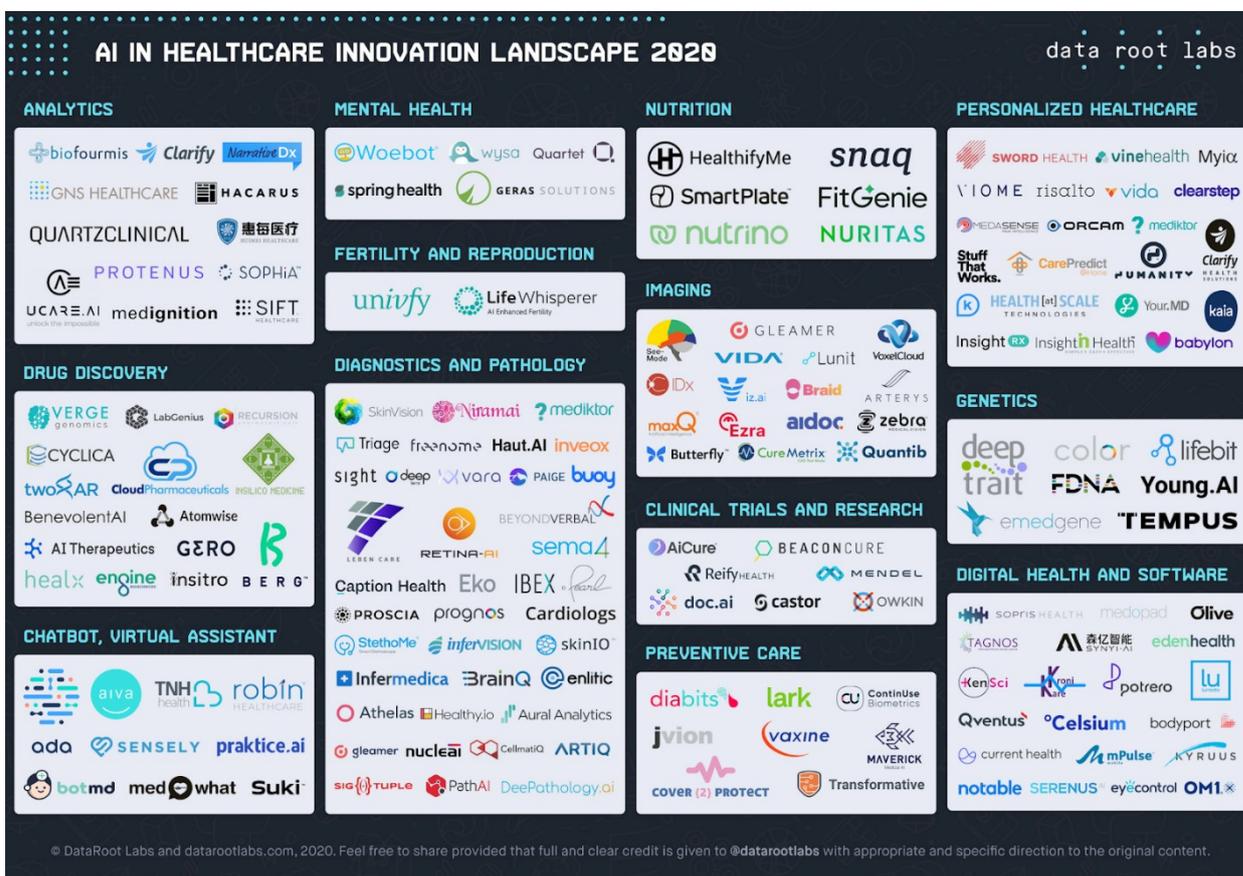
13%. Если знать о наличии такой мутации, то можно чаще проводить мониторинг и успеть обнаружить болезнь на ранней стадии, то есть сосредоточиться на превентивных мерах.

Однако сегодня персонализированную медицину используют для лечения не только редких генетических заболеваний или рака, но и таких болезней как эпилепсия или аллергия. Более того, в 2020 году персонализированная медицина стала учитывать не только генетическую информацию. Сейчас ученые понимают, что важны и другие факторы: семейные, экономические, социальные, питание и образ жизни.

Персонализированная медицина находит применение в борьбе с новой коронавирусной инфекцией. Ученые из Оксфорда опубликовали работу, в которой с помощью статистических методов обнаружили 68 генов, с которыми может быть связано тяжелое течение COVID-19, и отметили, что 17 из них могут быть успешно использованы для создания лекарств [15].

Носимые устройства также являются частью персонализированной медицины, в том числе с использованием искусственного интеллекта. Данным направлением занимается большое число IT-компаний во всем мире (рис. 5).

Рис. 5. Компании в области здравоохранения, использующие технологии искусственного интеллекта по данным за 2020 год.



Такие ИТ гиганты как Amazon, Apple, Microsoft инвестируют и покупают компании, работающие в сфере здравоохранения. Так, Amazon за 750 млн долларов купила PillPack для продажи лекарств онлайн. Alphabet инвестирует миллиарды долларов в Google Health, с ее десятками проектов, в том числе AI-роботами для совершения различных операций и повышением эффективности скрининга глаз при сахарном диабете. Apple создала Health App и продвигает Apple Watch в первую очередь как монитор для здоровья, недавно открыв собственную сеть медицинских клиник. Microsoft приобрела компанию Nuance (компания из США, занимающаяся разработкой технологии распознавания голоса и искусственного интеллекта для здравоохранения и других сфер) за 19,7 млрд долларов [16]. Понимая перспективность работы с большими медицинскими данными, компания Google несколько лет собирала персональные медицинские данные 50 млн. американцев без их ведома. В рамках проекта «Project Nightingale» она создавала глобальную базу с медицинскими картами пациентов, в которой содержалась информация об их исследованиях и анализах, диагнозах и заключениях врачей, записях о госпитализации, историях болезней [17].

Amazon в партнерстве с JPMorgan и Berkshire Hathaway запустила проект Haven, призванный дать их сотрудникам доступ к лучшей медицине. В сумме у компаний больше 1,6 млн занятых. Эксперты предполагают, когда Amazon соберет данные о болезнях и потребностях сотрудников, она сможет лучше продавать свои услуги и понимать, как развивать новые медицинские направления. До этого, в 2017 году, Amazon основала лабораторию 1492, среди задач которой – разработка платформы для сбора медицинских записей и данных пациентов, создание телемедицинской платформы и разработка медицинских приложений для устройств Amazon. Благодаря ней уже сейчас можно пожаловаться своей домашней умной колонке на боли в спине, и она подскажет, что это может быть и какие средства стоит приобрести, чтобы облегчить состояние. Лаборатория 1492 также помогла создать Amazon Halo, браслет, помогающий следить за температурой тела, тоном голоса и качеством сна [18].

В 2017 году компания «Сбер» (ранее – «Сбербанк») приобрела 79,6% акций медицинского сервиса по поиску и записи к врачу DocDoc.ru. Сумма сделки не разглашается, однако предполагается, что она составила от 800 до 1,6 млрд рублей [19]. Дальнейший ребрендинг купленной компании запустил проект «СберЗдоровье», в котором возможно произвести запись на консультацию врача или диагностику, совершить вызов врача на дом, а также получить онлайн-консультации для пациентов и консультации ветеринаров. По данным «Сбер», сервис сотрудничает более чем с 4000 частных клиник, а число пользователей превышает 7,5 млн. человек. Отдельным подразделением является компания «СберМедИИ» – экосистемный интегратор передовых решений с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ) для медицины. Платформа СберМедИИ объединяет более 50 разработок и решений СберМедИИ и других компании экосистемы Сбера и партнёров, в том числе: умный помощник врача «ТОП-3», «КТ Лёгких», «КТ Инсульт» и др. Все сервисы объединены на платформе Медицинского цифрового диагностического центра (MDDC), который выступает в качестве «одного окна»

для партнёров. MDDC предназначен для лечебно-профилактических учреждений России и встраивается в медицинские информационные системы и рабочие станции врачей [20].

Российская компания «СимбирСофт» с 2001 года занимается разработкой и тестированием программного обеспечения, сделав упор на IT-решения для медицинской сферы, включая телемедицину, CRM-системы для клиник (Customer Relationship Management или Управление отношениями с клиентами), разработку мобильных приложений для клиентов и медицинского персонала. Результатом стала разработка сервиса для онлайн-консультаций пациента с врачом с более чем 5000 пользователей в сутки; разработка системы автоматизации работы врачей, позволяющей сократить время на заполнение рутинной документации на 24%, оптимизировать логистику пациентов, а также формировать выписную документацию [21,22].

Растет количество отечественных ИТ-компаний, в том числе использующих искусственный интеллект в своей работе. К числу таких компаний можно отнести Botkin.AI – платформу для диагностики и анализа рисков развития заболеваний на основе математических моделей представления пациентов с использованием технологий искусственного интеллекта. Сервис анализирует медицинские изображения: снимки КТ (определение злокачественных новообразований в легких на ранних стадиях), рентген (определение онкологических и неонкологических патологий), маммографию и флюорографию.

Продукт другой российской компании «К-Скай» – WEBIOMED, задача которого - на основе искусственного интеллекта спрогнозировать риски возникновения и развития заболеваний в регионе, городе, ЛПУ, а также у отдельно взятого человека способствует снижению заболеваемости и смертности, используется как эффективный инновационный инструмент увеличения продаж и управления рисками на основе анализа электронных медицинских карт пациента.

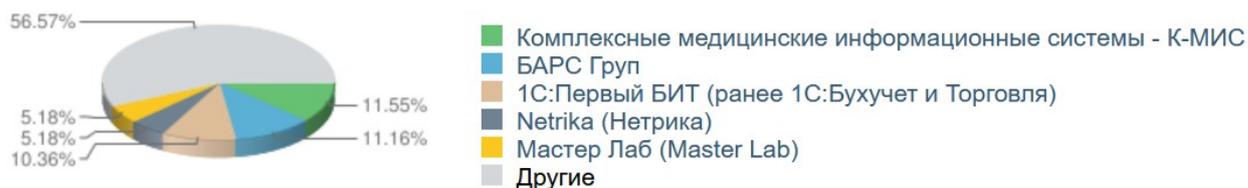
Одной из значимых не только программных, но и технологических, разработок в области медицины является система «Нейрочат» (компания ООО «НейроЧат»). Устройство в виде шапочки считывает активность головного мозга, компьютер расшифровывает ее и распознаёт команды пользователя. В результате парализованный человек может управлять бытовыми приборами и гаджетами, в том числе набирать текст и отправлять сообщения. Облегчающей жизнь новинкой обеспечены уже более 500 человек. Нейроинтерфейс может отдавать команду не ноутбуку или планшету, а живлённому в мозг имплантату. Подобная связь может заменить собой разрушенные инсультом нейронные связи, и тогда пользователь вновь сможет управлять своими органами речи [23].

Совместная разработка с иностранными коллегами позволила разработать технологию NeuroPrint (Санкт-Петербургский государственный университет), которая позволяет быстро и дёшево изготовить индивидуальный нейропротез на 3D-принтере. Создание устройства от проекта до изготовления занимает всего сутки. Технология поможет

снабдить людей с травмами и заболеваниями нервной системы индивидуальными имплантатами. Технология NeuroPrint опирается на использование 3D-принтера. Сначала устройство изготавливает основу будущего нейропротеза методом экструзии. Материалом для неё служит мягкий и биосовместимый силикон. Затем методом струйной печати на основу наносятся электроды. Они состоят из хорошо проводящего ток гибкого и химически устойчивого металла, например, платины. Наконец, электроды обрабатываются холодной плазмой, что улучшает их свойства. Авторы испытали изготовленные по новой технологии устройства на кошках, крысах и рыбах данио-рерио. Новые имплантаты восстанавливали подвижность парализованных животных как минимум не хуже, чем их традиционные и весьма дорогие аналоги. Кроме того, учёные испытали на здоровых крысах имплантат, который считывает сигналы коры головного мозга (таким образом человек может управлять техникой силой мысли). Продукт новой технологии показал себя на отлично [24,25].

Разработками медицинских информационных систем (МИС) в Российской Федерации занимается более 70 ИТ компаний. МИС – система автоматизации документооборота для медицинских учреждений, в которой объединены система поддержки принятия врачебных решений, электронные медицинские карты пациентов, данные медицинских исследований в цифровой форме, данные мониторинга состояния пациента с медицинских приборов, средства общения между сотрудниками, финансовая и административная информация. В первую десятку компаний по количеству проектов в 2021 году отнесены: «Комплексные медицинские информационные системы – К-МИС», «БАРС Груп», «1С:Первый БИТ», «Нетрика», «Мастер Лаб», «СП.АРМ», «Корус Консалтинг», «СофтТраст», «ТехЛАБ» и «ХОСТ ГК» (рис. 6) [26].

Рис. 6. Распределение компаний по количеству проектов МИС.



Проекты МИС интегрируются в работу медицинских организаций с целью сокращения работы на заполнение медицинской документации, увеличивая время на непосредственную работу с пациентами; упрощения ведения текущей и выписной документации; оптимизации взаимодействия между сотрудниками медицинской организации как внутри, так и между центрами.

Большинство решений с использованием ИТ-технологий применяется в высокотехнологичной медицинской помощи. Это одно из самых дорогостоящих направлений системы здравоохранения, которое непрерывно развивается и поддерживается в нашей стране. В Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2022 год и на плановый период 2023 и

2024 годов, предусмотрено финансовое обеспечение на оказание специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи, а Федеральным фондом обязательного медицинского страхования на 2022 года, по сравнению с 2021 годом на 30% увеличиваются затраты на оказание высокотехнологичной медицинской помощи вне базовой программы ОМС (ВМП-II) – до 141,3 млрд. рублей [27,28].

В 2022 года обновлен перечень высокотехнологичной медицинской помощи, добавлено пять новых групп, содержащих новые виды медицинской помощи по профилям «неврология» и «онкология». Две новые группы онкологических видов медпомощи – «лечение острого лейкоза с использованием биотехнологических методов у детей» со средним тарифом 2,97 млн рублей и «тотальное облучение тела, тотальное лимфоидное облучение тела, тотальное облучение костного мозга у детей» стоимостью 584 тысячи рублей за один случай лечения.

В профиле «неврология» будет добавлена «установка интенсивной помпы для постоянной инфузии геля после предварительной назоеюнальной титрации» (431,7 тысячи рублей), новый метод в сердечно-сосудистой хирургии – «гибридные операции при многоуровневом поражении магистральных артерий и артерий нижних конечностей у больных сахарным диабетом» стоимостью 655 тысяч рублей. Уже присутствующий в перечне вид медпомощи – протонная лучевая терапия – ввели в новую группу и распространили на больных нейрохирургического профиля для лечения неоперабельной доброкачественной опухоли, расположенной в области основания черепа [29,30].

Заключение

В настоящее время трудно в полной мере оценить вклад информационных технологий во все процессы, происходящие в мире. Исключение ниши ИТ значительно усложнит экономические, медицинские, бытовые и другие процессы, возвратив уровень развития страны на десятки лет назад. Для того, чтобы это не допустить, необходимо развивать и локализовать собственные технологические базы и производства полного цикла, разрабатывать и применять программное обеспечение с аналогичным функционалом, применяемое в повседневной деятельности. Медицинское программное обеспечение следует интегрировать в единое информационное пространство, что позволит реализовывать глобальные функции по обработке больших данных с получением значимых результатов для прогнозирования развития кадровых, фармацевтических, мощностных возможностей медицинских организаций.

В Российской Федерации в настоящее время существует большое количество ИТ компаний, часть из которых делают свой упор на развитие в сфере медицинских технологий. Также существуют технические разработки, которые могут быть востребованы не только в нашей стране, но и за рубежом. Существующая ситуация

дополнительно свидетельствует о необходимости государственной поддержки ИТ сферы для обеспечения возможности разработки уникальных и перспективных программных и технологичных продуктов.

Литература

1. ИТ-рынок России [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.9A.D1.80.D1.83.D0.BF.D0.BD.D0.B5.D0.B9.D1.88.D0.B8.D0.B5_.D0.98.D0.A2-.D0.BA.D0.BE.D0.BC.D0.BF.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D0.B8_.D0.B2_.D0.A0.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B8. (Дата обращения: 10.08.2022)
2. Все, что известно о процессорах «Эльбрус». [Электронный ресурс]: *Режим доступа* :<https://club.dns-shop.ru/digest/54388-vse-cto-izvestno-o-protssessorah-elbrus/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
3. Российские процессоры сделают на Тайване [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2021/03/03/860132-rossiiskie-protssessori>. (Дата обращения: 10.08.2022).
4. Intel построит в Огайо два новых завода за \$20 млрд с местом под расширение [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://habr.com/ru/news/t/647423/>. (Дата обращения: 10.08.2022)
5. Intel открыла первый завод в Китае [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: https://www.cnews.ru/news/top/intel_otkryla_pervyj_zavod_v_kitae. (Дата обращения: 10.08.2022).
6. Российский «чипмейкер №1» удваивает производство. Российской микроэлектронике дадут новую жизнь [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: https://www.cnews.ru/news/top/2022-04-22_rossijskij_chipmejker_1. (Дата обращения: 10.08.2022).
7. Transforming healthcare with AI: The impact on the workforce and organizations [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/transforming-healthcare-with-ai>. (Дата обращения: 10.08.2022).
8. Making healthcare more affordable through scalable automation [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/making-healthcare-more-affordable-through-scalable-automation>. (Дата обращения: 10.08.2022).
9. Microsoft goes all in on healthcare with \$19.7B Nuance acquisition [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://techcrunch.com/2021/04/12/microsoft-goes-all-in-on-healthcare-with-19-7b-nuance-acquisition/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
10. Transforming healthcare with AI: The impact on the workforce and organizations [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/transforming-healthcare-with-ai>. (Дата обращения: 10.08.2022).
11. Elon Musk's Neuralink could transition from implanting chips in monkeys to humans within the year [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://www.businessinsider.com/elon-musk-predicts-neuralink-chip-human-brain-trials-possible-2021-2021-2>. (Дата обращения: 10.08.2022).
12. Продлить жизнь и побороть смерть — на что способен искусственный интеллект [Электронный ресурс]: *Режим доступа*: <https://habr.com/ru/company/netologyru/blog/561692/>. (Дата обращения: 10.08.2022).

13. Искусственный интеллект в медицине [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://zdrav.expert/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%B2_%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B5. (Дата обращения: 10.08.2022).
14. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 24 апреля 2018 г. N 186 "Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины" [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71847662/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
15. Волшебная таблетка: какие задачи решает персонализированная медицина [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://rb.ru/opinion/personalizirovannaya-medicina/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
16. Microsoft за \$19,7 млрд купила разработчика ИИ для здравоохранения – nuance [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vademec.ru/news/2021/04/13/microsoft-za-19-7-mlrd-kupila-razrabotchika-ii-dlya-zdravookhraneniya-nuance/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
17. Google за год собрала персональные медицинские данные миллионов американцев без их ведома [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://habr.com/ru/news/t/475484/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
18. IT-гиганты нацелились на медицину. Что это значит для нас? [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/568584/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
19. «Для меня сумма сделки со "Сбербанком" не выглядит как вау-достижение» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vc.ru/story/24117-docdoc-interview>. (Дата обращения: 10.08.2022).
20. Врач и информационные технологии. Специальный выпуск №1. Цифровое здравоохранение. Труды XXI Международного конгресса «Информационные технологии в медицине». 15-16 октября, 2020 г [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.idmz.ru/media/vit_ru_private_pdf/2020/s1/2020_s1_hi_res.pdf. (Дата обращения: 10.08.2022).
21. Создаем IT-решения для медицинской сферы [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://medtech.simbirsoft.com/>. (Дата обращения: 10.08.2022).
22. Как IT-решения помогают докторам России и Европы: диагностика рака и другие задачи [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vc.ru/future/108106-kak-it-resheniya-pomogayut-doktoram-rossii-i-evropy-diagnostika-raka-i-drugie-zadachi>. (Дата обращения: 10.08.2022).
23. В России парализованные после инсульта люди управляют компьютером силой мысли [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://smotrim.ru/article/2451906>. (Дата обращения: 10.08.2022).
24. В России создана технология 3D-печати индивидуальных протезов для мозга [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://smotrim.ru/article/2461869>. (Дата обращения: 10.08.2022).
25. Ученые разработали технологию печати на 3D-биопринтере персонализированных нейропротезов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://spbu.ru/news-events/novosti/uchenye-razrabotali-tehnologiyu-pechati-na-3d-bioprintere-personalizirovannyh>. (Дата обращения: 10.08.2022).
26. Медицинские информационные системы [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0?cache=no&ptype=system#ttop. (Дата обращения: 10.08.2022).

27. В 2022 году финансирование высокотехнологичной медпомощи вырастет на 31,6 млрд рублей [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vademec.ru/news/2021/09/03/v-2022-godu-finansirovanie-vysokotekhnologichnoy-medpomoshchi-vyrastet-na-31-6-mlrd-rublej/>. (Дата обращения: 10.08.2022).

28. Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2021 г. № 2505 О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/de3NXmFdnBk5LLok0KHjVaKd7aw67UI.pdf>. (Дата обращения: 10.08.2022).

29. В 2022 году появятся четыре новых вида ВМП вне базовой программы ОМС [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vademec.ru/news/2021/09/08/v-2022-godu-royavyatsya-chetyre-novykh-vida-vmp-vne-bazovoy-programmy-oms/>. (Дата обращения: 10.08.2022).

30. «Непонятная сущность»: зачем россиянам закон об отношениях с роботами [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vm.ru/technology/934832-neponyatnaya-sushnost-zachem-rossiyanam-zakon-ob-otnosheniyah-s-robotami>. (Дата обращения: 10.08.2022).

Problems and Prospects of IT in Healthcare in Russia: Modern Realities

Borisov I. V.¹

Junior Researcher

Bondar V. A.²

Postgraduate

Kudinov D. A.³

Director

Nekrasova Yu. Yu.¹

Researcher

Kanarsky M. M.¹

Junior Researcher

Pradhan P.¹

Junior Researcher

Sorokina V. S.¹

Junior Researcher

Redkin I. V.¹

MD, PhD

1 – Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology», Moscow, Russian Federation

2 – National Medical Research Center for Children's Health Federal state autonomous institution of the Russian Federation Ministry of Health, Moscow, Russian Federation

3 – Digital Developer LLC, Kudrovo, Russian Federation

Corresponding Author: Borisov Ilya; e-mail: realzel@gmail.com

Conflict of interest. None declared.

Funding. The study had no sponsorship.

Abstract

The article deals with the problems and prospects of applying information technologies in healthcare in Russia. The general model of information technologies, problems and ways of dealing with the restrictions from Western IT companies are highlighted. In view of the digitalization of the healthcare system in our country, the article

discusses the need to ensure the continuity and independence from external influence of information technology systems in its full cycle: from client terminals, communication systems, to data storage and processing servers. The most important factor that allows us to speak with confidence about the development of specialized IT solutions in the healthcare system of the Russian Federation is an effective state policy in ensuring the digitalization of the economy: national projects, government programs, changes in legislation, roadmaps for achieving key indicators.

Keywords: healthcare, artificial intelligence, technologies, remote technologies, medicine, assistance, rehabilitation

References

1. IT-rynok Rossii [Russian IT market] *Available at:* https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8#.D0.9A.D1.80.D1.83.D0.BF.D0.BD.D0.B5.D0.B9.D1.88.D0.B8.D0.B5_.D0.98.D0.A2-.D0.BA.D0.BE.D0.BC.D0.BF.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D0.B8_.D0.B2_.D0.A0.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B8. Accessed: 10.08.2022. (In Russ.)
2. Vse, chto izvestno o processorah «El'brus» [Everything that is known about Elbrus processors.]. *Available at:* <https://club.dns-shop.ru/digest/54388-vse-chto-izvestno-o-protssessorah-elbrus/>. Accessed: 10.08.2022. (In Russ.)
3. Rossijskie processory sdelayut na Tajvane [Russian processors will be made in Taiwan] *Available at:* <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2021/03/03/860132-rossiiskie-protssessori>. Accessed: 10.08.2022. (In Russ.)
4. Intel postroit v Ogajo dva novyh zavoda za \$20 mlrd s mestom pod rasshirenie [Intel to Build Two New \$20B Plants in Ohio with Space for Expansion] *Available at:* <https://habr.com/ru/news/t/647423/>. Accessed: 10.08.2022. (In Russ.)
5. Intel otkryla pervyj zavod v Kitae [Intel opened the first factory in China] *Available at:* https://www.cnews.ru/news/top/intel_otkryla_pervyj_zavod_v_kitae. Accessed: 10.08.2022. (In Russ.)
6. Rossijskij «chipmejker №1» udvaivaet proizvodstvo. Rossijskoj mikroelektronike dadut novuyu zhizn' [Russian "chip maker number 1" doubles production. Russian microelectronics will be given a new life] *Available at:* https://www.cnews.ru/news/top/2022-04-22_rossijskij_chipmejker_1. Accessed: 10.08.2022. (In Russ.)
7. Transforming healthcare with AI: The impact on the workforce and organizations *Available at:* <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/transforming-healthcare-with-ai>. Accessed: 10.08.2022.
8. Making healthcare more affordable through scalable automation *Available at:* <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/making-healthcare-more-affordable-through-scalable-automation>. Accessed: 10.08.2022.
9. Microsoft goes all in on healthcare with \$19.7B Nuance acquisition *Available at:* <https://techcrunch.com/2021/04/12/microsoft-goes-all-in-on-healthcare-with-19-7b-nuance-acquisition/>. Accessed: 10.08.2022.
10. Transforming healthcare with AI: The impact on the workforce and organizations *Available at:* <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/transforming-healthcare-with-ai>. Accessed: 10.08.2022.
11. Elon Musk's Neuralink could transition from implanting chips in monkeys to humans within the year *Available at:* <https://www.businessinsider.com/elon-musk-predicts-neuralink-chip-human-brain-trials-possible-2021-2021-2>. Accessed: 10.08.2022.

12. Prodlit' zhizn' i poborot' smert' — na chto sposoben iskusstvennyj intellekt [Extend life and overcome death - what artificial intelligence is capable of] *Available at:* <https://habr.com/ru/company/netologyru/blog/561692/>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
13. Iskusstvennyj intellekt v medicine [Artificial intelligence in medicine] *Available at:* https://zdrav.expert/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%B2_%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BD%D0%B5. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
14. Prikaz Ministerstva zdavoohraneniya RF ot 24 aprelya 2018 g. N 186 "Ob utverzhdenii Konceptii prediktivnoj, preventivnoj i personalizirovannoj mediciny" [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of April 24, 2018 N 186 "On approval of the Concept of predictive, preventive and personalized medicine"] *Available at:* <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71847662/>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
15. Volshebnyaya tabletka: kakie zadachi reshaet personalizirovannaya medicina [Magic pill: what problems does personalized medicine solve?] *Available at:* <https://rb.ru/opinion/personalizirovannaya-medicina/> *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
16. Microsoft za \$19,7 mlrd kupila razrabotchika II dlya zdavoohraneniya – nuance [Microsoft bought healthcare AI developer Nuance for \$19.7 billion] *Available at:* <https://vademec.ru/news/2021/04/13/microsoft-za-19-7-mlrd-kupila-razrabotchika-ii-dlya-zdravookhraneniya-nuance/>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
17. Google za god sobrala personal'nye medicinskie dannye millionov amerikancev bez ih vedoma [Google collected the personal health data of millions of Americans in a year without their knowledge.] *Available at:* <https://habr.com/ru/news/t/475484/>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
18. IT-giganty nacelilis' na medicinu. Chto eto znachit dlya nas? *Available at:* <https://habr.com/ru/post/568584/> [IT giants have set their sights on medicine. What does this mean for us?] *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
19. «Dlya menya summa sdelki so "Sberbankom" ne vyglyadit kak vau-dostizhenie» [“For me, the amount of the transaction with Sberbank does not look like a wow achievement”] *Available at:* <https://vc.ru/story/24117-docdoc-interview> *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
20. Vrach i informacionnye tekhnologii. Special'nyj vypusk №1. Cifrovoe zdavoohranenie. Trudy XXI Mezhdunarodnogo kongressa «Informacionnye tekhnologii v medicine». 15-16 oktyabrya, 2020 g. [Physician and information technology. Special Issue #1. Digital Health. Proceedings of the XXI International Congress "Information Technologies in Medicine". October 15-16, 2020] *Available at:* https://www.idmz.ru/media/vit_ru_private_pdf/2020/s1/2020_s1_hi_res.pdf. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
21. Sozdaem IT-resheniya dlya medicinskoj sfery [We create IT solutions for the medical field] *Available at:* <https://medtech.simbirsoft.com/>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
22. Kak IT-resheniya pomogayut doktoram Rossii i Evropy: diagnostika raka i drugie zadachi [How IT solutions help doctors in Russia and Europe: cancer diagnosis and other tasks] *Available at:* <https://vc.ru/future/108106-kak-it-resheniya-pomogayut-doktoram-rossii-i-evropy-diagnostika-raka-i-drugie-zadachi>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
23. V Rossii paralizovannye posle insul'ta lyudi upravlyayut komp'yuterom siloj mysli [In Russia, people paralyzed after a stroke control a computer with the power of thought] *Available at:* <https://smotrim.ru/article/2451906>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
24. V Rossii sozdana tekhnologiya 3D-pechati individual'nyh protezov dlya mozga [3D printing technology for individual brain prostheses created in Russia] *Available at:* <https://smotrim.ru/article/2461869>. *Accessed:*10.08.2022. (In Russ.)
25. Uchenye razrabotali tekhnologiyu pečati na 3D-bioprintere personalizirovannyh nejroprotezov [Scientists have developed a technology for printing personalized neuroprostheses on a 3D bioprinter] *Available at:*

<https://spbu.ru/news-events/novosti/uchenye-razrabotali-tehnologiyu-pechati-na-3d-bioprintere-personalizirovannyh>. Accessed:10.08.2022. (In Russ.)

26. Medicinskie informacionnye sistemy [Medical information systems] *Available at:*

https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0?cache=no&ptype=system#top. Accessed:10.08.2022. (In Russ.)

27. V 2022 godu finansirovanie vysokotekhnologichnoj medpomoshchi vyrastet na 31,6 mlrd rublej [Financing of high-tech medical care will grow by 31.6 billion rubles in 2022] *Available at:*

<https://vademec.ru/news/2021/09/03/v-2022-godu-finansirovanie-vysokotekhnologichnoy-medpomoshchi-vyrastet-na-31-6-mlrd-rublej/>. Accessed:10.08.2022. (In Russ.)

28. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 28 dekabrya 2021 g. № 2505 O Programme gosudarstvennyh garantij besplatnogo okazaniya grazhdanam medicinskoj pomoshchi na 2022 god i na planovyj period 2023 i 2024 godov [Decree of the Government of the Russian Federation of December 28, 2021 No. 2505 On the Program of State Guarantees of Free Medical Care for Citizens for 2022 and for the planning period of 2023 and 2024] *Available at:* <http://static.government.ru/media/files/de3NXmFdnBk5LLok0KHjVaKd7aw67Ul.pdf>. Accessed:10.08.2022. (In Russ.)

29. V 2022 godu poyavyatsya chetyre novyh vida vmp vne bazovoj programmy OMS [In 2022, four new types of VMP will appear outside the basic CHI program] *Available at:* <https://vademec.ru/news/2021/09/08/v-2022-godu-poyavyatsya-chetyre-novykh-vida-vmp-vne-bazovoy-programmy-oms/>. Accessed:10.08.2022. (In Russ.)

30. «Neponyatnaya sushchnost'»: zachem rossiyanam zakon ob otnosheniyah s robotami ["Incomprehensible essence": why do Russians need a law on relations with robots] *Available at:* <https://vm.ru/technology/934832-neponyatnaya-sushnost-zachem-rossiyanam-zakon-ob-otnosheniyah-s-robotami>. Accessed:10.08.2022. (In Russ.)