ИНФОРМАЦИОННО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Карцхия А. А. *

***Ключевые слова**: биометрические данные, право в здравоохранении, информационные технологии, искусственный интеллект, цифровая медицина, телемедицина, цифровое здравоохранение.*

Аннотация.

Цель исследования заключается в определении особенностей применения информационных технологий в правовом регулирования цифрового здравоохранения, а также определении основного понятийного аппарата и структуры правового механизма цифровой экосистемы здравоохранения.

Метод исследования: сравнительно-правовой анализ актуального национального российского и зарубежного законодательства, стратегических документов и международных договоров и соглашений по вопросам цифрового здравоохранения и медицины с учетом структурно-ценностной оценки информационных технологий, применяемых в цифровой медицине.

Результат: исследование выявило особенности начального этапа формирования специального законодательства в области цифрового здравоохранения и цифровой медицины и позволило сделать вывод об исключительной важности нового направления в медицине и перспективности цифрового здравоохранения в современных условиях, что потребует разработки специального законодательства в этой сфере.

DOI:10.21681/1994-1404-1-13-23

Введение

В последние десятилетия цифровые технологии стали широко использоваться в медицине и здравоохранении. Эта тенденция набирает популярность во многих развитых странах, и по мере развития современных технологий и цифровизации медицины идет формирование новой области традиционной медицины — цифровой медицины.

Цифровая медицина развивается бурными темпами благодаря стремительному освоению медициной таких технологий, как искусственный интеллект *(artificial intelligence*), который обеспечивает новые решения для диагностики и лечения; большие данные (*big data*), которые создают облачные хранилища и служат основой предиктивной аналитики; телемедицина и программные приложения, особенно востребованные в эпоху эпидемии; блокчейн-технология (*blockchain tech*), обеспечивающая безопасность и достоверность сведений и обработку биометрических и иных медицинских данных; медицинский Интернет вещей (*IoT*), формирующий экосистему устройств и датчиков для мониторинга и защиты здоровья человека.

В частности, технологии искусственного интеллекта используются для диагностики онкозаболеваний и радиологических обследований (платформа *«Watson Health»* от *IBM* и российская разработка *«TeleMD»*), технология офтальмологических клиник *Google «DeepMind Health»*, УЗИ-диагностика беременности *«ScanNav»* или диагностика при помощи микроскопа *«BIDMC»*, нейронная сеть которого изучает изображения вредоносных бактерий для выявления заболевания крови, и, конечно, всемирно известный робот-хирург *«Da Vinci»* с искусственным интеллектом, который работает во многих клиниках по всему миру[1].

Сфера медицины и биотехнологий становится особой сферой защиты прав и интересов личности и общества, сферой национальной безопасности [3].

Вместе с тем необходимо учитывать современные особенности развития цифровизации в медицине, а также появление новых рисков и негативных факторов в национальных системах здравоохранения. Так, в специальном докладе Всемирному экономическому форуму (Давос, 2021)[2] отмечалось, что глубинные диспропорции в здравоохранении, образовании, финансовой стабильности и технологиях привели к тому, что

[1] World Robotics Statistics. International Federation of Robotics (IFR). URL: https://ifr.org/ downloads/ press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf.

[2] The Global Risks Report 2021, 16th Edition, World Economic Forum, 2021. URL: https://www.weforum.org/ reports.

* ***Карцхия Александр Амиранович,*** *доктор юридических наук, доцент, профессор кафедры гражданско-правовых дисциплин РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, Москва, Россия.*

E-mail: arhz50@mail.ru

кризис пандемии *Covid*-19 непропорционально сильно повлиял на определенные социальные группы и страны. Пробелы в общественном здравоохранении, цифровое неравенство, неравенство в образовании и безработица, возникшие в результате сложного сочетания существующего неравенства и последствий пандемии, в наибольшей степени затрагивают уязвимые группы населения и приводят к «социальной фрагментации», что обусловливает ускоренное развитие возможностей системы здравоохранения среди других ключевых областей реагирования на пандемию *Covid*-19 и последующее совершенствование медицины. Пандемия привела к перенапряжению в национальных системах здравоохранения, выявив их недостаточный потенциал, а число людей без доступа к качественному и доступному медицинскому обслуживанию, образованию или цифровым инструментам возрастает как в развитых, так и в развивающихся странах. Обездоленные социальные группы вступили в кризис пандемии с более низкой устойчивостью в результате неравенства в благосостоянии, финансовой стабильности и безопасности, а также доступа к здравоохранению, образованию и технологиям. Как показано в докладе, в краткосрочной перспективе справедливое и эффективное распределение вакцин находится под угрозой из-за протекционистских тенденций и геополитической напряженности — точно так же, как эти тенденции и напряженность поставили под угрозу основные поставки медикаментов в период пандемии. В долгосрочной перспективе неравный доступ к качественному медицинскому обслуживанию будет сохраняться в результате возрастающей нагрузки на системы здравоохранения во всем мире. Потенциал здравоохранения в некоторых европейских странах уже пострадал от длительных мер жесткой экономии. Неспособность ликвидировать пробелы в общественном здравоохранении усугубит существующую уязвимость человека и создаст риск дальнейших всё возрастающих гуманитарных и экономических потерь.

Стратегическое значение развития цифровой медицины

Большое значение для развития цифрового здравоохранения имеет принятая Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) Глобальная стратегия развития цифрового здравоохранения на 2020–2025 гг. (далее — Глобальная стратегия)[3], которая основывается на резолюциях, принятых Генеральной Ассамблеей ООН[4] и Всемирной ассамблеей здравоохранения[5], а также ряда региональных докладов ВОЗ и Стратегии электронного здравоохранения (*National eHealth strategy toolkit*)[6]. Глобальная стратегия выделяет значение таких технологий, как Интернет вещей, виртуальная помощь, удаленный мониторинг, искусственный интеллект, аналитика больших данных [15], блокчейн [8], умные носимые устройства, платформы, инструменты, обеспечивающие обмен и хранение данных, а также устройства, обеспечивающие удаленный сбор данных и обмен данными и соответствующей информацией для всей экосистемы здравоохранения. Все эти технологии обеспечивают единый процесс оказания медицинской помощи, который доказал свой потенциал для улучшения результатов здравоохранения за счет улучшения медицинской диагностики, принятия решений о лечении на основе медицинских и биометрических данных, цифровой терапии, клинических испытаний, самостоятельного управления медицинской помощью и ухода за пациентами, ориентированного на человека, а также создания большего количества научно обоснованных знаний, навыков и компетентности для специалистов в области поддержки здравоохранения. В Глобальной стратегии подчеркивается, что она способствует надлежащему использованию цифровых технологий в качестве *цифровых общественных благ*, которые могут быть адаптированы к различным странам и контекстам, чтобы помочь решить ключевые проблемы системы здравоохранения и поддержать справедливость в доступе к цифровым ресурсам. Стратегия способствует защите людей, населения, медицинских работников и систем от *дезинформации* (также называемой инфодемикой), а также от неправомерного использования информации, злонамеренной кибер-деятельности, мошенничества и эксплуатации, ненадлежащего использования медицинских данных, расизма и нарушений прав человека в рамках, установленных международными договорами, обязательными для государств-членов ВОЗ.

Цель Глобальной стратегии заключается в укреплении национальных систем здравоохранения путем применения цифровых медицинских технологий для потребителей, медицинских работников, поставщиков медицинских услуг и промышленности в целях расширения прав и возможностей пациентов и достижения цифрового здоровья для всех социальных групп населения.

В контексте Глобальной стратегии под цифровым здоровьем понимается *«область знаний и практики, связанная с разработкой и использованием цифровых технологий для улучшения здоровья»*. Это определение охватывает и ***электронное (цифровое) здравоохранение*** (*Digital health*), что в конечном итоге расширяет концепцию электронного здравоохранения, включив в нее цифровых потребителей с более широким спектром интеллектуальных и подключенных устройств. Она также охватывает другие виды использования

[3] Global Strategy on Digital Health 2020–2025, WHO, 2019. URL: https://www.who.int/docs/ default-source/documents.

[4] United Nations General Assembly resolutions 73/218 (2019) and 70/125 (2016).

[5] World Robotics Statistics. International Federation of Robotics (IFR). URL: https://ifr.org/ downloads/ press2018/WR_Presentation_Industry_and_Service_Robots_rev_5_12_18.pdf.

[6] The Global Risks Report 2021, 16th Edition, World Economic Forum, 2021. URL: https://www.weforum.org/ reports

цифровых технологий в здравоохранении, включая Интернет вещей, передовые облачные вычисления, аналитику больших данных, искусственный интеллект, объединяющий машинное обучение и робототехнику.

Глобальная стратегия направлена на формирование общего понимания всеми государствами-членами ВОЗ важности цифровых решений в области здравоохранения и подхода к созданию взаимодействующей ***цифровой экосистемы здравоохранения***, которая должна пониматься как цифровая взаимодействующая информационно-технологическая инфраструктура, которая в первую очередь используется медицинским сообществом во всех учреждениях и организациях здравоохранения, включая поставщиков медицинских услуг и производителей медицинского оборудования, а также органы общественного здравоохранения, медуниверситеты и научно-исследовательские учреждения. Взаимодействующая цифровая экосистема здравоохранения должна обеспечивать беспрепятственный и безопасный обмен медицинскими данными между пользователями, поставщиками медицинских услуг, менеджерами систем здравоохранения и службами медицинских данных. Медицинские данные в основном генерируются и обрабатываются между поставщиками медицинских услуг и медицинским сообществом.

В Глобальной цифровой стратегии особая роль отводится ***медицинским данным***, которые должны классифицироваться как конфиденциальные персональные данные или личная идентифицируемая информация, требующая высокого уровня безопасности. В силу этого подчеркивается важность создания прочной *нормативно-правовой* ***базы*** для защиты частной жизни, *конфиденциальности, целостности* и доступности [6] данных и обработки персональных медицинских данных, а также в целях решения проблем кибербезопасности, укрепления доверия, подотчетности и управления, этики, справедливости, наращивания потенциала и грамотности, обеспечения сбора качественных данных и последующего обмена ими для поддержки планирования, ввода в эксплуатацию и преобразования услуг.

Обмен и обработка медицинских данных в контексте ориентированной на человека цифровой экосистемы здравоохранения и в целях обеспечения общественных интересов должны поощряться с согласия пациента [14], если это осуществляется на основе взаимного доверия, защищает частную жизнь пациента и цифровые системы медицины, а также предохраняет от злонамеренного или ненадлежащего использования медицинских данных. Такая система обработки медицинских данных жизненно необходима, поскольку она может способствовать повышению качества процессов и результатов медицинских услуг, оптимальности ухода за пациентами (первичное использование медицинских данных). Это, очевидно, приведет к созданию базы знаний, которая должна быть способна взаимодействовать с другими системами данных, включая, например, данные о социальных детерминантах здоровья и аналогичные реестры. Вторичное использование медицинских данных важно для улучшения качества медицинской помощи и эффективности научных исследований. Это может позволить проводить тестирование, валидацию и бенчмаркинг решений для искусственного интеллекта и анализа больших данных по различным параметрам и настройкам.

При надлежащем использовании цифрового здравоохранения, как определено в Глобальной стратегии, должны учитываться следующие факторы: укрепление здоровья и профилактика заболеваний, безопасность пациентов, этика отношений, интероперабельность, защита *интеллектуальной собственности*, безопасность (конфиденциальность, целостность и доступность) данных, конфиденциальность и экономическая эффективность, а также вовлеченность пациентов и доступность данных. Растущая глобальная проблема *«цифровых отходов»* в связи со здравоохранением и окружающей средой также должна быть надлежащим образом решена.

Основная стратегическая цель этого документа направлена на стимулирование и поддержку каждой страны в создании, адаптации и укреплении своей стратегии в области цифрового здравоохранения таким образом, чтобы она наилучшим образом соответствовала национальному видению, контексту, ситуации и тенденциям в области здравоохранения, имеющимся вариантам политики и действиям, ресурсам и основным ценностям каждого государства — члена ВОЗ.

Такая направленность нацелена на укрепление управления цифровым здравоохранением национального и международного уровня путем создания устойчивых и надежных структур управления и создания потенциала для цифрового здравоохранения на глобальном и национальном уровнях, а также предусматривает укрепление потенциала и навыков, необходимых странам для продвижения, внедрения инноваций и расширения масштабов цифровых технологий здравоохранения. В целом Глобальная стратегия способствует обеспечению стандартов безопасности, конфиденциальности, интероперабельности и этического использования данных в секторе здравоохранения и за его пределами, а также включает принципы этического использования медицинских данных в таких технологиях, как искусственный интеллект и аналитика больших данных и др.

Глобальная стратегия предполагает создание национальных взаимодействующих ***цифровых экосистем здравоохранения*** (*digital health ecosystem*), которые должны быть созданы таким образом, чтобы информационно-технологические инфраструктуры здравоохранения разных стран были совместимы друг с другом и, учитывая различия национального законодательства и политики, могли обмениваться медицинскими данными с инфраструктурами других стран. Информационно-технологическая инфраструктура здравоохранения, которая будет применяться в рамках взаимодействующей цифровой экосистемы здравоохранения,

будет основываться на общепринятой практике использования технологий в секторе общественного здравоохранения, функциональных требованиях и наборе функциональных и технических спецификаций, стандартов и профилей, полученных из них, которые должны основываться на прочной *нормативной правовой базе*, гарантирующей защиту данных, конфиденциальность и целостность персональных медицинских данных [14] и доступность систем цифрового здравоохранения.

В силу своей чувствительности ***данные о здоровье*** (*health data*) должны быть классифицированы как ***конфиденциальные персональные данные***, требующие высокого уровня безопасности. Общий набор основных правовых требований должен утверждаться государствами-членами в рамках руководства ВОЗ по глобальным стандартам интероперабельности для цифрового здравоохранения, служащего основой для ориентации национальной нормативно-правовой базы.

Глобальная стратегия предусматривает не только общий план развития цифровой экосистемы здравоохранения для государств — членов ВОЗ, но и определяет вектор развития законодательства в этой области.

Цифровизация медицины и персональных данных в российском законодательстве

Национальные системы здравоохранения, как утверждают исследователи[7] переживают цифровую революцию. Цифровые продукты для здоровья (*Digital Health*) стали неотъемлемой частью профилактики, диагностики, лечения и управления здоровьем и болезнями. Потребители используют цифровые мобильные приложения (*Digital Medicine*) для контроля своего здоровья, отслеживания физической формы и улучшения самочувствия. Клиницисты (*Digital Therapeutics, DTx*) используют цифровые продукты для здоровья, чтобы получить представление о результатах лечения пациентов, проводить телемедицинские визиты и лечить аспекты болезней, которые иначе не были бы устранены традиционными лекарствами.

Цифровые технологии становятся более портативными, простыми в использовании и доступными — от новых инструментов визуализации до мобильных устройств, что позволяет создавать технологически продвинутые инструменты для лечения и ухода за пациентами[8].

В этой связи следует отметить, что цифровое здравоохранение, которое создается в России, как отмечают специалисты[9], базируется на трех принципах: (1) организация медицинской помощи за счет централизации всех данных в цифровом виде, (2) применение методов искусственного интеллекта для их обработки, (3) обеспечение коммуникации всех участников процесса, включая дистанционный мониторинг здоровья.

Цифровые технологии оказали и оказывают существенное влияние на качество и доступность медицинских услуг, появление новых методик лечения и профилактики заболеваний, повышение качества жизни здорового населения и хронических больных [5, 11, 12]. Кроме того, цифровизация в медицине, как показали исследования [2], позволила достичь нового уровня здравоохранения, включая:

(а) повышение качества диагностики за счет использования систем больших данных и машинного обучения;

(б) применение предсказательной аналитики и систем искусственного интеллекта для оценки влияния на организм новых препаратов;

(в) вследствие достижений в области роботизации и искусственного интеллекта появились новые возможности в трансплантологии при использовании умных имплантов и киборганов (обучаемые руки, ноги);

(г) создание новых мер мониторинга здоровья пациентов с хроническими заболеваниями;

(д) разработка методик ранней диагностики с использованием данных от умных датчиков и носимых устройств (пульсометров, трекеров активности);

(е) повышение значения персональной медицины и телемедицины;

(ж) создание технологических платформ медицинских услуг для выбора специалиста и оказания медицинских услуг.

Современная телемедицина позволяет пациентам регулярно находиться на связи с медиками, что особенно важно для людей с ограниченными возможностями передвижения или пациентами, наблюдающимися у зарубежного врача.

Оказание медицинской помощи с применением телемедицинских технологий, в соответствии со ст. 36.2 Федерального закона от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» осуществляется при дистанционном взаимодействии медицинских работников с пациентами и (или) их законными представителями; это, как правило, дистанционное наблюдение (осмотр) или консультации (консилиумы врачей) в режиме реального времени[10]. При оказании медицинской помощи с применением телемедицинских технологий [19] применяются также технологии идентификации и аутентификации пациентов в соответствии с федеральной государственной *Единой системой идентификации и аутентификации* (ЕСИА).

В связи с этим в Российской Федерации активно разрабатывается правовая база цифровой медицины[11].

[7] Digital medicine: implications for healthcare leaders / Jeff Goldsmith, Medical informatics, 2003. URL: http://book.itep.ru/depository/it_medGS_DIGITAL_MED_ 1199.pdf .

[8] Global Strategy on Digital Health 2020–2025, WHO, 2019. URL: https://www.who.int/docs/ default-source/documents.

[9] United Nations General Assembly resolutions 73/218 (2019) and 70/125 (2016).

[10] Resolutions WHA58.28 (2005), WHA66.24 (2013), WHA69.24 (2016) and WHA71.7 (2018).

[11] WHO, ITU. National eHealth strategy toolkit. Geneva: World Health Organization and International Telecommunication Union. URL: https://apps.who.int/iris/handle/10665/752119, accessed 17 December 2019. Adopted in United Nations General Assembly resolution 70/1 (2015).

Цифровая медицина и телемедицина выделяются в качестве важных стратегических направлений развития здравоохранения и медицинских технологий, наряду с биомеханикой, превентивной медициной, медицинской генетикой. Среди приоритетных направлений развития фармацевтической промышленности указано внедрение цифровых технологий и лучших регуляторных практик на всех этапах разработки, производства и обращения лекарственных препаратов и биомаркеров[12].

Телемедицинские технологии используются и для идентификации и аутентификации участников дистанционного взаимодействия при оказании медицинской помощи с применением телемедицинских технологий в соответствии с ЕСИА [16]. Законом предусмотрено осуществление документирования информации об оказании медицинской помощи пациенту с применением телемедицинских технологий, включая внесение сведений в его медицинскую документацию. Такой документооборот осуществляется с использованием *усиленной квалифицированной электронной подписи* [6] медицинского работника. Введение в действие норм о применении телемедицинских технологий позволяет повысить качество медицины и выведет, по мнению исследователей этих вопросов, на новый уровень систему реализации лекарственных препаратов, порядок выписывания лекарственных средств и обеспечение граждан льготными лекарствами [12].

В России осуществляется создание *единого цифрового контура здравоохранения* на основе *Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения* (ЕГИСЗ) в соответствии с национальным проектом «Здравоохранение» и Федеральным законом от 2 декабря 2019 г. № 380-ФЗ (ред. от 18.03.2020) «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов», а также организация информационного взаимодействия *медицинских информационных систем* медицинских организаций частной системы здравоохранения с Единой государственной информационной системой в сфере здравоохранения (утв. Минздравом России 14.08.2020) [16].

В течение нескольких лет успешно применяются национальные стандарты (ГОСТ Р) РФ для детальной томографии на цифровых рентгеновских аппаратах, цифровых флюорографов и другие национальные стандарты[13].

Экспоненциальное развитие ряда технологий существенно меняет облик сферы здравоохранения благодаря развитию таких направлений, как синтетическая биология, 3D-печать, нанотехнологии, сопутствующая диагностика и др. В перспективе работа лечебных учреждений будет выстраиваться за счет пересмотра моделей медицинского обслуживания, внедрения цифровых технологий и искусственного интеллекта, а также комплексного развития кадровых ресурсов.

Комплексная цифровизация национальных систем здравоохранения, направленная на повышение качества здравоохранения, связана прежде всего с созданием баз электронных медицинских данных, внедрением решений в области интернет-медицины, мобильной медицины, обеспечением технической совместимости систем, использование больших массивов данных и др. Качественный уровень медуслуг может быть повышен благодаря степени персонализации услуг, эффективности взаимодействия с потребителями и качества обслуживания, предлагая пациентам цифровые решения для омниканального доступа, такие как мобильные приложения, порталы, персонализированные комплекты цифровой информации. В целях улучшения взаимодействия между поставщиками и потребителями услуг предполагается расширение использования таких цифровых инструментов, как анализ данных социальных сетей, телемедицина, виртуальная реальность [4].

Минздрав России расширяет использование робототехники в медицине. Так, к числу медицинских инструментов, аппаратов, приборов и прочих изделий, применяемых в медицинских целях отдельно или в сочетании между собой или вместе с другими принадлежностями, необходимыми для применения указанных изделий, Росздравнадзор[14] относит и *специальное программное обеспечение*, которое предназначено для профилактики, диагностики, лечения и медицинской реабилитации заболеваний, мониторинга состояния организма человека, проведения медицинских исследований.

В частности, программное обеспечение предназначено и используется для: (а) управления работой оборудования и мониторинга за его функционированием; (б) получения от оборудования диагностических данных, их накопления и расчета в автоматическом режиме; (в) мониторинга функций организма человека и передачи полученных данных (в том числе посредством беспроводных технологий); (г) расчета параметров подбора дозы (облучения, лекарственного средства, рентгеноконтрастного вещества и др.); (д) для обработки данных, полученных с диагностического медицинского оборудования, передачи их на системы планирования и терапии; (е) обработки медицинских изображений (включая изменение его качества, цветового разрешения и др.); (ж) для 3D-моделирования; (з) связи диагностического и лечебного оборудования; (и) для обработки цифровых изображений (в том числе с получением данных от диагностического оборудования в неизменном виде).

Искусственный интеллект с функцией машинного обучения, обработка большого массива биометриче-

[12] Digital medicine: implications for healthcare leaders / Jeff Goldsmith, Medical informatics, 2003. URL: http://book.itep.ru/depository/it_med GS_DIGITAL_MED_ 1199.pdf .

[13] ГОСТ Р 56324-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Изделия медицинские электрические. Аппараты рентгеновские цифровые для дентальной панорамной томографии. Технические требования для государственных закупок (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 12 декабря 2014 г. № 2079-ст.).

[14] Tracie White. How digital medicine is improving patient care. URL: https://stanmed.stanford.edu/ 2018 fall/ digital-medicine-improve-patient-care.html.

ских и иных медицинских данных человека, компьютерное программирование и мониторинг процессов диагностики, лечения, терапии, хирургического и иных видов вмешательств, а также оценка и прогнозирование медицинских исследований и практики — далеко не полный перечень областей, где уверенно чувствует себя цифровая медицина. Например, широко применяются носимые человеком медицинские устройства, контролирующие состояние его здоровья и функционирование отдельных органов (сердца, легких и др.), общее состояние организма человека[15].

Использование в современной медицине искусственного интеллекта с *машинным обучением* [17] стало возможным благодаря использованию полученных больших данных, наряду с заметно увеличенной вычислительной мощностью и облачными сервисами. Для медицины это начинает оказывать влияние на *трех уровнях*:

– для клиницистов — преимущественно посредством быстрой и точной интерпретации изображений;

– для систем здравоохранения — за счет улучшения рабочего процесса и возможности сокращения медицинских ошибок;

– для пациентов — позволяя им обрабатывать свои собственные данные для укрепления здоровья.

Несмотря на имеющиеся пока проблемы в применении цифровых технологий, в том числе предвзятость, конфиденциальность и безопасность, а также отсутствие прозрачности, общий положительный эффект несомненен [20].

Большинство компьютерных алгоритмов в медицине, как отмечают исследователи[16], являются *«экспертными системами»* [14], т. е. набором правил, кодирующих знания по заданной тематике, которые применяются для получения выводов о конкретных клинических сценариях, таких как обнаружение лекарственных взаимодействий или оценка целесообразности получения рентгенологической визуализации. Экспертные системы работают так, как это сделал бы идеальный студент-медик: они берут общие принципы медицины и применяют их к новым пациентам. Искусственный интеллект на базе машинного обучения подходит к проблемам как врач: изучая правила из большого массива данных. Начиная с наблюдений на уровне пациента, алгоритмы просеивают огромное количество переменных, ища комбинации, которые надежно предсказывают результаты. В некотором смысле этот процесс аналогичен традиционным регрессионным моделям: существует результат, коварианты и статистическая функция, связывающая их [9]. Эта способность позволяет использовать новые виды данных, объем или сложность которых ранее сделали бы их анализ невообразимым.

Используя значительные достижения в вычислительной мощности, цифровые пиксельные матрицы, лежащие в основе рентгенограмм, становятся миллионами индивидуальных переменных. Затем алгоритмы приступают к работе, объединяя пиксели в линии и формы и в конечном итоге изучая контуры линий переломов, паренхиматозных помутнений и многое другое. Даже традиционные данные по *страховым случаям* могут обрести новую жизнь: диагностические коды прослеживают сложную динамическую картину истории болезни пациентов, гораздо более богатую, чем статические переменные для сосуществующих состояний, используемые в стандартных статистических моделях. Однако алгоритмы могут «подгонять» предсказания к ложным корреляциям в данных, что может давать неустойчивые оценки, повлиять на точности модели.

Другим ключевым вопросом является количество и качество входных данных. Алгоритмам *машинного обучения* [16] для достижения приемлемого уровня производительности часто требуются миллионы наблюдений. Компании тратят огромные ресурсы на сбор высококачественных, непредвзятых данных для обеспечения своих алгоритмов, а существующие данные в электронных медицинских картах или базах данных претензий нуждаются в тщательном хранении и обработке, прежде чем их можно будет использовать. Вместе с тем машинное обучение стало повсеместным и незаменимым для решения сложных задач в большинстве наук. В астрономии алгоритмы просеивают миллионы изображений с телескопов, чтобы классифицировать галактики и найти сверхновые. В биомедицине машинное обучение может предсказывать структуру и функции белка по генетическим последовательностям и определять оптимальные диеты [14, 18] по клиническим и микробиологическим профилям пациентов. Те же самые методы откроют огромные новые возможности в медицине. Поразительный пример: алгоритмы могут считывать кортикальную активность непосредственно из головного мозга, передавая сигналы от моторной коры парализованного человека к мышцам рук и восстанавливая моторный контроль. Эти достижения были бы невозможны без машинного обучения обработке физиологических данных в реальном времени с высоким разрешением.

Искусственный интеллект с машинным обучением имеет ряд неоспоримых преимуществ в цифровой медицине, что подтвердили ряд проведенных исследований[17]. *Во-первых*, машинное обучение значительно улучшает прогноз и предиктивную аналитику данных для получения модели процесса или физического результата. Современные прогностические мо-

[15] Цифровая медицина — ключевое направление развития // Международный форум по цифровому здравоохранению (22 апреля 2019 г., Москва). URL: https://www.sechenov.ru/ pressroom/ news/ tsifrovaya-meditsina-klyuchevoe-napravlenie-razvitiya/?sphrase_id=1137566.

[16] Obermeyer Z., M. Phil, Ezekiel J. Emanuel. Predicting the Future — Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/.

[17] Bouton C. E., Shaikhouni A., Annetta N. V., et al. Restoring cortical control of functional movement in a human with quadriplegia // Nature. 2016; Gilbert F. J., Astley S. M., Gillan M. G. C., et al. Single reading with computer-aided detection for screening mammography // N. Engl. J. Med. 2008. Vol. 359. P. 1675–1684.

дели в медицине значительно облегчают диагностику и лечение заболеваний и их профилактику. *Во-вторых*, машинное обучение вытеснит большую часть работы рентгенологов и патологоанатомов. Эти врачи сосредоточены в основном на интерпретации оцифрованных изображений, которые могут быть легко переданы непосредственно алгоритмам. Массивные наборы данных визуализации в сочетании с последними достижениями в области компьютерного зрения приведут к быстрому повышению производительности, и точность машин скоро превысит человеческую. *В-третьих*, машинное обучение повысит точность диагностики. Алгоритмы вскоре будут генерировать дифференциальные диагнозы, предлагать высокоэффективные тесты и уменьшать чрезмерное использование тестирования.

В соответствии со ст. 34 Федерального закона № 323-ФЗ предусматривается оказание высокотехнологической медицинской помощи, включающей в себя применение новых сложных и уникальных методов лечения, а также ресурсоемких методов лечения с научно доказанной эффективностью, к которым наряду с клеточными технологиями, роботизированной техникой и *информационными технологиями* (ИТ) отнесены и методы генной инженерии. В то же время, ст. 51 Семейного кодекса РФ предусматривает применение метода искусственного оплодотворения или имплантации эмбриона для его вынашивания суррогатной матерью и, таким образом, создает сложную юридическую конструкцию суррогатного материнства и родительских прав генетических родителей, которая имеет много правовых и этических аспектов[18].

Новые элементы цифровой медицины

Цифровизация традиционной медицины привела к появлению новой области медицины — *цифровой терапии* (*digital therapeutics*), базирующейся на использовании цифровых технологий для улучшения терапии при лечении пациентов. Цифровая терапия ассоциируется в основном с онлайн-инструментами управления здоровьем и автономными медицинскими приложениями, как правило, без применения рецептурных лекарств[19].

Задачами современного здравоохранения, как отмечается в прогнозном Обзоре компании *Deloitte* 2018 года[20], становятся обеспечение качества, результативности и ценности медицинских услуг. В настоящее время участники отрасли по всему миру разрабатывают инновационные, экономически рентабельные, клиентоцентричные модели обслуживания на базе современных технологий, причем как в медицинских учреждениях, так и за их пределами на основе принципов *обеспечения высококачественного, экономчного и "умного" здравоохранения*. Происходит переориентация с объема медицинских услуг на их ценность для потребителя. Для этого проводятся программы по повышению операционной эффективности, внедрению современных технологий, управлению здоровьем населения, поощрению здорового образа жизни и контролю за социальными детерминантами здоровья. Помимо этого, организации отрасли изучают новые источники получения доходов, включая максимальное использование возможностей *интеллектуальной собственности*.

Политика и регулирование в области здравоохранения по всему миру преследуют схожие цели: обеспечение качества обслуживания и безопасности пациентов, борьба с мошенничеством и киберугрозами. Цифровые решения в области здравоохранения, призванные повысить точность диагностики заболеваний и персонализировать средства их терапии, создают сложности, связанные с *защитой данных*. В настоящее время наиболее актуальны с точки зрения управления данными и обеспечения их безопасности такие направления, как когнитивные вычисления, совместимые облачные системы электронных медицинских записей и Интернет вещей (*IoT*). В центре внимания по-прежнему находятся кибербезопасность и управление рисками, связанными с личными и медицинскими данными пациентов. Экспоненциальное развитие ряда технологий существенно меняет облик сферы здравоохранения благодаря развитию таких направлений, как синтетическая биология, 3D-печать, нанотехнологии, сопутствующая диагностика и др. В перспективе работа лечебных учреждений будет выстраиваться за счет пересмотра моделей медицинского обслуживания, внедрения цифровых технологий и искусственного интеллекта, а также комплексного развития кадровых ресурсов.

Влияние пандемии *Covid*-19 придало новый импульс в развитии законодательства цифрового здравоохранения во всем мире. Многие развитые страны, включая США, Великобританию, Италию, Германию, уже создают систему цифрового здравоохранения и медицины. Так, Германия продвигает цифровую трансформацию сектора здравоохранения под влиянием пандемии *Covid*-19 и общей необходимостью реформ. В 2019 г. принят Закон о цифровой помощи (*Digitale-Versorgung-Gesetz, DVG*)[21], а в 2020 г. опубликован Регламент приложений для здоровья (*Digitale-Gesundheitsanwendungen-Verordnung* или *DiGAV*),

[18] Федеральный закон от 29 июля 2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» // СЗ РФ. — 2017. — № 31 (Часть I). — Ст. 4791.

[19] Распоряжение Правительства РФ от 6 июня 2020 г. № 1512-р «Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года» // СЗ РФ. — 2020. — № 24. — Ст. 3843.

[20] ГОСТ Р 56324-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Изделия медицинские электрические. Аппараты рентгеновские цифровые для дентальной панорамной томографии. Технические требования для государственных закупок (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 12 декабря 2014 г. № 2079-ст.).

[21] Natarajan A., Su H., Heneghan C. Assessment of physiological signs associated with COVID-19 measured using wearable devices // npj Digital Medicine (2020). URL: https://www.nature.com/ articles/s41746-020-00363-7.

который позволяет использовать соответствующие сертифицированные мобильные приложения цифрового здоровья с централизованным банком данных. Электронное и мобильное здоровье занимают приоритетное место в повестке дня. Недавно опубликованные законы упростят для врачей проведение онлайн-видео-консультаций, возместят пациентам расходы за использованием предписанных цифровых приложений для здоровья и гарантируют, что все заинтересованные стороны будут иметь доступ к безопасной сети передачи данных о здравоохранении для лечения.

Еще одним и столь необходимым шагом к цифровой трансформации сектора здравоохранения в Германии является отказ от бумажных рецептов. Медицинские услуги, вспомогательные средства или уход на дому теперь можно назначать в электронном виде. Кроме того, в Германии утверждена специальная инвестиционная программа, принятая в соответствии с Законом о будущем больниц (*Krankenhauszukunftsgesetz, KHZG*), в целях улучшения цифровой инфраструктуры больниц, особенно в том, что касается ИТ и кибербезопасности. Финансирование доступно для инвестиций в современные возможности для оказания неотложной помощи и цифровую инфраструктуру, включая порталы для пациентов, электронную документацию услуг по уходу и лечению, цифровое управление лекарствами, меры безопасности ИТ и межотраслевые телемедицинские сетевые структуры. Огромный потенциал, открываемый новыми законами, особенно актуален для поставщиков медицинских приложений, отпускаемых только по рецепту, а также телемедицинского программного обеспечения и оборудования.

Вместе с тем в основе цифровых моделей медицины, решений и функций лежат персональные (включая биометрические) данные пациентов. Такие данные должны обрабатываться с максимальной степенью соответствия действующему *информационному законодательству* о персональных данных [6, 10], которые являются одними из самых ценных активов компании и требуют надлежащей защиты и регулирования оборота.

Под эгидой Всемирной организации здравоохранения работает Международный форум регуляторов медицинского оборудования[22], который представляет собой группу регулирующих органов по медицинскому оборудованию со всего мира, которые добровольно объединились, чтобы согласовать нормативные требования к медицинской продукции, которые различаются от страны к стране. В России — это Минздрав РФ, в США — Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США и др.

В то же время применение цифровых технологий в медицине создает и новые риски и угрозы, которые проявляются в новых видах врачебных ошибок при обработке и интерпретации медицинских данных при использовании искусственного интеллекта и машинного обучения или применении телемедицинских технологий; умышленном искажении собранных данных для получения страховых выплат; неквалифицированной врачебной помощи в персональной медицине и оказании медуслуг, причинении вреда мошенническими действиями с персональными и биометрическими данными пациентов, причинении вреда в результате ошибки при оказании телемедицинских услуг или программного сбоя робототехнического умного медицинского устройства или оборудования [1, 2].

Заключение

Цифровое здравоохранение *(Digital Health)* — это термин, который охватывает сферу здравоохранения, предоставляемого или улучшаемого с помощью цифровых технологий, начиная от теледиагностики и телемедицины, онлайн-платформ и носимых медицинских устройств до мобильного программного обеспечения и приложений, машинного обучения и искусственного интеллекта, которые предназначены для оказания медицинской помощи и услуг в системе здравоохранения и социального обеспечения. Цифровые технологии здравоохранения *(digital health technologies)* готовы к использованию автономно или в сочетании с традиционными медицинскими продуктами и услугами, такими как медицинские приборы или диагностические тесты.

Цифровая медицина *(digital medicine)* в современном понимании представляет собой область здравоохранения, традиционной медицины, которая связана с использованием передовых технологий и технических решений в качестве инструментов осуществления медицинской деятельности и оказания услуг в сфере здравоохранения и социальной помощи. Применение современных цифровых медицинских средств определяется использованием высокотехнологичного оборудования и программного обеспечения, искусственного интеллекта, современных методов тестирования и диагностики, терапии и лечения, которые направлены на расширение возможностей медицины, включая лечение, восстановление, профилактику заболеваний и укрепление здоровья отдельных пациентов и различных групп населения. Цифровая медицина охватывает устройства и приложения, помогающие вести постоянный мониторинг показателей жизнедеятельности организма человека и в целом подразумевает использование информационных и коммуникационных технологий с целью решения проблем со здоровьем пациентов, включая аппаратные технологии *Digital health* и программные решения и услуги.

Цифровые медицинские продукты могут использоваться независимо или совместно с фармацевтическими препаратами, биологическими препаратами, устройствами или другим медицинским оборудованием и материалами для оптимизации ухода за пациен-

[22] Obermeyer Z., M. Phil, Ezekiel J. Emanuel. Predicting the Future — Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/.

тами и улучшения их здоровья. Цифровая медицина предоставляет пациентам и поставщикам медицинских услуг современные интеллектуальные и доступные инструменты для решения широкого спектра проблем с помощью высококачественных, безопасных и эффективных измерений и основанных на данных медицинских манипуляций и вмешательств. Как дисциплина, цифровая медицина включает в себя широкий профессиональный опыт и профессиональную ответственность в отношении использования цифровых инструментов. Цифровая медицина нацелена на широкое применение цифровых технологий.

Как показывает практика расширяющегося применения цифровых технологий в здравоохранении и медицине, процесс цифровизации этой области деятельности требует разработки нового массива законодательства, в первую очередь информационно-правового (на основе новой теории информационного права [6, 7]), создания специальной системы стандартов и специального программного обеспечения, а также установления особого порядка обработки и использования фактических медицинских и биометрических данных для их реализации в цифровых медицинских технологиях.

Литература

1. Базина О. О., Сименюра С. С. Телемедицина: достоинства, недостатки, реалии (правовой анализ и практическое применение) // Медицинское право. 2020. № 3. С. 32–38.
2. Грачева Ю. В., Коробеев А. И., Маликов С. В., Чучаев А. И. Уголовно-правовые риски в сфере цифровых технологий: проблемы и предложения // Lex russica. 2020. № 1. С. 145–159.
3. Карцхия А. А. Новые элементы национальной безопасности: национальный и международный аспект // Вопросы кибербезопасности. 2020. № 6(40). С.72 — 82. DOI: 10.21681/2311-3456-2020-06-72-82.
4. Карцхия А. А. Правовое регулирование и возможности современных биотехнологий // ИС. Промышленная собственность. 2020. № 8. С. 33–46.
5. Карпов О. Э., Субботин С. А., Шишканов Д. В., Замятин М. Н. Цифровое здравоохранение. Необходимость и предпосылки // Врач и информационные технологии. 2017. № 3. С. 6–22.
6. Ловцов Д. А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере: Монография. М.: РГУП, 2016. 316 с. ISBN 978-5-93916-505-1.
7. Ловцов Д. А. Теория информационного права: базисные аспекты // Государство и право. 2011. — № 11. — С. 43–51.
8. Ловцов Д. А. Информационная безопасность автоматизированных блокчейн-систем: угрозы и способы повышения // Тр. II Междунар. науч.-прак. конф. «Трансформация национальной социально-экономической системы России» (22 ноября 2019 г.) / РГУП. Москва: РГУП, 2020. С. 464–473. ISBN 978-5-93916-823-6.
9. Ловцов Д. А., Богданова М. В., Паршинцева Л. С. Пакеты прикладных программ для многоаспектного анализа судебной статистической информации // Правовая информатика. 2017. № 1. С. 28–36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
10. Ловцов Д. А., Федичев А. В. Архитектура национального классификатора правовых режимов информации ограниченного доступа // Правовая информатика. 2017. № 2. С. 35–54. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-2-35-54.
11. Морозова Ю. А. Цифровизация как глобальный, страновой и отраслевой процесс в повышении результативности и эффективности здравоохранения и медицины // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2019. № 4. С. 44–53.
12. Муслимов М. И. Цифровое здравоохранение как фактор революционных преобразований в отрасли // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2018. № 3. С. 63–74.
13. Право граждан на лекарственное обеспечение : монография / Н. В. Путило, Н. С. Волкова и др. М.: ИЗиСП, «Контракт», 2017. 340 с.
14. Скворцова М. А., Вишневская Ю. А., Писарев А. В. Проектирование экспертных информационных систем в медицине: правовые и функциональные аспекты // Правовая информатика. 2020. № 2. С. 71–81. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-71-81.
15. Федосеев С. В. Применение современных технологий больших данных в правовой сфере // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 50–58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.
16. Черных А. М. Основные направления интеграции федеральных государственных информационных систем и пространственных данных // Правовая информатика. 2018. № 2. С. 47–56. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-47-56.
17. Emmert-Streib F., Dehmer M. A. Machine learning perspective on Personalized Medicine: an automized, comprehensive knowledge base with ontology for pattern recognition // Machine Learning and Knowledge Extraction. 2019. T. 1. No 1. P. 149–156.
18. Meshalkin V. P., Ivashkin Y. A., Nikitina M. A. Computer multi-agent model of chemico-physiological processes in the human gastrointestinal tract as a living biochemical system // Doklady Akademii nauk. 2019. T. 484. — No 3. P. 303—306.

19. Vishnevskaya J. A., Baykov Y. D., Skvortsova M. Study the Possibility of Creating Self-Diagnosis and First Aid System // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE, 2019. P. 1897–1901.
20. Topol E. J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence // Nature Medicine. 2019. No 25. P. 44–56. DOI: org/10.1038/s41591-018-0300-7.

Рецензенты: ***Азаров Павел Викторович,*** *кандидат медицинских наук, заведующий отделением ГКБ №52, Москва, Россия.*
E-mail: azarovp@mail.ru

Захарцев Сергей Иванович, *доктор юридических наук, профессор, академик РАРАН, заведующий кафедрой Российского государственного социального университета, Россия, Москва.*
E-mail: sergeyivz@ya.ru

LEGAL INFORMATION SUPPORT FOR A DIGITAL HEALTH ECOSYSTEM

Alexandr Kartskhiya, *Dr.Sc. (Law), Associate Professor, Professor of the Department of Civil Law Disciplines, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National University), Moscow, Russia.*
E-mail: *arhz50@mail.ru*

Keywords: *biometric data, healthcare law, information technology, artificial intelligence, digital medicine, telemedicine, digital healthcare.*

Abstract.

The purpose of the study is to determine the features of information technologies usage of a legal regulation of digital healthcare, as well as to determine the basic conceptual apparatus and structure of modern legal mechanism of a digital healthcare ecosystem.

Research method: comparative legal analysis of the current national Russian and foreign legislation, strategic documents and international treaties and agreements on digital health and medicine, taking into account the structural and value assessment of information technologies usage in digital medicine.

Result: the study revealed some features of initial formation stage of digital health special legislation and digital medicine, that enable to come to the finding of the exceptional importance of a new direction in medicine and the prospects of digital health in modern conditions, that will require a special legislation drafting of digital healthcare.

References

1. Bazina O. O., Simeniura S. S. Telemeditcina: dostoinstva, nedostatki, realii (pravovoi` analiz i prakticheskoe primenenie) // Meditcinskoe pravo. 2020. № 3. S. 32-38.
2. Gracheva Iu. V., Korobeev A. I., Malikov S. V., Chuchaev A. I. Ugolovno-pravovy`e riski v sfere tcifrovy`kh tekhnologii`: problemy` i predlozheniia // Lex russica. 2020. № 1. S. 145-159.
3. Kartchiia A. A. Novy`e e`lementy` natcional`noi` bezopasnosti: natcional`ny`i` i mezhdunarodny`i` aspekt // Voprosy` kiberbezopasnosti. 2020. № 6(40). S.72-82. DOI: 10.21681/2311-3456-2020-06-72-82.
4. Kartchiia A. A. Pravovoe regulirovanie i vozmozhnosti sovremenny`kh biotekhnologii` // IS. Promy`shlennaia sobstvennost`. 2020. № 8. S. 33-46.
5. Karpov O. E.`., Subbotin S. A., Shishkanov D. V., Zamiatin M. N. Tcifrovoe zdravookhranenie. Neobhodimost` i predposy`lki // Vrach i informatcionny`e tekhnologii. 2017. № 3. S. 6-22.
6. Lovtcov D. A. Sistemologiia pravovogo regulirovaniia informatcionny`kh otnoshenii` v infosfere : monografiia. M.: RGUP, 2016. 316 s. ISBN 978-5-93916-505-1.
7. Lovtcov D. A. Teoriia informatcionnogo prava: bazisny`e aspekty` // Gosudarstvo i pravo. 2011. — № 11. — S. 43-51.
8. Lovtcov D. A. Informatcionnaia bezopasnost` avtomatizirovanny`kh blokchei`n-sistem: ugrozy` i sposoby` povy`sheniia // Tr. II Mezhdunar. nauch.-prak. konf. «Transformatciia natcional`noi` sotcial`no-e`konomicheskoi` sistemy` Rossii» (22 noiabria 2019 g.) / RGUP. Moskva: RGUP, 2020. S. 464-473. ISBN 978-5-93916-823-6.

9. Lovtcov D. A., Bogdanova M. V., Parshintceva L. S. Pakety` pricladny`kh programm dlia mnogoaspektnogo analiza sudebnoi` statisticheskoi` informatcii // Pravovaia informatika. 2017. № 1. S. 28-36. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-1-28-36.
10. Lovtcov D. A., Fedichev A. V. Arhitektura natcional`nogo classifikatora pravovy`kh rezhimov informatcii ogranichennogo dostupa // Pravovaia informatika. 2017. № 2. S. 35-54. DOI: 10.21681/1994-1404-2017-2-35-54.
11. Morozova Iu. A. Tcifrovizatciia kak global`ny`i`, stranovoi` i otraslevoi` protcess v povy`shenii rezul`tativnosti i e`ffektivnosti zdravookhraneniia i meditciny` // Intellekt. Innovatcii. Investitcii. 2019. № 4. S. 44-53.
12. Muslimov M. I. Tcifrovoe zdravookhranenie kak faktor revoliutcionny`kh preobrazovanii` v otrasli // Sovremenny`e problemy` zdravookhraneniia i meditcinskoi` statistiki. 2018. № 3. S. 63-74.
13. Pravo grazhdan na lekarstvennoe obespechenie : monografiia / N. V. Putilo, N. S. Volkova i dr. M.: IZiSP, «Kontrakt», 2017. 340 s.
14. Skvortcova M. A., Vishnevskaia Iu. A., Pisarev A. V. Proektirovanie e`kspertny`kh informatcionny`kh sistem v meditcine: pravovy`e i funktcional`ny`e aspekty` // Pravovaia informatika. 2020. № 2. S. 71-81. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-2-71-81.
15. Fedoseev S. V. Primenenie sovremenny`kh tekhnologii` bol`shikh danny`kh v pravovoi` sfere // Pravovaia informatika. 2018. № 4. S. 50-58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.
16. Cherny`kh A. M. Osnovny`e napravleniia integratcii federal`ny`kh gosudarstvenny`kh informatcionny`kh sistem i prostranstvenny`kh danny`kh // Pravovaia informatika. 2018. № 2. S. 47-56. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-2-47-56.
17. Emmert-Streib F., Dehmer M. A. Machine learning perspective on Personalized Medicine: an automized, comprehensive knowledge base with ontology for pattern recognition // Machine Learning and Knowledge Extraction. 2019. T. 1. No 1. P. 149–156.
18. Meshalkin V. P., Ivashkin Y. A., Nikitina M. A. Computer multi-agent model of chemico-physiological processes in the human gastrointestinal tract as a living biochemical system // Doklady Akademii nauk. 2019. T. 484. — No 3. P. 303–306.
19. Vishnevskaya J. A., Baykov Y. D., Skvortsova M. Study the Possibility of Creating Self-Diagnosis and First Aid System // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE, 2019. P. 1897–1901.
20. Topol E. J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence // Nature Medicine. 2019. No 25. P. 44–56. DOI: 10.1038/s41591-018-0300-7.