

Научная статья

УДК 338.1

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17503>



РАЗВИТИЕ РЫНКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИНДУСТРИИ 5.0

Д.А. Данилов , А.Д. Данилов

Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация

 danilov2024@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования заключается в изучении особенностей развития рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и перехода к Индустрии 5.0, а также в анализе влияния цифровых технологий на экономические отношения в данном секторе. Актуальность работы обусловлена глобальными процессами цифровой трансформации и необходимостью адаптации медицинских рынков к новым технологическим вызовам, что приобретает особое значение в условиях импортозамещения и стремления к технологическому суверенитету. Методология исследования включает смешанный метод анализа, который сочетает количественные и качественные подходы. Используются данные статистики, аналитические отчеты и материалы, освещающие текущие тренды и динамику на глобальном и российском рынках. Особое внимание уделено анализу конкурентоспособности российского медтех-рынка и роли цифровых технологий в его развитии. Основные результаты включают: 1) характеристику особенностей мирового и российского медтех-рынков в условиях управления цифровой трансформацией и Индустрии 5.0; 2) выявление ключевых трендов, таких как активное внедрение искусственного интеллекта, телемедицины и интернета вещей (IoT), а также их влияние на структуру и динамику рынка; 3) разработку рекомендаций по управлению развитием медтех-рынка, включая концепции циркулярной трансформации и экосистемного подхода; 4) предложение использования концепции живых лабораторий (Living Labs) как эффективного инструмента ускорения внедрения инноваций. Научная новизна работы заключается в системном анализе конвергенции принципов Индустрии 5.0 и цифровизации в медтех-секторе, а также в предложении новых подходов к управлению рынком с учетом глобальных и локальных вызовов. Практическая ценность работы заключается в предложении рекомендаций для стратегического развития медтех-рынка в условиях цифровой экономики. Выводы подтверждают, что Индустрия 5.0 создает новые возможности для развития медтех-сектора, но также требует активных действий в управлении инновациями и кооперации между наукой и производством. Направления дальнейших исследований включают углубленный анализ роли живых лабораторий и экосистем в ускорении техноваций на медтех-рынке.

Ключевые слова: рынок, промышленная продукция медицинского назначения, медтех, цифровая трансформация, Индустрия 5.0

Для цитирования: Данилов Д.А., Данилов А.Д. (2024) Развитие рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0. П-Economy, 17 (5), 45–60. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17503>



DEVELOPMENT OF THE MARKET FOR INDUSTRIAL MEDICAL PRODUCTS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION AND INDUSTRY 5.0

D.A. Danilov  , A.D. Danilov

Voronezh State Technical University,
Voronezh, Russian Federation

 danilovd2024@yandex.ru

Abstract. *The purpose of the research* is to study the features of the development of the market of industrial medical products in the context of digitalization and transition to Industry 5.0, as well as to analyze the impact of digital technologies on economic relations in this sector. *The relevance* of the work is due to the global processes of digital transformation and the need to adapt medical markets to new technological challenges, which is particularly important in the context of import substitution and the desire for technological sovereignty. The research *methodology* includes a mixed method of analysis, which combines quantitative and qualitative approaches. The authors used statistical data, analytical reports and materials covering current trends and dynamics in the global and Russian markets. Special attention is paid to analyzing the competitiveness of the Russian medtech market and the role of digital technologies in its development. *The main results* include: 1) characterization of the features of the global and Russian medtech markets in the conditions of digital transformation management and Industry 5.0; 2) identification of key trends, such as the active introduction of artificial intelligence, telemedicine and IoT, as well as their impact on the structure and dynamics of the market; 3) development of recommendations for managing the development of the medtech market, including the concepts of circular transformation and ecosystem approach; 4) proposal to use the Living Labs concept as an effective tool to accelerate the implementation of innovations. *The scientific novelty* of the work lies in the system analysis of the convergence of Industry 5.0 principles and digitalization in the medtech sector, as well as in the proposal of new approaches to market management, taking into account global and local challenges. *The practical value* of the paper lies in proposing recommendations for the strategic development of the medtech market in the context of the digital economy. The conclusions confirm that Industry 5.0 creates new opportunities for the development of the medtech sector, but also requires active actions in innovation management and cooperation between science and industry. *Future research directions* include in-depth analysis of the role of living labs and ecosystems in accelerating technovation in the medtech market.

Keywords: market, industrial medical products, medtech, digital transformation, Industry 5.0

Citation: Danilov D.A., Danilov A.D. (2024) Development of the market for industrial medical products in the context of digitalization and Industry 5.0. *π-Economy*, 17 (5), 45–60. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17503>

Введение

Актуальность исследования

Агенда современного рыночного регулирования и развития промышленного сектора тесно связана с процессами цифровой трансформации экономических систем и внедрением технологий Индустрии 5.0. В фокусе этих процессов оказываются рынки высокотехнологичной продукции, которые активно развиваются благодаря использованию цифровых и сквозных технологий, таких как искусственный интеллект, интернет вещей (Internet of Things, IoT), блокчейн и аддитивное производство. Особое внимание уделяется развитию рынков передового производства, которые играют ключевую роль в поддержке технологического суверенитета и конкурентоспособности в условиях глобальных вызовов, таких как санкции и необходимость импортозамещения.

Рынок в условиях Индустрии 5.0 трансформируется в экосистему, где взаимодействуют не только компании и потребители, но и киберфизические системы, формирующие основу для гибридных моделей управления производственными и потребительскими процессами. Такой рынок характеризуется человекоцентричностью, персонифицированными решениями, активным внедрением инноваций и устойчивым развитием. Важную роль в его развитии играет пятерная спираль инноваций (пентаспираль), объединяющая взаимодействие бизнеса, государства, науки, общества и природной среды [1]. В результате рынок становится многослойной динамичной экосистемой, охватывающей как физические товары, так и цифровые услуги, и реагирует на вызовы цифровой трансформации.

Ключевые факторы, влияющие на развитие рынка в условиях Индустрии 5.0, включают такие параметры, как скорость внедрения цифровых решений, уровень автоматизации и роботизации, а также степень интеграции цепочек поставок через цифровые платформы. Важную роль играют внешние факторы – усиление экономических санкций, необходимость импортозамещения и достижение технологического суверенитета. Россия, как пример, стремится создать собственные технологические экосистемы, чтобы снизить зависимость от иностранных технологий и развить локальное производство медтехники.

Особую актуальность в этом контексте приобретает рынок промышленной продукции медицинского назначения, который адаптируется под принципы Индустрии 5.0, в первую очередь под человекоцентричность. Это означает, что приоритет отдается созданию технологий и продуктов, ориентированных на потребности и удобство пользователей. В условиях цифровизации этот рынок преобразуется в медтех-сектор, где ключевыми драйверами выступают интеллектуальные технологии, IoT и телемедицина, как это отмечено в работах R. Salama et al. [2], O. McDermott et al. [3], Т.Ю. Малухиной [4] и др.

Объектом настоящего исследования является российский медтех-рынок, его место и роль в глобальном рынке промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0.

Предметом исследования выступают экономические отношения на медтех-рынке, формирующиеся под воздействием управления цифровой трансформацией и принципов Индустрии 5.0.

Литературный обзор

В контексте изменений, происходящих под воздействием цифровизации и концепции Индустрии 5.0, анализ публикаций, касающихся развития рынка промышленной продукции медицинского назначения, позволяет выделить несколько ключевых направлений, которые обеспечивают глубокое понимание состояния рынка и его трансформации в современных условиях.

A. Trubetskaya et al. [5] исследуют внедрение принципов бережливого производства в медтех-индустрии, что является важным в условиях цифровой трансформации и стремления к повышению эффективности производственных процессов. Ю.А. Зуенкова [6] в своих исследованиях выявляет детерминанты рыночного спроса в сфере медицинской продукции и акцентирует внимание на необходимости учета региональных особенностей при планировании экспорта. А.А. Бродов и соавторы [7] исследуют российский рынок медицинской продукции, основанной на металлах. Их работа выделяет вопросы технологического суверенитета и ресурсной независимости как ключевые факторы в стратегическом развитии отечественных производителей. Г.И. Яковлев и А.В. Стрельцов [8] рассматривают особенности организации импортозамещающего производства высокотехнологичных изделий медицинского назначения. Они также подчеркивают необходимость развития собственного производства, опирающегося на современные технологии и стандарты. Работа Р.М. Струнина и В.А. Еронина [9] обращает внимание на актуальные проблемы развития медицинской промышленности в России, среди которых выделяются недостаточное развитие инновационной среды и нехватка квалифицированных кадров. Исследования С. Livi и Н. Jeannerat [10] подчеркивают важность стартапов в процессе

индустриализации и их роль в развитии новых территориальных циклов промышленности, что напрямую соотносится с развитием медтех-сектора. Д.С. Краснова и О.Д. Старченкова [11] анализируют российский рынок медицинской техники, подчеркивая его особенности и ключевые факторы развития. Д.Ю. Файков и Д.Ю. Байдаров [12] изучают маркетинговые аспекты диверсификации производства в атомной промышленности на примере ядерных технологий для медицины. Их выводы важны для понимания процессов диверсификации и создания новых рыночных ниш в медтех-индустрии. Н.Н. Трофимова [13] исследует аддитивное производство как важную инновационную технологию цифровой трансформации промышленных предприятий. Аддитивные технологии позволяют производить индивидуализированные медицинские изделия, что соответствует принципам Индустрии 5.0. А. Pundziene et al. [14] в своем исследовании анализируют динамические способности медтех-компаний в контексте цифровых платформ здравоохранения, акцентируя внимание на ценовых барьерах и необходимости адаптации к быстро меняющимся условиям рынка. О. McDermott et al. [15] исследуют влияние Индустрии 4.0 на жизненный цикл медицинских изделий с точки зрения регуляторных требований, что также имеет непосредственное отношение к проблемам, возникающим при переходе к Индустрии 5.0. Работа P. Hedley-Takhar et al. [16] демонстрирует, как цифровизация может влиять на медтех-сектор в контексте обслуживания конечных потребителей. В. Rainer [17] исследует финансирование исследований и инноваций в области медицинских технологий и биомедицинской инженерии. S. Dash [18] рассматривает влияние интернета вещей на сектор здравоохранения, что важно для понимания трансформации медицинских рынков в условиях цифровизации. А. Boni [19] исследует практики инноваций в биофармацевтике, медтех-секторе и цифровой медицине, подчеркивая необходимость разработки новых бизнес-моделей для интеграции технологий в здравоохранение. В другой своей работе А. Boni совместно с S. Foley [20] акцентируют внимание на вызовах трансформационных инноваций в цифровом здравоохранении и подчеркивают важность проектирования услуг для комплексного управления многоуровневыми экосистемами здравоохранения. М. von Kutzschenbach et al. [21] исследуют использование системного подхода к анализу цифрового бизнеса для медтех-компаний, что подчеркивает важность стратегической интеграции цифровых технологий в бизнес-процессы.

В итоге выявляется важная научная проблема: хотя существует множество исследований, посвященных цифровой трансформации медтех-рынка, их интеграция в дискуссионное поле в рамках Индустрии 5.0 остается недостаточно изученной. Комплементация этих двух направлений требует дальнейшего исследования, что подтверждается отсутствием систематических исследований на эту тему.

Цель исследования

Цель настоящего исследования заключается в изучении и выявлении особенностей развития рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0, а также в анализе влияния цифровой трансформации и человекоцентричных принципов Индустрии 5.0 на экономические отношения в данном секторе. Исследование направлено на определение ключевых факторов, влияющих на конкурентоспособность медтех-рынка в России и его интеграцию в глобальный рынок высокотехнологичной продукции в условиях ускоряющейся цифровизации и глобальных вызовов, таких как импортозамещение и технологический суверенитет.

Материалы и методы

Исследование основано на применении смешанной методологии, сочетающей количественные и качественные методы. Количественный анализ проведен на основе статистических данных о производстве, импорте и экспорте медицинской продукции, полученных из международных и национальных статистических баз. Источниками информации послужили данные Росстата,



Евростата, а также аналитические отчеты, предоставленные ведущими консалтинговыми и исследовательскими организациями, специализирующимися на мониторинге глобальных рынков. В рамках качественного анализа были использованы экспертные оценки и аналитические материалы, отражающие текущие тенденции и перспективы развития рынка медицинской техники. Важным аспектом стало исследование конкурентных позиций российских производителей в условиях глобальной цифровизации и активного внедрения технологий Индустрии 5.0. Для обработки и интерпретации данных использовались методы статистической обработки, регрессионного и контент-анализа, что позволило выявить ключевые зависимости и закономерности в развитии отрасли.

Задачи исследования включают:

- анализ особенностей рынка товаров медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0;
- характеристику мирового медтех-рынка с акцентом на цифровые технологии и инновационные подходы;
- исследование уровня конкурентоспособности российского рынка промышленной продукции медицинского назначения в контексте цифровой трансформации;
- анализ ключевых трендов и сценариев развития медтех-рынка под влиянием Индустрии 5.0;
- разработку рекомендаций по управлению развитием медтех-рынка с учетом новых вызовов цифровизации и инновационных технологий.

Результаты и обсуждение

Особенности рынка товаров медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0

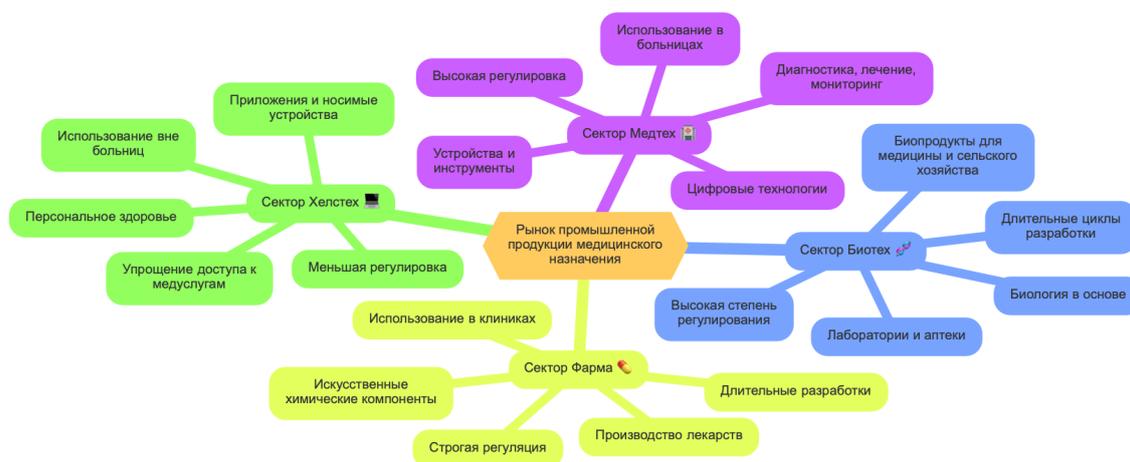
Рынок промышленной продукции медицинского назначения – это совокупность экономических отношений, возникающих в процессе производства, распределения, продажи и использования товаров, предназначенных для диагностики, лечения, мониторинга и ухода за здоровьем. Этот рынок включает широкий спектр продукции от медицинских инструментов и оборудования до фармацевтических препаратов и биотехнологических решений.

Главной особенностью рынка товаров медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0 является акцент на технологиях, которые формируют новые рыночные секторы: Медтех (медицинские инструменты и оборудование), Биотех (биологические продукты и разработки для медицины и сельского хозяйства), Хелстех (технологии, связанные с персонализированным мониторингом и улучшением здоровья) и Фарма (лекарственные средства и фармацевтические субстанции) (рис. 1).

В табл. 1 приведено сравнение четырех секторов рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0. Эти сектора характеризуются высокими темпами внедрения цифровых решений и инноваций, что создает условия для персонализированного подхода, повышения эффективности производства и разработки новых продуктов в условиях Индустрии 5.0.

Медтех-рынок охватывает устройства и продукты, используемые для профилактики, диагностики и лечения заболеваний. Наряду с фармацевтическими препаратами они составляют наиболее важную категорию медицинских товаров. Наиболее известными медтех-изделиями являются, в частности, кардиостимуляторы, приборы для визуализации, аппараты для диализа и имплантаты.

Медтех-рынок состоит из двух рынков: экстракорпоральной диагностики (In Vitro Diagnostics, IVD) и медицинских изделий. Рынок IVD охватывает продукты, используемые для медицинских лабораторных исследований образцов, полученных из человеческого тела. Рынок медицинских приборов охватывает широкий спектр продукции, которая далее подразделяется на медицинские



Источник: составлено авторами.

Рис. 1. Сектора рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0

Fig. 1. Sectors of the market for industrial medical products in the context of digital transformation management and transition to Industry 5.0

специальности или типы применения: кардиологические приборы, приборы для получения диагностических изображений, ортопедические приборы, офтальмологические приборы и приборы для общей и пластической хирургии. Рынок прочих медицинских приборов предоставляет информацию о дополнительных областях, не охваченных основными рынками.

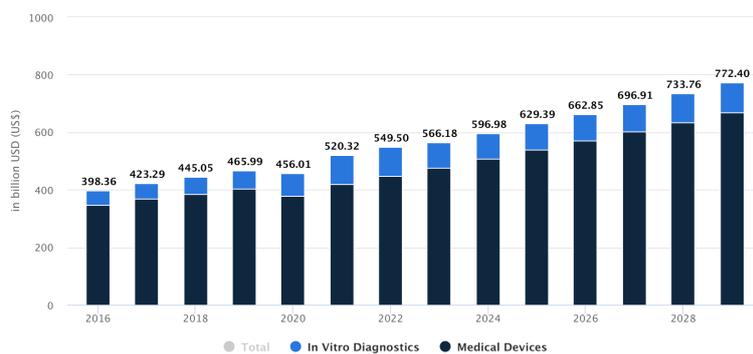
Таблица 1. Сравнительные особенности секторов рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0
Table 1. Comparative features of the industrial medical products market sectors in the context of digital transformation management and transition to Industry 5.0

Сектора	Сравнительные особенности
Медтех и Биотех	В то время как биотехнологии специализируются на биологических продуктах, предназначенных для использования в медицине или сельском хозяйстве, медтех-компании производят продукты и устройства, которые используются специалистами и врачами для непосредственного лечения, диагностики и других видов помощи пациентам
Медтех и Хелстех	В то время как медтех-компании работают с больницами, частными практиками и другими учреждениями, хелстехнологии предназначены для личного использования. Медтех-продукция также обычно регулируется, в то время как хелстех-продукция обычно не регулируется
Медтех и Фарма	Фармацевтические компании производят лекарства различных типов, в то время как медтех-компании производят продукты и устройства

Источник: составлено авторами.

Характеристика мирового рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях цифровизации и Индустрии 5.0

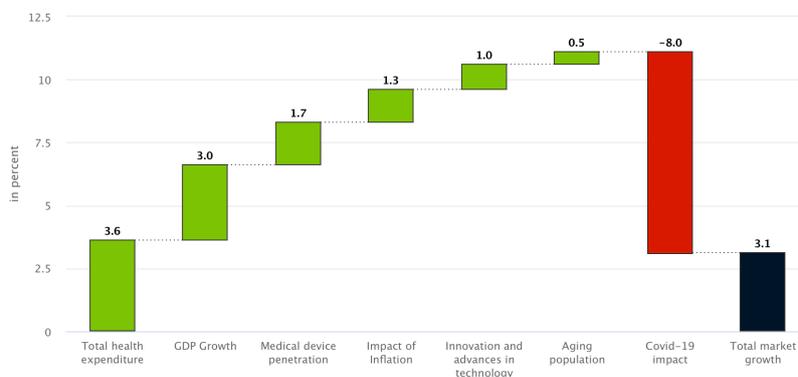
По оценкам экспертов, глобальный медтех-рынок ожидает значительный рост доходов в ближайшие годы. К 2024 году его объем, по прогнозам, достигнет 597 млрд долларов США, при этом медицинские изделия займут доминирующую роль, обеспечивая около 508 млрд долларов. Ожидается, что сектор будет расти устойчивыми темпами с прогнозируемым совокупным среднегодовым



Источник: Statista¹.

Рис. 2. Прогноз роста мирового медтех-рынка (2016–2028 годы)

Fig. 2. Global medtech market growth forecast (2016–2028)



Источник: Statista².

Рис. 3. Факторы, способствующие изменению выручки на глобальном медтех-рынке в 2023 году

Fig. 3. Factors contributing to revenue change in the global medtech market in 2023

темпом роста (Compound Annual Growth Rate, CAGR) 5,29% в период с 2024 по 2029 год, что позволит рынку достичь объема в 772,40 млрд долларов к концу этого периода (рис. 2).

Рис. 3 демонстрирует ключевые драйверы роста выручки на мировом медтех-рынке за 2023 год, где совокупный прирост выручки составляет 3,1%.

Существенное влияние оказывают рост ВВП (3%) и увеличение расходов на здравоохранение (3,6%), а также угрозы безопасности программного обеспечению медицинских устройств (1,7%). Однако наиболее значительным негативным фактором остается воздействие пандемии COVID-19, которая снижает темпы роста на 8%. Несмотря на это, инновации и технологические достижения (1%), а также старение населения (0,5%) продолжают стимулировать рынок, частично компенсируя инфляционное давление (1,3%) и вызовы, связанные с пандемией.

Мировой медтех-рынок характеризуется значительной фрагментированностью. Ведущие компании, такие как Abbott Laboratories, Johnson & Johnson, Becton Dickinson, Medtronic, Siemens Healthineers, Boston Scientific, Danaher и Philips Healthcare, контролируют сравнительно небольшие сегменты рынка, каждый из которых оценивается в диапазоне от 5 до 10%. Это говорит о том,

¹ Medical Technology – Worldwide (2024) Statista. [online] Available at: <https://www.statista.com/outlook/hmo/medical-technology/worldwide> [Accessed 15.09.2024]

² Ibid.

что даже крупные игроки в медтех-индустрии сталкиваются с серьезной конкуренцией со стороны многочисленных участников.

По состоянию на 2022 год, наибольший мировой доход был у компании Abbott Laboratories – более 31,2 млрд долларов США. Основными направлениями выпускаемых чикагской компанией устройств являются диагностика, сердечно-сосудистая хирургия и лечение диабета. Две другие медтех-компании, замыкающие тройку крупнейших, – Medtronic и Johnson & Johnson – тоже базируются в США. Однако тенденции развития отрасли показывают, что в ближайшие годы Азия, и в частности Китай, будет играть более заметную роль.

С географической точки зрения США занимают лидирующие позиции по объемам выручки, и к 2024 году, согласно прогнозам, объем их рынка достигнет 211,1 млрд долларов. Это подчеркивает значительное влияние США на глобальный медтех-рынок, чему способствуют существенные инвестиции в исследования и разработки, стимулирующие инновации в секторе медицинских изделий. Другие ключевые рынки, такие как Германия, Китай, Япония и Франция, также вносят значительный вклад в общий рост отрасли. Эти тенденции показывают важную роль развитых экономик в формировании будущего медтех-рынка через постоянные технологические новшества и увеличение инвестиций в цифровую инфраструктуру.

Российский рынок медицинских изделий и уровень его конкурентоспособности

Российский рынок медицинских изделий в 2024 году ожидается с объемом выручки около 5,12 млрд долларов США, где доминирующий сегмент – медицинские устройства, которые составят 3,79 млрд долларов. Прогнозируется, что рынок будет расти с совокупным среднегодовым темпом роста на уровне 3,77% в период с 2024 по 2029 год, что приведет к увеличению объема до 6,16 млрд долларов к 2029 году.

Российский медтех-рынок демонстрирует стабильный рост в последние годы благодаря изменяющимся предпочтениям потребителей, рыночным тенденциям, специфическим местным условиям и макроэкономическим факторам. Потребители все больше ориентируются на современные и инновационные медицинские изделия, которые обеспечивают высокую точность, эффективность и комфорт для пациентов. Это стимулирует производителей к разработке передовых технологий для удовлетворения растущих требований здравоохранения. Одной из ключевых тенденций является активное развитие цифровых решений и телемедицины, что связано с необходимостью улучшения доступа к медицинским услугам и повышения их эффективности. Пандемия COVID-19 ускорила принятие этих технологий, особенно в отдаленных регионах.

Локальные факторы, такие как старение населения и рост числа хронических заболеваний, способствуют спросу на медицинские устройства для диагностики и лечения возрастных заболеваний и хронических состояний, таких как сердечно-сосудистые заболевания и диабет. Макроэкономические условия, в частности государственные инициативы и инвестиции, также играют важную роль в развитии рынка. Российское правительство активно модернизирует сектор здравоохранения, финансируя закупки медицинского оборудования и поддерживая развитие отечественных медтех-компаний.

Объемы промышленного производства отражают значительное увеличение выпуска продукции, применяемой в медицинских целях (табл. 2).

В частности, наблюдается значительный рост производства лекарственных средств, что может быть связано с усилением роли внутреннего рынка в обеспечении фармацевтической безопасности и стремлением к импортозамещению. Несмотря на сокращение объемов выпуска фармацевтических субстанций, общее развитие сектора фармацевтической индустрии продолжает обеспечивать стабильную основу для инновационного потенциала в области производства медицинских препаратов. Сегмент производства медицинских инструментов и оборудования также демонстрирует выраженную тенденцию к расширению, что обусловлено увеличением спроса на высокоточные медицинские технологии и совершенствованием технологической базы производства.

Таблица 2. Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по отдельным видам экономической деятельности Российской Федерации, млн рублей
Table 2. Volume of shipped goods of own production, works and services performed by own forces by certain types of economic activities of the Russian Federation, million rubles

Наименование вида деятельности	Код ОКВЭД2	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях:	21	500 372	557 798	638 767	929 243	1 355 388	1 103 930	1 207 266
Производство фармацевтических субстанций	21.1	31 306	23 734	32 076	55 985	67 295	64 628	43 181
Производство лекарственных препаратов и материалов, применяемых в медицинских целях	21.2	469 065	534 063	606 691	873 258	1 288 093	1 039 302	1 164 084
Производство медицинских инструментов и оборудования	32.5	40 408	38 019	48 560	114 477	83 529	99 310	99 555

Источник: составлено авторами по данным Росстата³.

Несмотря на это, по сравнению с мировыми лидерами, такими как США, Германия, Китай, Япония и Франция, конкурентоспособность российского медтех-рынка остается относительно низкой (табл. 3).

Таблица 3. Российский медтех-рынок в сравнении с рынками других стран
Table 3. Russian medtech market in comparison with markets in other countries

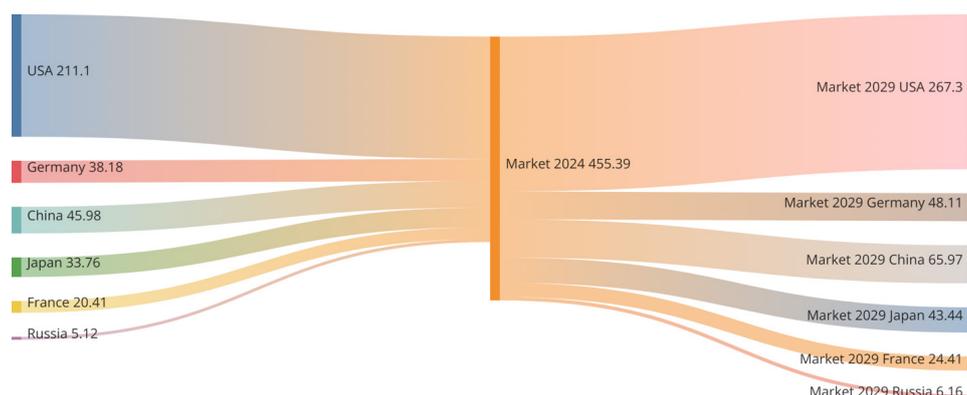
Страна	Прогнозируемая выручка медтех-рынка в 2024 году, млрд долларов США	Объем рынка медицинских изделий, млрд долларов США	Годовой темп роста в 2024–2029 годы, %	Объем рынка к 2029 году, млрд долларов США
США	211,1	181	4,83	267,3
Германия	38,18	34,33	4,73	48,11
Китай	45,98	37,61	7,49	65,97
Япония	33,76	28,97	5,17	43,44
Франция	20,41	17,8	3,64	24,41
Россия	5,12	3,79	3,66	6,16

Источник: составлено авторам по данным Statista на август 2024 года.

На рис. 4 представлена диаграмма Санки, иллюстрирующая рост мирового медтех-рынка с 2024 по 2029 год.

В 2024 году на медтех-рынке доминирующую долю занимает США (211,1 млрд долларов). К 2029 году ожидается увеличение объема рынка США до 267,3 млрд долларов, что подтверждает их лидирующую позицию в мировом сегменте. Значительный рост также прогнозируется для Китая, который увеличит свой объем с 45,98 млрд до 65,97 млрд долларов, и для Германии – с 38,18 млрд

³ Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по отдельным видам экономической деятельности Российской Федерации (2024) Росстат. [online] Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/otgruz_mes_07-2024.xlsx [Accessed 15.09.2024]. (in Russian)



Источник: составлено авторами по данным Statista на август 2024 года.

Рис. 4. Диаграмма Санки, иллюстрирующая рост мирового медтех-рынка с 2024 по 2029 год

Fig. 4. Sankey diagram illustrating the growth of the global medtech market from 2024 to 2029

до 48,11 млрд долларов. Российский рынок, хотя и занимает небольшую долю, также вырастет с 5,12 млрд до 6,16 млрд долларов. Спрос на медтех-инновации в России продолжает расти, что связано с необходимостью решения проблем здравоохранения для большой по численности населения страны. В совокупности эти факторы указывают на формирование устойчивого тренда, направленного на укрепление позиции России как одного из ключевых игроков на мировом рынке медицинской и фармацевтической продукции.

Ключевые тренды и сценарии развития медтех-рынка под влиянием Индустрии 5.0

Покупатели на медтех-рынке во всем мире все чаще ищут инновационные и передовые приборы и технологии. Они ищут продукты, которые обеспечивают повышенную точность, эффективность и комфорт для пациентов. Кроме того, растет спрос на носимые медицинские устройства, которые могут отслеживать состояние здоровья в режиме реального времени и предоставлять пользователям персонализированные данные. Клиенты также отдают предпочтение экономически эффективным продуктам, которые обеспечивают соотношение цены и качества.

Одной из ключевых тенденций на мировом медтех-рынке является растущее внедрение технологий телемедицины и удаленного мониторинга состояния пациентов. Эта тенденция была ускорена пандемией COVID-19, поскольку поставщики медицинских услуг и пациенты ищут альтернативные способы оказания и получения медицинской помощи. Телемедицина позволяет проводить виртуальные консультации, удаленную диагностику и наблюдение за пациентами, сокращая необходимость в личных визитах и улучшая доступ к медицинским услугам, особенно в сельских районах и районах с недостаточным уровнем обслуживания. Еще одна тенденция на рынке – развитие искусственного интеллекта и машинного обучения в медицинских технологиях. Алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения используются для анализа больших объемов медицинских данных, повышения точности диагностики и разработки персонализированных планов лечения. Эти технологии способны произвести революцию в здравоохранении, позволяя выявлять заболевания на ранних стадиях, прогнозировать исходы и оптимизировать стратегии лечения. Все большее внимание к лечению, ориентированному на пациента, также стимулирует внедрение медтех-технологий во всем мире. Поставщики медицинских услуг уделяют первостепенное внимание удовлетворенности пациентов и их результатам, что приводит к разработке технологий, повышающих качество обслуживания и вовлеченность пациентов. Это включает в себя использование мобильных приложений для записи на прием к врачу, напоминания о приеме лекарств и мониторинга состояния здоровья, а также интеграцию электронных медицинских карт для улучшения координации и непрерывности лечения.

В разных странах и регионах существуют уникальные факторы, влияющие на развитие медтех-рынка. Например, в развитых странах со стареющим населением наблюдается повышенный спрос на медицинские приборы и технологии, отвечающие потребностям пожилых пациентов. В странах с развивающейся экономикой растет средний класс с увеличивающимся располагаемым доходом, что стимулирует спрос на недорогие и доступные решения в области здравоохранения. Нормативно-правовая база и политика возмещения расходов также играют важную роль в формировании медтех-рынка. Страны с благоприятными нормами и системами возмещения расходов на медицинские приборы и технологии, как правило, привлекают больше инвестиций и инноваций в этот сектор. С другой стороны, жесткие правила и ограничения по возмещению расходов могут препятствовать росту рынка и внедрению новых технологий.

На рост мирового медтех-рынка также влияют макроэкономические факторы, такие как увеличение ВВП, расходы на здравоохранение и правительственные инициативы. Страны с развитой экономикой и высокими расходами на здравоохранение, как правило, имеют более развитый и передовой медтех-рынок. Правительственные инициативы по продвижению цифрового здравоохранения, улучшению инфраструктуры здравоохранения и расширению доступа к медицинским услугам также способствуют его увеличению. В заключение следует отметить, что медтех-рынок переживает значительный рост и развитие во всем мире. Тенденции его развития определяются предпочтениями клиентов в отношении инновационных и передовых медицинских устройств, внедрением телемедицины и искусственного интеллекта, а также ориентацией на обслуживание пациентов. Местные особенности и макроэкономические факторы определяют динамику рынка в разных странах и регионах.

Рекомендации по управлению развитием медтех-рынка с учетом новых вызовов цифровизации и инновационных технологий

Для эффективного управления развитием медтех-рынка в условиях цифровизации и внедрения человекоцентричных технологий Индустрии 5.0 необходимо учитывать несколько ключевых аспектов. Прежде всего, Индустрия 5.0 требует активного внедрения концепции циркулярной трансформации [22], которая подразумевает создание замкнутых циклов использования ресурсов, снижение затрат и повышение экологической устойчивости производства промышленной продукции медицинского назначения. Циркулярная трансформация позволит не только оптимизировать процессы, но и снизить зависимость от импортных материалов и компонентов, что особенно важно в условиях текущих глобальных вызовов.

Модель экосистемы также является одним из ключевых инструментов управления развитием рынка промышленной продукции медицинского назначения [23, 24]. Экосистемный подход предполагает тесную кооперацию между производителями, исследовательскими центрами, государственными структурами и потребителями. Данная модель включает в себя не только традиционные процессы разработки и производства, но и поддержку через цифровые платформы для удаленного мониторинга, диагностики и обслуживания медицинских изделий.

Одним из ключевых направлений рекомендаций по развитию медтех-рынка в условиях цифровизации и инновационных технологий может стать создание и активное использование концепции живых лабораторий (Living Labs, LLs). Практическое применение концепции живых лабораторий в секторе промышленной продукции медицинского назначения демонстрирует их потенциал в ускорении инновационных процессов и сокращении времени выхода новых технологий на рынок [25]. В контексте медтех-индустрии такие лаборатории создают уникальные условия для тестирования и адаптации новых решений в реальных клинических и производственных средах.

Примером может служить опыт европейских стран, где живые лаборатории активно используются для разработки и внедрения технологий, связанных с искусственным интеллектом в диагностике, мониторинге здоровья пациентов и управлении медицинскими данными. В рамках

этих лабораторий специалисты из различных областей совместно разрабатывают и тестируют прототипы медтех-устройств, таких как носимые сенсоры, телемедицинские системы и роботизированные устройства для хирургии.

Российские предприятия могут извлечь пользу из этого подхода, адаптируя его к специфике национального рынка и задачам технологического суверенитета. Создание живых лабораторий на базе медицинских кластеров или научных центров позволит российским производителям медицинской техники ускорить внедрение передовых цифровых решений. Важно отметить, что их использование способствует не только тестированию новых технологий, но и выстраиванию эффективной обратной связи с конечными пользователями, что критически важно для успешной коммерциализации инноваций. В условиях цифровой трансформации и перехода к Индустрии 5.0 живые лаборатории играют роль катализатора изменений, формируя новые конкурентные преимущества для участников рынка, снижая барьеры для внедрения инноваций и обеспечивая устойчивое развитие медтех-сектора.

Заключение

1. Выявлены особенности рынка промышленной продукции медицинского назначения в условиях управления цифровой трансформацией и перехода к Индустрии 5.0.

2. Проанализированы ключевые тренды мирового медтех-рынка, такие как рост использования искусственного интеллекта, телемедицины и цифровых платформ.

3. Оценена конкурентоспособность российского медтех-рынка в сравнении с мировыми лидерами и определены факторы, ограничивающие его развитие.

4. Разработаны рекомендации по управлению развитием медтех-рынка с учетом новых вызовов цифровизации и внедрения технологий Индустрии 5.0, включая концепции циркулярной трансформации, экосистемного подхода.

5. Предложена концепция использования живых лабораторий как эффективного инструмента для стимулирования инноваций и ускорения процесса трансфера технологий из научных разработок в промышленное производство.

Российский медтех-рынок находится в фазе активного развития, во многом стимулированно процессами импортозамещения и стремлением к технологическому суверенитету. Однако при сравнении с мировыми лидерами – США, Китаем и странами ЕС – российский рынок сталкивается с рядом барьеров, среди которых значимыми остаются нехватка высококачественных технологий и недостаточное проникновение цифровых решений на уровне предприятий. Внедрение инновационных технологий, таких как искусственный интеллект и интернет вещей, необходимо для повышения конкурентоспособности отечественных производителей и их адаптации к быстро меняющимся условиям [26, 27].

Рекомендации, разработанные в ходе исследования, акцентируют важность управления цифровыми трансформациями через экосистемные модели, где сотрудничество между наукой, производством и государством становится ключевым элементом успеха. Особое внимание уделено концепции живых лабораторий, которые позволяют ускорить внедрение инноваций за счет тестирования и оптимизации технологий в реальных условиях. Это создает основу для быстрой трансформации научных разработок в рыночные продукты, тем самым сокращая путь от идеи до реализации и увеличивая скорость технологического прогресса в медтех-секторе.

Направления дальнейших исследований

Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на более глубоком анализе интеграции цифровых технологий в экосистемы медтех-рынка, в том числе на влиянии искусственного интеллекта, больших данных и блокчейн-технологий на процессы производства и управления. Особое внимание необходимо уделить изучению перспектив развития живых лабораторий в контексте



медтех-индустрии и их роли в ускорении трансфера технологий от научных разработок к коммерциализации. Не менее важным направлением является исследование влияния циркулярной трансформации на устойчивое развитие медтех-сектора, включая анализ экологических и экономических преимуществ от внедрения замкнутых циклов производства и использования ресурсов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Shkarupeta E., Babkin A. (2024) Eco-innovative development of industrial ecosystems based on the quintuple helix. *International Journal of Innovation Studies*, 8 (3), 273–286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2024.04.002>
2. Salama R., Al-Turjman F., Chaudhary P., Yadav S.P. (2023) Benefits of Internet of Things (IoT) Applications in Health care: An Overview. 2023 *International Conference on Computational Intelligence, Communication Technology and Networking (CICTN)*, 778–784. DOI: <https://doi.org/10.1109/CICTN57981.2023.10141452>
3. McDermott O., Antony J., Sony M., Healy T. (2022) Critical failure factors for continuous improvement methodologies in the Irish MedTech industry. *The TQM Journal*, 34 (7), 18–38. DOI: <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2021-0289>
4. Малухина Т.Ю. (2019) Особенности и тенденции развития рынка товаров общемедицинского назначения. *Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы V Международной научно-практической конференции* 1, 310–314.
5. Trubetskaya A., Manto D., McDermott O. (2022) A Review of Lean Adoption in the Irish MedTech Industry. *Processes*, 10 (2), art. no. 391. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr10020391>
6. Зуенкова Ю.А. (2024) Детерминанты рыночного спроса региона при планировании экспорта товаров медицинского назначения. *Практический маркетинг*, 8 (326), 4–7. DOI: <https://doi.org/10.24412/2071-3762-2024-8326-4-7>
7. Бродов А.А., Грибков А.А., Углов В.А., Мухатдинов Н.Х. (2020) Тенденции российского рынка и производства медицинской продукции на основе металлов. *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*, 63 (11–12), 867–872. DOI: <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2020-11-12-867-872>
8. Яковлев Г.И., Стрельцов А.В. (2023) Особенности организации импортозамещающего производства высокотехнологичных изделий медицинского назначения. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 5–1, 162–169. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.2822>
9. Струнин Р.М., Еронин В.А. (2021) Актуальные проблемы развития медицинской промышленности в России. *Научные исследования и разработки: новое и актуальное*, 1, 670–673.
10. Livi C., Jeannerat H. (2014) Born to be Sold: Start-ups as Products and New Territorial Life Cycles of Industrialization. *European Planning Studies*, 23 (10), 1953–1974. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2014.960180>
11. Краснова Д.С., Старченкова О.Д. (2023) Анализ рынка медицинской техники Российской Федерации: особенности и факторы его развития. *Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли*, 1, 147–156.
12. Файков Д.Ю., Байдаров Д.Ю. (2020) Маркетинговые аспекты диверсификации производства в атомной промышленности (на примере ядерных технологий для медицины). *Организатор производства*, 28 (3), 84–96. DOI: <https://doi.org/10.25987/VSTU.2020.11.33.009>
13. Трофимова Н.Н. (2022) Аддитивное производство как инновационная технология цифровой трансформации промышленных предприятий. *Приоритеты новой экономики: энергопереход 4.0 и цифровая трансформация*, 541–544.
14. Pundziene A., Gutmann T., Schlichtner M., Teece D.J. (2022) Value Impedance and Dynamic Capabilities: The Case of MedTech Incumbent-Born Digital Healthcare Platforms. *California Management Review*, 64 (4), 108–134. DOI: <https://doi.org/10.1177/00081256221099326>
15. McDermott O., Foley I., Antony J., Sony M., Butler M. (2022) The Impact of Industry 4.0 on the Medical Device Regulatory Product Life Cycle Compliance. *Sustainability*, 14 (21), art. no. 14650. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142114650>
16. Hedley-Takhar P., Jimenez-Aranda A., Lanfranchi V., Pownall S., Sproson L., Tindale W.B. (2020) A User-Centred Approach to Digitalising Care Homes. In: *Design of Assistive Technology for Ageing*

Populations (eds. A. Woodcock, L. Moody, D. McDonagh, A. Jain, L. Jain), Switzerland: Springer, 17–29. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26292-1_2

17. Rainer B.W. (2024) Funding of research & innovation in the field of medical technologies and biomedical engineering over the different European framework programmes. *Biomedical Engineering Letters*, 14, 153–162. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13534-023-00320-9>

18. Dash S.P. (2020) The Impact of IoT in Healthcare: Global Technological Change & The Roadmap to a Networked Architecture in India. *Journal of the Indian Institute of Science*, 100, 773–785. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41745-020-00208-y>

19. Boni A.A. (2018) Innovation Practices in Biopharma, MedTech, and Digital Medicine. *Journal of Commercial Biotechnology*, 24 (1). DOI: <https://doi.org/10.5912/jcb851>

20. Boni A.A., Foley S.M. (2020) Challenges for Transformative Innovation in Emerging Digital Health Organizations: Advocating Service Design to Address the Multifaceted Healthcare Ecosystem. *Journal of Commercial Biotechnology*, 25 (4). DOI: <https://doi.org/10.5912/jcb957>

21. Kutzschenbach M. von, Schmid A., Schoenenberger L. (2018) Using Feedback Systems Thinking to Explore Theories of Digital Business for Medtech Companies. In.: *Business Information Systems and Technology 4.0* (ed. R. Dornberger). Switzerland: Springer, 271–288. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-74322-6_11

22. Ishaq S., Hoang T.G., Tanveer U., Hoang T.-H., Truong H.Q. (2024) Transformative capabilities of MedTech organizations in driving circularity in the healthcare industry: Insights from multiple cases. *Journal of Cleaner Production*, 446, art. no. 141370. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141370>

23. McKernan D., McDermott O. (2024) You are a cluster: Now what? The future of a Medtech cluster. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10 (1), art. no. 100168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100168>

24. McKernan D., McDermott O. (2024) Industrial clusters, creating a strategy for continued success. *Heliyon*, 10 (7), art. no. e29220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29220>

25. Abi Saad E., Agoué M. (2024) Living Labs in science-industry collaborations: Roles, design, and application patterns. *Technovation*, 135, art. no. 103066. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103066>

26. Кирильчук С.П., Ташенова Л.В., Наливайченко Е.В. (2024) Экзистенциальный фокус в развитии организаций при переходе к Индустрии 5.0. *π-Economy*, 17 (4), 7–24. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17401>

27. Тихонов Д.В., Калинина О.В., Гетманова Г.В., Туровская М.С. (2024) Особенности бизнес-моделирования в инновационных отраслях. *π-Economy*, 17 (4), 109–123. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17407>

REFERENCES

1. Shkarupeta E., Babkin A. (2024) Eco-innovative development of industrial ecosystems based on the quintuple helix. *International Journal of Innovation Studies*, 8 (3), 273–286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2024.04.002>

2. Salama R., Al-Turjman F., Chaudhary P., Yadav S.P. (2023) Benefits of Internet of Things (IoT) Applications in Health care: An Overview. *2023 International Conference on Computational Intelligence, Communication Technology and Networking (CICTN)*, 778–784. DOI: <https://doi.org/10.1109/CICTN57981.2023.10141452>

3. McDermott O., Antony J., Sony M., Healy T. (2022) Critical failure factors for continuous improvement methodologies in the Irish MedTech industry. *The TQM Journal*, 34 (7), 18–38. DOI: <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2021-0289>

4. Malukhina T. (2019) Features and development trends of the market of medical goods. *Strategii razvitiia sotsial'nykh obshchnostei, institutov i territorii [Strategies for the development of social communities, institutions and territories]*, 1, 310–314.

5. Trubetskaya A., Manto D., McDermott O. (2022) A Review of Lean Adoption in the Irish MedTech Industry. *Processes*, 10 (2), art. no. 391. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr10020391>

6. Zuyenkova Yu.A. (2024) Determinants of Regional Market Demand in Planning Exports of Medical Products. *Practical Marketing*, 8 (326), 4–7. DOI: <https://doi.org/10.24412/2071-3762-2024-8326-4-7>

7. Brodov A.A., Gribkov A.A., Uglov V.A., Mukhatdinov N.Kh. (2020) Trends of manufacture and the Russian market of metallic medical products. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*, 63 (11–12), 867–872. DOI: <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2020-11-12-867-872>
8. Yakovlev G.I., Streltsov A.V. (2023) Features of the organization of import-substituting production of high-tech medical products. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]*, 5–1, 162–169. DOI: <https://doi.org/10.17513/vael.2822>
9. Strunin R.M., Eronin V.A. (2021) Current problems of the development of the medical industry in Russia. *Nauchnye issledovaniia i razrabotki: novoe i aktual'noe [Research and Development: New and Current]*, 1, 670–673.
10. Livi C., Jeannerat H. (2014) Born to be Sold: Start-ups as Products and New Territorial Life Cycles of Industrialization. *European Planning Studies*, 23 (10), 1953–1974. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2014.960180>
11. Krasnova D.S., Starchenkova O.D. (2023) Analysis of the medical equipment market of the Russian federation: features and factors of its development. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniia v oblasti upravleniia, ekonomiki i torgovli [Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade]*, 1, 147–156.
12. Faikov D.Yu., Baydarov D.Yu. (2020) Marketing aspects of production diversification in the nuclear industry (on the example of nuclear technologies for medicine). *Production Organizer*, 28 (3), 84–96. DOI: <https://doi.org/10.25987/VSTU.2020.11.33.009>
13. Trofimova N.N. (2022) Additivnoe proizvodstvo kak innovatsionnaia tekhnologiia tsifrovoi transformatsii promyshlennykh predpriatii [Additive manufacturing as an innovative technology for digital transformation of industrial enterprises]. *Prioritety novoi ekonomiki: energoperekhod 4.0 i tsifrovaia transformatsiia [Priorities of the New Economy: Energy Transition 4.0 and Digital Transformation]*, 541–544.
14. Pundziene A., Gutmann T., Schlichtner M., Teece D.J. (2022) Value Impedance and Dynamic Capabilities: The Case of MedTech Incumbent-Born Digital Healthcare Platforms. *California Management Review*, 64 (4), 108–134. DOI: <https://doi.org/10.1177/00081256221099326>
15. McDermott O., Foley I., Antony J., Sony M., Butler M. (2022) The Impact of Industry 4.0 on the Medical Device Regulatory Product Life Cycle Compliance. *Sustainability*, 14 (21), art. no. 14650. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142114650>
16. Hedley-Takhar P., Jimenez-Aranda A., Lanfranchi V., Pownall S., Sproson L., Tindale W.B. (2020) A User-Centred Approach to Digitalising Care Homes. In: *Design of Assistive Technology for Ageing Populations* (eds. A. Woodcock, L. Moody, D. McDonagh, A. Jain, L. Jain), Switzerland: Springer, 17–29. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-26292-1_2
17. Rainer B.W. (2024) Funding of research & innovation in the field of medical technologies and biomedical engineering over the different European framework programmes. *Biomedical Engineering Letters*, 14, 153–162. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13534-023-00320-9>
18. Dash S.P. (2020) The Impact of IoT in Healthcare: Global Technological Change & The Roadmap to a Networked Architecture in India. *Journal of the Indian Institute of Science*, 100, 773–785. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41745-020-00208-y>
19. Boni A.A. (2018) Innovation Practices in Biopharma, MedTech, and Digital Medicine. *Journal of Commercial Biotechnology*, 24 (1). DOI: <https://doi.org/10.5912/jcb851>
20. Boni A.A., Foley S.M. (2020) Challenges for Transformative Innovation in Emerging Digital Health Organizations: Advocating Service Design to Address the Multifaceted Healthcare Ecosystem. *Journal of Commercial Biotechnology*, 25 (4). DOI: <https://doi.org/10.5912/jcb957>
21. Kutzschenbach M. von, Schmid A., Schoenenberger L. (2018) Using Feedback Systems Thinking to Explore Theories of Digital Business for Medtech Companies. In: *Business Information Systems and Technology 4.0* (ed. R. Dornberger). Switzerland: Springer, 271–288. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-74322-6_11
22. Ishaq S., Hoang T.G., Tanveer U., Hoang T.-H., Truong H.Q. (2024) Transformative capabilities of MedTech organizations in driving circularity in the healthcare industry: Insights from multiple cases. *Journal of Cleaner Production*, 446, art. no. 141370. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141370>
23. McKernan D., McDermott O. (2024) You are a cluster: Now what? The future of a Medtech cluster. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10 (1), art. no. 100168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100168>
24. McKernan D., McDermott O. (2024) Industrial clusters, creating a strategy for continued success. *Heliyon*, 10 (7), art. no. e29220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29220>

25. Abi Saad E., Agogué M. (2024) Living Labs in science-industry collaborations: Roles, design, and application patterns. *Technovation*, 135, art. no. 103066. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103066>

26. Kirilchuk S.P., Tashenova L.V., Nalivaychenko E.V. (2024) Existential focus in the development of organizations in the transition to Industry 5.0. *π-Economy*, 17 (4), 7–24. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17401>

27. Tikhonov D.V., Kalinina O.V., Getmanova G.V., Turovskaya M.S. (2024) Features of business modeling in innovative industries. *π-Economy*, 17 (4), 109–123. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17407>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

ДАНИЛОВ Дмитрий Александрович

E-mail: danilov2024@yandex.ru

Dmitriy A. DANILOV

E-mail: danilov2024@yandex.ru

ДАНИЛОВ Александр Дмитриевич

E-mail: danilov-ad@yandex.ru

Aleksandr D. DANILOV

E-mail: danilov-ad@yandex.ru

Поступила: 26.09.2024; Одобрена: 14.10.2024; Принята: 14.10.2024.

Submitted: 26.09.2024; Approved: 14.10.2024; Accepted: 14.10.2024.