

Научная статья

УДК 338.012

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15602>



## АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

О.Д. Старченкова<sup>1</sup> ✉, Д.С. Величенкова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ [starchenkova.od@edu.spbstu.ru](mailto:starchenkova.od@edu.spbstu.ru)

**Аннотация.** Здравоохранение является сектором национальной экономики, где прослеживается тенденция к внедрению инновационных технологий. Они плотно концентрируются вокруг цифровизации здравоохранения, которое позволит значительно расширить спектр предоставляемых услуг, повысит их качество, а также сделает персонализированную медицину доступной для каждого. В данных условиях возникает острая необходимость изменения методологии оказания услуг. За последнее десятилетие произошли изменения в подходах к ведению пациентов, что привело к формированию концепции медицины будущего, которая представляет собой непрерывный процесс профилактической заботы о здоровье при помощи высоких технологий. Так, например, в период пандемии активно развивалось одно из основных направлений персонализированной медицины – телемедицина. Находясь в разных точках города или страны, пациенты могли получить консультационную помощь, не нарушая рекомендаций социального дистанцирования. Более того, благодаря повышенному интересу к мониторингу здоровья при помощи различных девайсов, персонализированная медицина активно интегрируется в систему российского здравоохранения, вытесняя устаревшие практики. Однако, несмотря на все преимущества персонализированной медицины, научное сообщество разделилось на ее сторонников и оппонентов. Данная статья посвящена определению возможностей и последствий внедрения инновационных технологий в сфере здравоохранения. Прогнозы строятся на опыте тех стран, которые имеют опыт успешного внедрения проектов персонализированной медицины. Также статья демонстрирует роль обнаружения фармацевтических биомаркеров, которые выявляют предрасположенности пациентов к заболеваниям, и могут помочь врачу назначить терапию, следовательно, это залог успеха персонализированной медицины. В исследовании обозначен ряд возможных сопутствующих проблем и предложены пути их решения. Результатом исследования является разработка рекомендаций для достижения максимального эффекта от революционного шага инноваций, не вызвав последствий от влияния экзогенных шоков. Основные положения и выводы работы направлены на дальнейшее развитие персонализированной медицины в России и могут быть использованы в формировании эффективной политики ее внедрения.

**Ключевые слова:** здравоохранение, персонализированная медицина, цифровизация здравоохранения, внедрение инноваций, последствия внедрения инноваций

**Благодарности:** Исследование профинансировано Советом по грантам Президента Российской Федерации в рамках проекта № МД-2258.2022.2

**Для цитирования:** Старченкова О.Д., Величенкова Д.С. Анализ внедрения цифровых технологий в рамках высокотехнологичного здравоохранения // П-Economy. 2022. Т. 15, № 6. С. 18–32. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15602>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15602>

## ANALYSIS OF IMPLEMENTING DIGITAL TECHNOLOGIES IN HIGH-TECH HEALTHCARE

O.D. Starchenkova<sup>1</sup> ✉, D.S. Velichenkova

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russian Federation

✉ [starchenkova.od@edu.spbstu.ru](mailto:starchenkova.od@edu.spbstu.ru)

**Abstract.** Healthcare is a sector of the national economy, where there is a trend towards the introduction of innovative technologies. They are tightly concentrated around the digitalization of healthcare, which will significantly expand the range of services provided, improve their quality, and make personalized medicine accessible to everyone. Under these conditions, there is an urgent need to change the methodology for the provision of services. Over the past decade, there have been changes in approaches to patient management, which led to the formation of the concept of medicine of the future, which is a continuous process of preventive health care using high technologies. For example, during the pandemic, one of the main areas of personalized medicine, telemedicine, was actively developing. Being in different parts of the city or country, the patients could receive consulting assistance without violating the recommendations of social distancing. Moreover, due to the increased interest in health monitoring using various devices, personalized medicine is actively integrating with the Russian healthcare system, replacing outdated practices. However, despite all the benefits of personalized medicine, the scientific community is divided into its supporters and opponents. This article is devoted to determining the opportunities and consequences of introducing innovative technologies in the healthcare sector. The forecasts are based on the experience of those countries that have experience in successfully implementing personalized medicine projects. It also demonstrates the role of identifying pharmaceutical biomarkers that reveal patients' predispositions to diseases and can help the doctor prescribe therapy; therefore, this is the key to the success of personalized medicine. The study identifies a range of possible related problems and suggests ways to solve them. The result of the study is the development of recommendations for achieving the maximum effect from the revolutionary step of innovation, without causing consequences from the influence of exogenous shocks. The main provisions and conclusions of the work are aimed at further development of personalized medicine in Russia and can be used in the formation of an effective policy for its implementation.

**Keywords:** healthcare, personalized medicine, digitalization of healthcare, innovation, consequences of innovation

**Acknowledgements:** The study was funded by the Grants Council of the President of the Russian Federation under project No. MD-2258.2022

**Citation:** O.D. Starchenkova, D.S. Velichenkova, Analysis of implementing digital technologies in high-tech healthcare, *П-Economy*, 15 (6) (2022) 18–32. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15602>

### Введение

Ключевым направлением стратегии долгосрочного развития сферы здравоохранения Российской Федерации является достижение высокого качества жизни и всеобщая доступность медицинской помощи. Эти направления соответствуют концепции медицины будущего, которая представляет собой непрерывный процесс профилактической заботы о здоровье при помощи высоких технологий на этапах выявления предрасположенностей к ряду заболеваний, их профилактике, а также точной диагностике и лечению [2].

Медицина будущего основывается на принципах 4П, которые отображают изменения подходов к ведению пациентов. Согласно этой концепции, предложенной Лероем Худом, медицина

должна стать предиктивной, профилактической, партисипативной и персонализированной. Раскроем каждый из принципов в индивидуальном порядке [2, 30].

Предиктивная медицина – это медицина, использующая расшифровку генома человека для точного определения характера возникновения и течения заболевания и предвидения реакций на определенные виды лечения. Такие тесты предоставляют наибольшую ценность для исследований онкологии и рисков отторжения пересаженных органов [2, 3].

Профилактическая медицина – это раздел медицины, который занимается проблемами укрепления здоровья и профилактики различных инфекционных и неинфекционных заболеваний [2, 3].

Партисипативная медицина представляет собой двухстороннее общение врача и пациента. Пациент принимает активное участие в обсуждении медицинских решений, а также способствует отслеживанию состояния здоровья [2, 3].

Персонализированная медицина – это интегральная медицина, которая включает разработку персонализированных средств лечения на основе геномики и тестирования на предрасположенность к заболеваниям, профилактику, объединение диагностики с лечением и мониторингом лечения [8]. Фундаментальным компонентом персонализированной медицины является стандартная оценка риска для здоровья (HRA) для оценки вероятности развития у человека наиболее распространенных хронических заболеваний (или событий заболевания). HRA, основанные на фактических данных, в сочетании с прогностическими моделями облегчат оценку риска заболевания пациента и определение приоритетов клинических стратегий для их устранения [28].

Тенденции развития современного здравоохранения плотно концентрируются вокруг цифровизации здравоохранения. Цифровизационное здравоохранение позволит значительно расширить спектр предоставляемых услуг, повысит их качество, а также сделает персонализированную медицину доступной для каждого.

**Актуальность выбранной темы** обусловлена тем, что в современных условиях основной задачей является оценка необходимости внедрения инноваций в сфере здравоохранения. Принципы высокотехнологичной медицины будущего основаны на инновационных технологиях и новейшем подходе, который в Российской Федерации медицинские учреждения не практикуют. Чтобы достигнуть максимального эффекта от революционного шага инноваций необходимо совершить плавный переход к медицине будущего, не вызвав последствий от влияния экзогенных шоков.

**Целью исследования** является анализ внедрения технологий в рамках высокотехнологичного здравоохранения и формирование рекомендаций по их внедрению в систему здравоохранения РФ. **Задачи исследования:**

1. Выделить последствия внедрения цифровых технологий;
2. Предложить рекомендации по внедрению инновационных технологий для цифровизации системы здравоохранения.

Объектом исследования является система здравоохранения Российской Федерации.

### **Литературный обзор**

Цифровизация российской системы здравоохранения призывает к переходу в постиндустриальное общество, упрощению процесса оказания медицинской помощи и улучшению их качества. В ближайшей перспективе произойдет массовый переход на электронный документооборот и ведение электронных медицинских карт. В 2020 году в пандемию коронавируса активно развивались процессы дистанционного взаимодействия медицинских организаций с пациентами [5]. ЕГИСЗ является примером успешного проекта в системе цифрового здравоохранения и играет большую роль, так как представляет единую сеть информационных систем медицинских учреждений, которая способствует значительному сокращению врачебных ошибок и упрощает систематизацию сведений [19, с. 4].

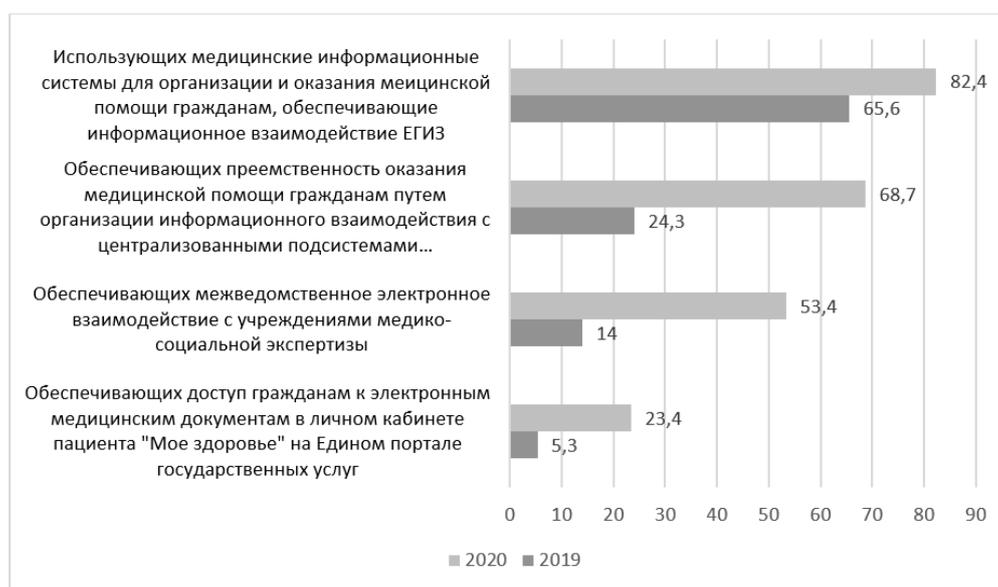


Рис. 1. Удельный вес медицинских организаций (в процентах от общего числа медицинских организаций государственной и муниципальной систем здравоохранения)

Fig. 1. Share of medical organizations (as a percentage of the total number of medical organizations of the state and municipal healthcare systems)

Источник: [6]

Рассмотрим данные статистического сборника «Индикаторы цифровой экономики: 2021». На рис.1 представлен удельный вес медицинских организаций от общего числа медицинских организаций по категориям.

На основе данных (рис. 1) можно сделать вывод, что за год увеличился удельный вес медицинских организаций, которые используют электронные медицинские карты и единую базу данных, увеличилась доступность проводимых услуг, а также наблюдается тенденция к повышению заинтересованности людей в вопросах собственного здоровья. Цифровизация медицины способствует снижению нагрузки на сотрудников больницы, ускоряет информационный обмен между подразделениями, помогает систематизировать данные и вносить в них изменения [15, с. 2].

Более того, к неочевидному преимуществу построения цифрового здравоохранения является искоренение коррупции [14]. Цифровые технологии призваны остановить взятки врачам, выдачу препаратов за «вознаграждение», платную сдачу анализов и обследования, которые должны быть бесплатными. Однако, стоит отметить, что на рынке услуг телемедицины, ответвления цифрового здравоохранения, наблюдается рост теневого сектора медицинских услуг [18]. А значит, еще рано говорить о пресечении коррупционных действий в системе здравоохранения.

Однако, несмотря на все преимущества персонализированной медицины научное сообщество разделилось за и против. Позицию «против» подкрепляют неоднозначные результаты проекта «Геном человека», посвященный расшифровке гена. Итоги исследования получились неоднозначные: выяснилось, что существует огромное множество вариаций каждого гена и это делает невозможным точно определить причину расположенности пациента к заболеванию [1].

Но подобный исход может быть выявлен в следствии неточной постановки задачи: суть персонализированной медицины заключается не в изучении вариаций каждого гена и определении причины расположенности, а в рассмотрении гена и наложении его на прочие данные пациента [1].

Доктор Michael Joyner считает, что индивидуальный подход к каждому пациенту не снизит основные причины заболеваемости и смертности, а значит нет смысла инвестировать в нее. Он

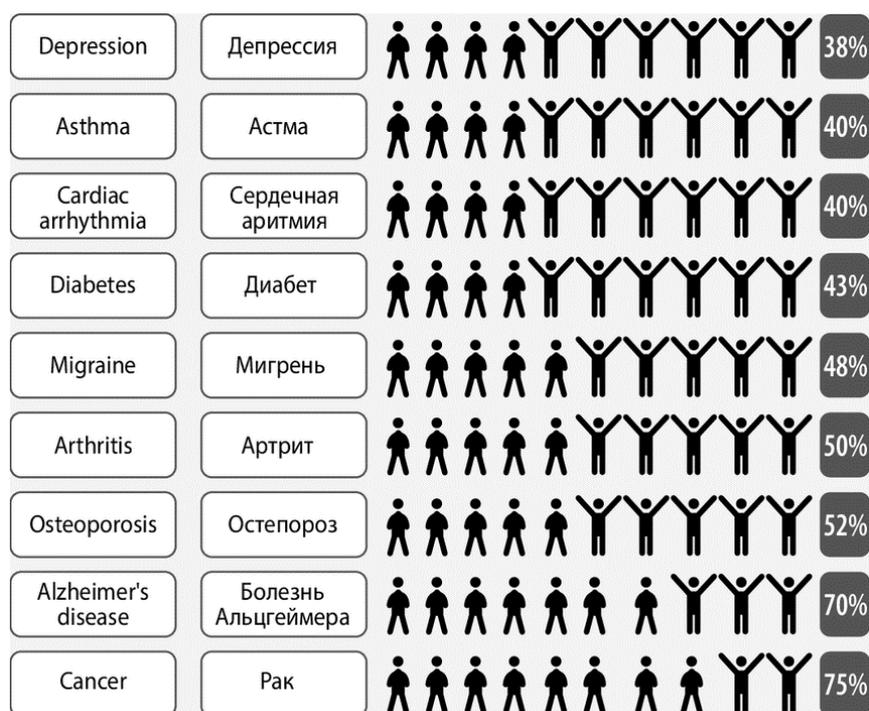


Рис. 2. Доля пациентов, наблюдавшихся по поводу указанных заболеваний, для которых проводимая терапия была неэффективна (2001 г.)

Fig. 2. Proportion of patients observed for the indicated diseases for whom the therapy was ineffective (2001)

Источник: 1

утверждает, что больший эффект принесет массовая иммунизация, повышенный контроль санитарных условий и улучшение социально-экономических условий [1].

Позицию автора можно опровергнуть результатами исследования, проведенного в 2001 году (рис. 2). Оно было проведено несколько десятилетий назад, его выводы дали толчок к развитию теории биомаркеров и позволили выявить их роль. Они могут значительно поспособствовать терапии и снизить вероятность наступления побочных эффектов от принятия неправильно подобранных препаратов. Биомаркер – это характеристика, которая используется в качестве индикатора состояния всего организма. С точки зрения персонализированной медицины выделяются диагностический маркер, маркер восприимчивости, прогностический маркер и предиктивный [23, 24, 30].

Диагностический биомаркер позволяет определить на ранней стадии заболевание. Биомаркер восприимчивости отражает потенциальный риск развития заболевания. Прогностический может выступать как предиктивным и предсказывать течение заболевания. Предиктивный биомаркер направлен на выявление реакции организма на препараты.

Данное исследование демонстрирует роль выявления фармацевтических биомаркеров, которые измеряют влияние препарата на организм. Результаты исследования неутешительные: при артрите половина пациентов принимает лекарства, которые не способствуют лечению, а из всех пациентов с диагнозом рак, лишь четверть пациентов смогла вылечиться. Болезнь Альцгеймера – страшное заболевание, которое невозможно вылечить и сложно обнаружить на ранних этапах, однако, после ее диагностики, лишь 30% смогут притормозить ее распространение. Следовательно, успех персонализированной медицины зависит от наличия точных диагностических тестов, которые выявляют предрасположенности пациентов к заболеваниям, и могут поспособствовать врачу назначить терапию [29, 30].

На основе исследования можно сделать вывод о необходимости предиктивных и прогностических биомаркеров в таких сферах медицины как онкология, ревматология и психиатрия [25, 26]. Предиктивные биомаркеры дают достоверную информацию относительно того или иного типа лечения и способствуют выявлению наиболее подходящего. Прогностические биомаркеры отражают исходный риск, что также способствует выбору лечения [32]. Но внедрение нового биомаркера, как и новой технологии, требует существенных вложений и поддержки со стороны государства. Современные исследователи выделяют условие развития персонализированной медицины: поддержка хранилищ клинического материала – биобанков [4, с. 63]. Такой ресурс позволит гораздо более широко оценить клиническую значимость генетической изменчивости при различных состояниях [29].

Фармакогеномика – это использование геномной информации для определения или прогнозирования ответа на терапию. В онкологии соматический геном опухоли использовался для идентификации биомаркеров, которые предсказывают терапию для оптимального отклика. Например, при остром лимфобластном лейкозе примерно у 20% больных становятся невосприимчивыми к лечению. Два исследования используя дифференциальную экспрессию генов, обнаружили, что гены, участвующие в химиорезистентности, также связаны с худшим прогнозом, закладывая фундамент для будущих исследований механизмов сопротивления [28, 30].

**Исследовательский разрыв** заключается в том, что проблема внедрения цифровых технологий и возможные последствия их влияния рассматривается в недостаточно полной мере. В существующих методиках отсутствует качественный анализ последствий цифровой трансформации системы российского здравоохранения.

**Материалы и методы исследования.** При проведении исследований использовались современные общенаучные методы: контент-анализ современной и отечественной научной литературы, метод синтеза, метод систематизации, метод научного прогнозирования. В качестве эмпирической базы использовались данные, приведенные в периодической печати и сети «интернет», материалы статей и конференций, электронные журналы и фундаментальные исследования относительно персонализированной медицины и цифровизации здравоохранения.

Контент анализ заключался в изучении статей отечественных и зарубежных исследователей в сфере инвестиций, телемедицины, социально-экономических изменений после пандемии коронавируса, а также проблем здравоохранения РФ. Метод научного прогнозирования применялся при формировании возможных сценариев развития событий после внедрения инновационных технологий.

### Результаты и обсуждение

Изучение сущности концепции современного здравоохранения привело к выводу о том, что персонализированная медицина учитывает особенности больного, разрушая стереотип “одно лечение для всех”. Развитие болезни у представителей разных генотипов может отличаться, следовательно, диагностика и лечение пациентов стандартными методами может привести к провоцированию нежелательных лекарственных реакций, и в худшем случае летальный исход. Однако, несмотря на положительные стороны медицины будущего, научное сообщество относится к этому неоднозначно.

Проведенный анализ исследования 2001 года (рис. 2) позволяет сделать вывод о том, что персонализированная медицина может помочь избежать медицинских ошибок в диагностике заболевания, и данная модель способна сократить смертность, снизить инвалидность, уменьшить расходы на лечение и повысить уровень жизни. Следовательно, разработка рекомендаций по их внедрению представляют практическую значимость.

Систематизируя все тезисы выше, сформируем наглядную схему, отражающую взаимосвязи между государством, населением и медицинскими учреждениями.

Рекомендации по реализации идей персонализированной медицины представлены в трех сферах деятельности: государство, население и медицинские учреждения. Так как государство выполняет важные функции такие как: экономическая, правоохранительная, социальная и культурно-просветительскую, в совокупности оно создает пространство для деятельности медицинских учреждений и условия для жизни населения.

СМИ как важная составляющая часть этой системы перенимает часть культурно-просветительской деятельности государства, следовательно, трансляция идей персонализированной медицины до населения и медицинских учреждений лежит на данном социальном институте.

Население и медицинские учреждения представлены двумя большими областями, которые пересекаются между собой, представляя как площадку для сотрудничества. Например, медицинская организация предоставляет пациентам возможности дистанционного консультирования населения и плановой диспансеризации, а работникам условия для повышения квалификации.

Население в свою очередь пользуется услугами диспансеризации и телемедицины. Важным аспектом жизнедеятельности населения является формирование культурного кода, который заключается в передаче полезных привычек и проведении мероприятий по охране своего здоровья. В связи с изменением отношения к здоровью происходит переосмысление роли медицинского страхования в жизни общества. Также государство должно предоставлять гарантии инвесторам, которые поддерживают создание субъектов персонализированной медицины в области обновления медицинского оборудования и развития фармацевтики.

Медицинские учреждения должны предоставить гарантии пациентам конфиденциальности биометрических данных и дать возможность сторонним медицинским организациям в случае оказания экстренной медицинской помощи использовать данные пациента. Также при поддержке государства доработать лекарственную политику.

Перечисленные рекомендации имеют значимость так как только при скоординированных усилиях государства, медицинских организаций и населения могут быть реализованы принципы персонализированной медицины.

#### ***Последствия внедрения персонализированной медицины***

Перейдем непосредственно к возможным сценариям развития событий после внедрения инновационных технологий, которое ожидается по словам экспертов в 2025 году [7]. Прогнозы строятся на опыте тех стран, которые имеют опыт успешного внедрения проектов персонализированной медицины [4, с. 3].

В первую очередь внедрение инноваций требует не только крупных финансовых вложений в лабораторное и информационное оснащение, в повышении квалификации медицинского персонала, в систему оценки качества помощи и клинические рекомендации. Со стороны государства должны быть предприняты меры по созданию инновационной инфраструктуры и условий для инновационной деятельности в сфере здравоохранения [13; 14, с. 7].

Однако, несмотря на успехи во внедрении передовых технологий телемедицины, правовое поле не получило должного развития [14, с. 7; 19, с. 6]. Существует пробел в нормативной базе в отношении статуса электронных документов [19, с. 6], правомочий врача диагностировать и лечить заболевания в дистанционном формате [17].

Медицина будущего подразумевает сбор и хранение результатов анализов генетического в облачном хранилище, доступ к которому будут иметь все медицинские организации в случае экстренных ситуаций. Пандемия коронавируса негативно сказалась на психологическом здоровье нации и подорвало доверие к конфиденциальности своих данных, в частности из-за распространения компьютерного мошенничества и распространения информации третьим лицам [20]. Следовательно, необходимо обеспечить конфиденциальность данных электронных систем от посторонних лиц, разработать этический кодекс, а также организовать регулирование соблюдения и законодательное согласование нововведений.

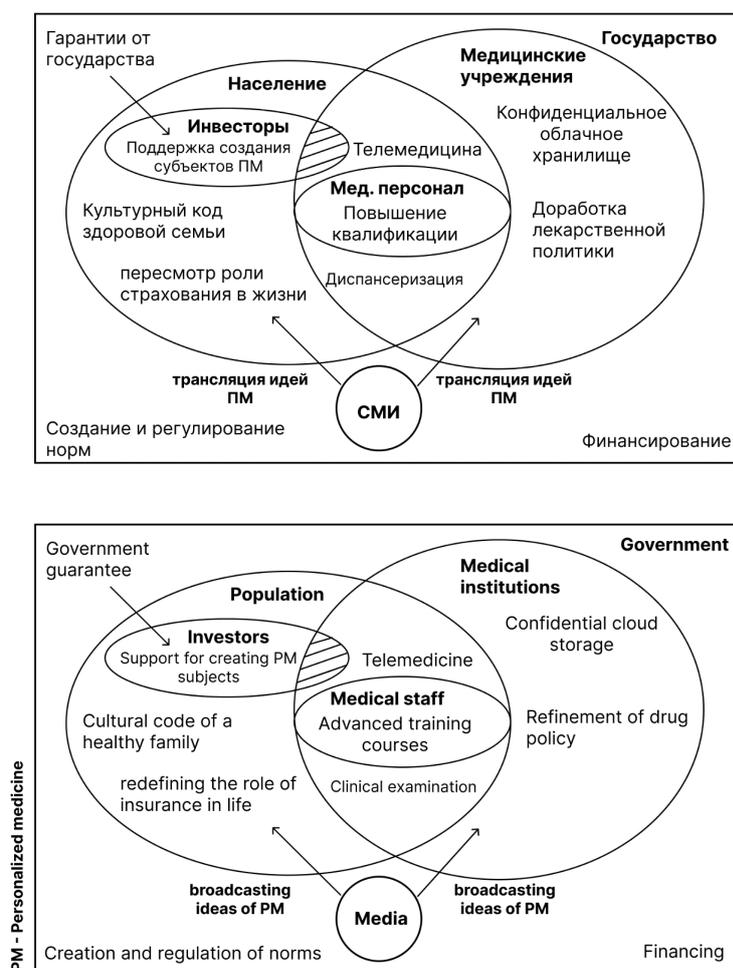


Рис. 3. Взаимосвязи разработанных рекомендаций между населением, медицинскими учреждениями и государством  
 Fig. 3. The relationship of the developed recommendations between the population, medical institutions, and the government

*Источник: составлено автором*

В период пандемии коронавируса выросла роль телемедицины в системе здравоохранения. Телемедицина – это медицинская практика получения или оказания услуг при помощи информационных и телекоммуникационных технологий [16, с. 1]. Выделяют два вида общения: «врач-врач» и «врач-пациент», однако до 2020 года преобладала форма общения «врач-врач». В условиях строгого социального дистанцирования российским площадкам телемедицины был брошен вызов срочной доработки формы «врач-пациент» («Доктор рядом», «Яндекс.Здоровье», «OnDoc») [17].

Первоначально целью внедрения телемедицинских технологий стала экстренная помощь уязвимым группам населения, и совершенствование лечебно-диагностического процесса в труднодоступных регионах. Данная медицинская практика позволяет осуществлять регулярный мониторинг пациентов и рассматривать каждый случай в индивидуальном порядке [16]. Мониторинг за пациентами с хроническими заболеваниями в дистанционном формате можно осуществлять при использовании технологий m-Health, которая охватывает все приложения телекоммуникационных и мультимедийных технологий для предоставления медицинской помощи [15, с. 2]. В практику медицинских учреждений также активно внедряется использование ID браслетов, которых находится чип с необходимой информацией о пациенте. Данный гаджет сложно снять са-

мостоятельно, однако дискомфорта пациенту не доставляет, так как сделан из ткани или винила [14, с. 6].

Пациенты стали больше внимания уделяют здоровью и проявляют инициативу участника в программах мониторинга здоровья, что отражает партисипативную сторону медицины будущего.

Такую тенденцию необходимо поддерживать распространением технологий телемедицины в труднодоступных для специалистов районах страны и после пандемии. Данное направление персонализированной медицины позволит сократить расходы на высокотехнологичное здравоохранение через снижение нагрузки на врачей, расходы на средства индивидуальной медицины, сокращение распространения вирусов в сезон простуды и гриппа, а также поспособствует повышению роли медицинской культуры в жизни населения.

Существенной проблемой телемедицины является цифровое неравенство и нарушение конституционных прав на охрану здоровья и медицинскую помощь. В небольших городах не хватает медицинских учреждений и квалифицированных врачей [14], а отсутствие высокоскоростного интернета пользователям в сельских местностях тормозит развитие телемедицины и персонализированного подхода в лечении [19, с. 6].

Следует ожидать и рост спроса на услуги диспансеров, которые представляют собой обоснованную систему профилактических и лечебных мероприятий, направленных на сохранение, восстановление и укрепление здоровья [1]. Профилактические мероприятия поспособствуют укреплению здоровья населения и, согласно позитивным прогнозам, повысит продолжительность жизни на 10 лет. Спрос поражает предложение: к 2035 году планируется создание не менее 2035 центров превентивной медицины. На основе принципов социального предпринимательства только в сфере оказания превентивной медицины будет создано не менее 300 тысяч новых рабочих мест [4].

Бесплатную диспансеризацию могут пройти лица, которым в текущем году исполняется следующее количество полных лет: 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 40 и старше [8]. Осведомление о возможностях бесплатных профилактических мероприятиях, своевременное выявление предрасположенностей к заболеванию и качественное проведение профилактических мероприятий закладывают основу здоровой нации [9].

Формирование бережного отношения к здоровью является функцией средств массовой информации. Однако, для ребенка функцию выполняют родители, которые с рождения закладывают в него своего рода «генетический код». Такие мероприятия как посещение центров семейной медицины, совместное участие в спортивных мероприятиях, регулярная профилактика гриппа становятся частью образа жизни ребенка, который в будущем сможет передать эти традиции своим детям [22].

До населения доступным языком должны быть доведены основные сведения о персонализированной медицине, ее целях, методах. Идеологический сдвиг от внедрения персонализированной медицины может привести к возобновлению споров о медицинском патернализме: если сократится степень влияния пациента на лечебный процесс, он будет вынужден всецело довериться на квалификацию и опыт лечащего врача. Генетические тесты несовершенны, отчасти потому, что большинство генных мутаций не позволяют точно предсказать результаты. Клиницисты должны понимать специфичность и чувствительность новой диагностики. А пациенты должны быть уверены, что диагностические тесты дают достоверные результаты, особенно если результаты испытаний используются при принятии важных медицинских решений [29].

Вопросы медицинского страхования также потребуют нормативно-правового регулирования. Например, денежная компенсация дорогостоящей операции потребует значительных действий в процессах подготовки доказательной базы необходимости медицинского вмешательства.

Из этого вытекает следующее последствие: при внедрении инноваций необходимо заранее подготовить медицинский персонал, предоставив необходимые условия для получения теоретических и прикладных знаний. Данный вопрос актуален, так как в медицине особо остро востре-



бовано непрерывное образование, и цифровые технологии предоставляют удобные форматы для этого. Специалист должен уметь работать с большим массивом данных, разбираться в вопросах наследственности, учитывать экологические условия и образ жизни пациента. Такие знания должны получать и будущие специалисты в рамках обучения в университете, и в этом случае образовательная реформа неизбежна [2].

Ситуация может осложниться в случае ускоренного выбытия существующих специалистов старшей возрастной группы. Молодые специалисты не могут полностью восполнить пробел кадров, так как не обладают ценным набором знаний «советской школы» и не хотят работать в бюджетных медицинских организациях, считая данное место работы недостаточно престижным [10]. Внедрение передовых технологий однозначно повлечет расширению и усложнению должностных обязанностей как работников низшего, так и высшего звена. На данном этапе цифровизации специалисты старшей возрастной группы испытывают трудности в ведении электронного документооборота, поэтому важно грамотно адаптировать сотрудников к новым условиям [21, с. 4]. Следовательно, при внедрении технологий особое внимание следует на развитие образовательных услуг для данной категории: повышение квалификации, профессиональная подготовка, подготовка к оказанию услуг в цифровом формате.

Евсевьева М.Е. и Сергеева О.В. в своем научном труде [2] разработали методические рекомендации по улучшению образовательных программ для студентов высших учебных заведений и колледжей в сфере персонализированной медицины на основе последних зарубежных рекомендаций. Например, во Франции студенты осваивают углубленно генетику и «информационные технологии здоровья» [4]. Результатом исследования стало теоретическое обоснование необходимости создания студенческих интерактивных учебных программ, которые расширят знания о социально значимых заболеваниях [2].

Для врачей в рамках ДПО Евсевьева М.Е. и Сергеева О.В. предлагают разработать программу, затрагивающая вопросы 4П-медицины, основы геномики, эпигенетики, транскриптомики, протеомики, метаболомики и биоинформатики и раскрыть их взаимосвязь с 4П-медициной [2].

Данные меры позволят плавно провести перестройки системы здравоохранения как до дипломного, так и последипломного уровня. Ключевым препятствием для перевода геномной информации в клиническую практику является отсутствие понимания геномики и ограниченный доступ к соответствующим инструментам. Несколько обзоров указывают на растущий дефицит знаний в области генетики среди средних врачей. Сотрудники первичной медико-санитарной помощи изо всех сил пытались интерпретировать семейные модели болезней и интегрировать эту информацию в практику [28].

Текущие геополитические изменения, а также нарастающее количество санкций, связанных с работой социально-экономических систем, в том числе, системы здравоохранения, создают дополнительные издержки и риски, которые требуют дополнительного рассмотрения.

Во-первых, производители медицинской техники в России вынуждены перейти на динамическое ценообразование, так как не в состоянии больше сдерживать их на уровне. К ценообразующим факторам относят сложности организации логистических цепочек, проблемы оплаты услуг, а также колебания общественного мнения. Следовательно, на ближайшую перспективу это затруднит разработку финансирования [10, 12].

Во-вторых, переход к персонализированной медицине потребует замены или обновления производственных мощностей и оборудования большим процентом износа, используемого с середины XX века на современное [4, с. 61]. Однако, отечественные производители не могут полностью провести замену, следовательно, расширение приборной базы будет осуществлено не в полной мере. Согласно статистическим данным Министерства здравоохранения, на июль 2022 года отечественные медицинские изделия составляют более 31%. За два года планируется нарастить до 50% за счет государственной поддержки [11].

В-третьих, транспортировка зарубежных лекарственных препаратов является также проблематичным. Однако ситуация в ближайшее десятилетие по прогнозам экспертов изменится: Москва на фоне санкций поддержит отечественные фармацевтические компании расширением офсетных контрактов. Также имеется опыт работы в сложных стрессовых ситуациях в период пандемии коронавируса, столица стала площадкой для проведения клинических испытаний вакцин [11].

Внедрение уникальных методов лечения повлечет за собой пересмотр и доработку лекарственной политики. С одной стороны, принимаемый препарат будет соответствовать особенностям организма, оказывать желаемый эффект и исключит лишние расходы. С другой стороны, для более распространенного типа гена лекарства будут дороже, а значит, не все желающие смогут позволить себе индивидуальную медицину. Более того, фармацевтика станет привлекательной сферой и сможет привлечь инвесторов [1, 9].

За последние годы наблюдается тенденция снижения объема инвестиционных вливаний в сферу здравоохранения, Скобникова В. К. видит решение данной проблемы в устранении препятствий входа на рынок здравоохранения для частных инвесторов, а также создать условия для реинвестирования доходов самих больниц [19, с. 6].

### **Заключение**

В данном исследовании был проведен анализ внедрения цифровых технологий в рамках высокотехнологичного здравоохранения. В рамках работы была раскрыта сущность персонализированной медицины, а также сформированы рекомендации по внедрению цифровых технологий в систему здравоохранения РФ. К полученным результатам следует отнести:

1. Медицина будущего основывается на концепции 4П: предиктивной, партисипативной, профилактической и персонализированной медицины. В основе персонализированной медицины лежит высокотехнологичное здравоохранение, которое достигается за счет внедрения инноваций. Ярким примером может стать активное развитие процессов дистанционного взаимодействия медицинских организаций с пациентами в 2020 году в пандемию коронавируса.

2. Феномен персонализированной медицины расколол научное сообщество на сторонников и приверженцев. Доктор Michael Joуneг считает, что индивидуальный подход к каждому пациенту не снизит основные причины заболеваемости и смертности, а значит нет смысла инвестировать в нее. Его позицию можно опровергнуть результатами исследования, посвященного роли выявления фармацевтических биомаркеров, измеряют влияние препарата на организм.

3. Внедрение нового биомаркера, как и новой технологии, требует существенных вложений и поддержки со стороны государства. На следующем этапе исследования был проведен анализ последствий.

Последствия внедрения высокотехнологичной медицины, следующие:

1. Пересмотр лекарственной политики
2. Недостаток квалифицированных кадров,
3. Проведение образовательной реформы,
4. Недоверие населения к революционным методам,
5. Возникшие издержки внедрения инноваций в условиях новой реальности.

Проведенный анализ последствий позволил в процессе изучения выделить следующие основные рекомендации:

1. Разработать инновационную структуру и создать условия для инновационной деятельности в сфере здравоохранения, в том числе предоставить гарантии инвесторам в объекты персонализированной медицины.

2. Обратит внимание на урегулирование насущных вопросов медицинских учреждений касательно сотрудников и лекарственной политики.



3. Доработать нормативно-правовую базу, а именно разработать этический кодекс и организовать порядок регулирования соблюдения.

4. Развивать всестороннее оповещение о принципах и идеях персонализированной медицины и телемедицины, а также о проведении плановой диспансеризации лиц, достигших определенного возраста.

Научная новизна исследования заключается в систематизации и теоретическом обосновании последствий внедрения инновационных технологий на данном этапе развития персонализированной медицины, а также в разработке научно-методологических положений на основе полученных выводов исследования.

Результаты соответствуют поставленным задачам, следовательно, цель исследования достигнута. В данной статье была раскрыта сущность персонализированной медицины, выделены последствия от внедрения и представлены рекомендации в разных сферах деятельности. Развитие цифровых технологий, в том числе в сфере предоставления медицинских услуг, выявляет необходимость дополнительного исследования условий функционирования отраслей производства высокотехнологичной медицинской техники.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. От персонализированной к точной медицине / К.В. Раскина, Е.Ю. Мартынова, А.В. Перфильев [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 69–79.
2. **Евсевьева М.Е.** О подходах к формированию учебных программ по предиктивной, превентивной, персонализированной и партисипативной медицине (4П-медицине) / М.Е. Евсевьева, О.В. Сергеева // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 155.
3. Концепция персонализированной медицины в предметной области "нейромедицина" на технологической платформе "Медицина здоровья" / А.И. Вялков, С.А. Мартыничик, В.А. Полесский, Г.В. Ковров // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2014. – Т. 58. – № 6. – С. 4–9.
4. **Куракова Н.Г.** Переход к модели персонализированной медицины: барьеры и возможные решения / Н.Г. Куракова, И.М. Сон, А.Н. Петров // Менеджер здравоохранения. – 2017. – № 8. – С. 53–67.
5. **Скобникова В.К.** Цифровизация в Российской системе здравоохранения / В. К. Скобникова, Е. В. Шищенко // Вестник науки. – 2020. – Т. 5. – № 5(26). – С. 278–285.
6. Индикаторы цифровой экономики: 2021 : статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневецкий, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т И60 «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 380 с.
7. **Шляхто Е.В.** Персонализированная медицина. История, современное состояние проблемы и перспективы внедрения / Е.В. Шляхто, А.О. Конради // Российский журнал персонализированной медицины. – 2021. – Т. 1. – № 1. – С. 6–20.
8. Официальный сайт Территориального фонда ОМС Санкт-Петербурга. URL: <https://spboms.ru/citizen/service/dispensary/rights> (дата обращения: 05.10.2022)
9. **Сучков С.В., Абэ Х., Антонова Е.Н., Барах П., Величковский Б.Т., Галагудза М.М., Дворжик Д. А., Диммок Д., Земсков В.М., Колтунов И.Е., Люстиг Р., Малявская С.И., Медведев О.С., Петрайкина Е.Е., Ревитшвили А.Ш., Свистунов А.А., Смит Д., Сухоруков В.С., Тюкавин А.И., Царегородцев А.Д., Шапира Н.** Персонализированная медицина как обновляемая модель национальной системы здравоохранения. Часть 1. Стратегические аспекты инфраструктуры. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017; 62 (3): 7–14.
10. **Сергеева Н.М.** Сравнительная оценка уровня оплаты труда в системе здравоохранения федеральных округов РФ / Н.М. Сергеева // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2018. – Т. 7. – № 4 (25). – С. 283–286.
11. **Ожгихин И.В.** Инструменты многоканального финансирования для развития рынка инновационной медицинской техники / И.В. Ожгихин, И.А. Рудская // Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности и инновационных систем : Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 20–21 ноября 2020 года / Под

редакцией Д.Г. Родионова, А.В. Бабкина. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – С. 390–392.

12. **Рудская И.А.** Оценка эффективности региональной инновационной системы России по стадиям инновационного процесса // NBI-technologies. 2017. № 3 (11).

13. **Patsalias Athanasios, Kozovska Zuzana.** Personalized medicine: Stem cells in colorectal cancer treatment. Department of Molecular Oncology, Cancer Research Institute, Biomedical Research Center, University Science Park for Biomedicine, Slovak Academy of Sciences, Dubravska cesta 9, 845 05 Bratislava, Slovakia.

14. **Колкарева И.Н.** Цифровизация как инструмент преодоления коррупции в области здравоохранения / И.Н. Колкарева, Р.С. Дармограева // Сфера услуг: инновации и качество. – 2020. – № 51. – С. 47–56.

15. **Рвачева А.С.** Цифровизация в сфере здравоохранения / А.С. Рвачева, М.Б. Сарангов // Цифровизация региона: проблемы и перспективы : Материалы II национальной научно-практической конференции, Элиста, 05 мая 2020 года / Редколлегия: Г.Я. Казакова [и др.]. – Элиста: Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 2020. – С. 91–92.

16. **Качнов С.А.** Телемедицина в системе здравоохранения / С.А. Качнов, Н.В. Болдырихин // Техника и технологии: пути инновационного развития, 2019. – С. 164–166.

17. **Сазонова М.** Доктор онлайн: правовые аспекты телемедицины в России [Эл. ресурс] / М. Сазонова. URL: <https://www.garant.ru/article/1405237/> (дата обращения: 05.11.2022).

18. **Шадеркин И.** Может ли телемедицина быть экономически эффективной? [Эл. ресурс] / И. Шадеркин. URL: <https://www.sechenov.ru/pressroom/news/mozhet-li-telemeditsina-byt-ekonomicheskii-effektivnoy-/> (дата обращения: 05.11.2022).

19. **Скобникова В.К.** Цифровизация в Российской системе здравоохранения / В.К. Скобникова, Е.В. Шищенко // Вестник науки. – 2020. – Т. 5. – № 5 (26). – С. 278–285.

20. **Пешкова Г.Ю., Самарина А.Ю.** Разработка и применение концепции цифровой экономики в России в рамках стратегии экономического развития с учетом опыта развитых стран, 2018. № 1 (17). С. 17–20.

21. **Кудрина В.Г.** Оценка вовлеченности врачей в цифровизацию практического здравоохранения / В.Г. Кудрина, Т.В. Андреева, О.В. Гончарова // Актуальные вопросы общественного здоровья и здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2021. – С. 218–223.

22. **Никулина Н.М.** Роль семьи в формировании здорового образа жизни / Н.М. Никулина, Ю.Ю. Ануфриева, И.Г. Иванисенко // Вестник научных конференций. – 2018. – № 3-4 (31). – С. 114–116.

23. Stratification biomarkers in personalized medicine. Summary report. European Commission, DG Research – Brussels, 10–11 June 2010.

24. **Конради А.О.** Биомаркеры, их типы и основы применения в персонализированной медицине / А.О. Конради // Российский журнал персонализированной медицины. – 2022. – Т. 2. – № 3. – С. 6–16.

25. **Pereginya O.V.** Translation medicine, biomedicine and medical biotechnology: the transition to personalized medicine / O.V. Pereginya, T.M. Lutsenko // Biotechnologia Acta. – 2020. – Vol. 13. – No. 2. – Pp. 5–11.

26. Персонализированная медицина и лечение редких болезней – новая парадигма современной медицины / А.А. Соколов, М.Н. Гусева, А.А. Ацапкина [и др.] // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. – 2010. – Т. 9. – № 3. – С. 6–12.

27. **Isaac S. Chan and Geoffrey S. Ginsburg,** Personalized Medicine: Progress and Promise, The Annual Review of Genomics and Human Genetics is online at [genom.annualreviews.org](http://genom.annualreviews.org)

28. **Margaret A., Hamburg M.D., Francis S., Collins M.D.** The Path to Personalized Medicine, The New England Journal of Medicine Downloaded from [nejm.org](http://nejm.org) on December 1, 2022.

29. **Arshad M.S., Shahzad A., Abbas N., AlAsiri A., Hussain A., Kucuk I., et al.** Preparation and characterization of indomethacin loaded films by piezoelectric inkjet printing: a personalized medication approach. Pharm Dev Technol. 2020; 25 (2): 197–205.

30. **Boehm R.D., Daniels J., Stafslie S., Nasir A., Lefebvre J., Narayan R.J.** Polyglycolic acid micro-needles modified with inkjet-deposited antifungal coatings. Biointerphases. 2015; 10 (1): 011004.

31. **Mathur S., Sutton J.** Personalized medicine could transform healthcare (review). Biomed Reports. 2017; 7 (1): 3–5.



32. **Amara I., Touati W., Beaune P., de Waziers I.** Mesenchymal stem cells as cellular vehicles for prod-rug gene therapy against tumors. *Biochimie*, 105 (2014), pp. 4–11.

## REFERENCES

1. Ot personalizirovannoy k tochnoy meditsine / K. V. Raskina, Ye. Yu. Martynova, A. V. Perfileyev [i dr.] // *Ratsionalnaya farmakoterapiya v kardiologii*. – 2017. – T. 13. – № 1. – S. 69–79.
2. **M.Ye. Yevseyeva**, O podkhodakh k formirovaniyu uchebnykh programm po prediktivnoy, preventivnoy, personalizirovannoy i partisipativnoy meditsine (4P-meditsine) / M.Ye. Yevseyeva, O.V. Sergeyeva // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2018. – № 6. – S. 155.
3. Kontseptsiya personalizirovannoy meditsiny v predmetnoy oblasti "neyromeditsina" na tekhnologicheskoy platforme "Meditsina zdorovya" / A.I. Vyalkov, S.A. Martynchik, V.A. Polesskiy, G.V. Kovrov // *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. – 2014. – T. 58. – № 6. – S. 4–9.
4. **N.G. Kurakova**, Perekhod k modeli personalizirovannoy meditsiny: baryery i vozmozhnyye resheniya / N.G. Kurakova, I.M. Son, A.N. Petrov // *Menedzher zdravookhraneniya*. – 2017. – № 8. – S. 53–67.
5. **V.K. Skobnikova**, Tsifrovizatsiya v Rossiyskoy sisteme zdravookhraneniya / V. K. Skobnikova, Ye. V. Shishchenko // *Vestnik nauki*. – 2020. – T. 5. – № 5 (26). – S. 278–285.
6. Indikatory tsifrovoy ekonomiki: 2021 : statisticheskiy sbornik / G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevskiy, L.M. Gokhberg i dr.; Nats. issled. un-t I60 «Vysshaya shkola ekonomiki». – M.: NIU VShE, 2021. – 380 s.
7. **Ye.V. Shlyakhto**, Personalizirovannaya meditsina. Istoriya, sovremennoye sostoyaniye problemy i perspektivy vnedreniya / Ye.V. Shlyakhto, A.O. Konradi // *Rossiyskiy zhurnal personalizirovannoy meditsiny*. – 2021. – T. 1. – № 1. – S. 6–20.
8. Ofitsialnyy sayt Territorialnogo fonda OMS Sankt-Peterburga. URL: <https://spboms.ru/citizen/service/dispensary/rights> (data obrashcheniya: 05.10.2022)
9. **S.V. Suchkov, Kh. Abe, Ye.N. Antonova, P. Barakh, B.T. Velichkovskiy, M.M. Galagudza, D.A. Dvorzhik, D. Dimmok, V.M. Zemskov, I.Ye. Koltunov, R. Lyustig, S.I. Malyavskaya, O.S. Medvedev, Ye.Ye. Petryaykina, A.Sh. Revishvili, A.A. Svistunov, D. Smit, V.S. Sukhorukov, A.I. Tyukavin, A.D. Tsaregorodtsev, N. Shapira**, Personalizirovannaya meditsina kak obnovlyayemaya model natsionalnoy sistemy zdravookhraneniya. Chast 1. Strategicheskiye aspekty infrastruktury. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2017; 62 (3): 7–14.
10. **N.M. Sergeyeva**, Sravnitel'naya otsenka urovnya oplaty truda v sisteme zdravookhraneniya federalnykh okrugov RF / N.M. Sergeyeva // *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye*. – 2018. – T. 7. – № 4 (25). – S. 283–286.
11. **I.V. Ozhgikhin**, Instrumenty mnogokanalnogo finansirovaniya dlya razvitiya rynka innovatsionnoy meditsinskoj tekhniki / I.V. Ozhgikhin, I.A. Rudskaya // *Ustoychivoye razvitiye tsifrovoy ekonomiki, promyshlennosti i innovatsionnykh sistem : Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii s zarubezhnym uchastiyem, Sankt-Peterburg, 20–21 noyabrya 2020 goda / Pod redaktsiyey D.G. Rodionova, A.V. Babkina*. – Sankt-Peterburg: POLITEKhp-PRESS, 2020. – S. 390–392.
12. **I.A. Rudskaya**, Otsenka effektivnosti regionalnoy innovatsionnoy sistemy Rossii po stadiyam innovatsionnogo protsessa // *NBI-technologies*. 2017. № 3 (11).
13. **Athanasios Patsalias, Zuzana Kozovska**, Personalized medicine: Stem cells in colorectal cancer treatment. Department of Molecular Oncology, Cancer Research Institute, Biomedical Research Center, University Science Park for Biomedicine, Slovak Academy of Sciences, Dubravská cesta 9, 845 05 Bratislava, Slovakia.
14. **I.N. Kolkareva**, Tsifrovizatsiya kak instrument preodoleniya korruptsii v oblasti zdravookhraneniya / I.N. Kolkareva, R.S. Darmograyeva // *Sfera uslug: innovatsii i kachestvo*. – 2020. – № 51. – S. 47–56.
15. **A.S. Rvacheva**, Tsifrovizatsiya v sfere zdravookhraneniya / A.S. Rvacheva, M.B. Sarangov // *Tsifrovizatsiya regiona: problemy i perspektivy : Materialy II natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Elista, 05 maya 2020 goda / Redkollegiya: G.Ya. Kazakova [i dr.]*. – Elista: Kalmytskiy gosudarstvennyy universitet imeni B.B. Gorodovikova, 2020. – S. 91–92.
16. **S.A. Kachnov**, Telemeditsina v sisteme zdravookhraneniya / S.A. Kachnov, N.V. Boldyrikhin // *Tekhnika i tekhnologii: puti innovatsionnogo razvitiya*, 2019. – S. 164–166.

17. **M. Sazonova**, Doktor onlayn: pravovyye aspekty telemeditsiny v Rossii [El. resurs] / M. Sazonova. URL: <https://www.garant.ru/article/1405237/> (data obrashcheniya 05.11.2022).
18. **I. Shaderkin**, Mozhet li telemeditsina byt ekonomicheskii effektivnoy? [El. resurs] / I. Shaderkin. URL: <https://www.sechenov.ru/pressroom/news/mozhet-li-telemeditsina-byt-ekonomicheskii-effektivnoy-/> (data obrashcheniya: 05.11.2022).
19. **V.K. Skobnikova**, Tsifrovizatsiya v Rossiyskoy sisteme zdravookhraneniya / V.K. Skobnikova, Ye.V. Shishchenko // Vestnik nauki. – 2020. – T. 5. – № 5 (26). – S. 278–285.
20. **G.Yu. Peshkova, A.Yu. Samarina**, Razrabotka i primeneniye kontseptsii tsifrovoy ekonomiki v Rossii v ramkakh strategii ekonomicheskogo razvitiya s uchetoм opyta razvitykh stran, 2018. № 1 (17). S. 17–20.
21. **V.G. Kudrina**, Otsenka вовлеченности vrachey v tsifrovizatsiyu prakticheskogo zdravookhraneniya / V.G. Kudrina, T.V. Andreyeva, O.V. Goncharova // Aktualnyye voprosy obshchestvennogo zdorovya i zdravookhraneniya na urovne subyekta Rossiyskoy Federatsii: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2021. – S. 218–223.
22. **N.M. Nikulina**, Rol semi v formirovaniі zdorovogo obraza zhizni / N.M. Nikulina, Yu.Yu. Anufriyeva, I.G. Ivanisenko // Vestnik nauchnykh konferentsiy. – 2018. – № 3-4 (31). – S. 114–116.
23. Stratification biomarkers in personalized medicine. Summary report. European Commission, DG Research – Brussels, 10–11 June 2010.
24. **A.O. Konradi**, Biomarkery, ikh tipy i osnovy primeneniya v personalizirovannoy meditsine / A.O. Konradi // Rossiyskiy zhurnal personalizirovannoy meditsiny. – 2022. – T. 2. – № 3. – S. 6–16.
25. **O.V. Pereginya**, Translation medicine, biomedicine and medical biotechnology: the transition to personalized medicine / O.V. Pereginya, T.M. Lutsenko // Biotechnologia Acta. – 2020. – Vol. 13. – No. 2. – Pp. 5–11.
26. Personalizirovannaya meditsina i lecheniye redkikh bolezney – novaya paradigma sovremennoy meditsiny / A.A. Sokolov, M.N. Guseva, A.A. Atsapkina [i dr.] // Voprosy gematologii/onkologii i immunopatologii v pediatrii. – 2010. – T. 9. – № 3. – S. 6–12.
27. **Isaac S. Chan, Geoffrey S. Ginsburg**, Personalized Medicine: Progress and Promise, The Annual Review of Genomics and Human Genetics is online at [genom.annualreviews.org](http://genom.annualreviews.org)
28. **A. Margaret, M.D. Hamburg, S. Francis, M.D. Collins**, The Path to Personalized Medicine, The New England Journal of Medicine Downloaded from [nejm.org](http://nejm.org) on December 1, 2022.
29. **M.S. Arshad, A. Shahzad, N. Abbas, A. AlAsiri, A. Hussain, I. Kucuk, et al.**, Preparation and characterization of indomethacin loaded films by piezoelectric inkjet printing: a personalized medication approach. Pharm Dev Technol. 2020; 25 (2): 197–205.
30. **R.D. Boehm, J. Daniels, S. Stafslie, A. Nasir, J. Lefebvre, R.J. Narayan**, Polyglycolic acid microneedles modified with inkjet-deposited antifungal coatings. Biointerphases. 2015; 10 (1): 011004.
31. **S. Mathur, J. Sutton**, Personalized medicine could transform healthcare (review). Biomed Reports. 2017; 7 (1): 3–5.
32. **I. Amara, W. Touati, P. Beaune, I. de Waziers**, Mesenchymal stem cells as cellular vehicles for prod-rug gene therapy against tumors. Biochimie, 105 (2014), pp. 4–11.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

**СТАРЧЕНКОВА Олеся Дмитриевна**  
E-mail: [starchenkova.od@edu.spbstu.ru](mailto:starchenkova.od@edu.spbstu.ru)  
**Olesia D. STARCHENKOVA**  
E-mail: [starchenkova.od@edu.spbstu.ru](mailto:starchenkova.od@edu.spbstu.ru)

**ВЕЛИЧЕНКОВА Дарья Сергеевна**  
E-mail: [Velichenkova\\_ds@spbstu.ru](mailto:Velichenkova_ds@spbstu.ru)  
**Daria S. VELICHENKOVA**  
E-mail: [Velichenkova\\_ds@spbstu.ru](mailto:Velichenkova_ds@spbstu.ru)

*Поступила: 11.11.2022; Одобрена: 27.12.2022; Принята: 27.12.2022.*  
*Submitted: 11.11.2022; Approved: 27.12.2022; Accepted: 27.12.2022.*