

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ | TECHNICAL SCIENCES

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

Современная наука и инновации. 2025. № 1. С. 9-17.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И
УПРАВЛЕНИЕ

Modern Science and Innovations. 2025;(1):9-17.
TECHNICAL SCIENCE
INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING AND
MANAGEMENT

Научная статья

УДК 615.07:004.8

<https://doi.org/10.37493/2307-910X.2025.1.1>



Проблематика внедрения решений AI в фармацевтической отрасли

Александр Геннадьевич Бородич

Ситибанк, г. Москва, Россия
alexanderborodich@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены проблемные области интеграции решений искусственного интеллекта (ИИ) в фармацевтической отрасли. Актуальность настоящего исследования определяется стремительным развитием цифровых технологий, которые вносят коренные преобразования в фармацевтику. На фоне глобальной цифровизации отчетливо фиксируется значительный сдвиг в подходах к разработке, производству, а также к реализации лекарственных средств, что порождает необходимость комплексного анализа возникающих барьеров, противоречий. Цель работы заключается в выявлении ключевых проблем внедрения AI-решений в фармацевтике, оценке их влияния на процессы инноваций, в систематизации представлений о перспективах с учетом ретроспективы. В литературе отмечаются разногласия между оценками экономической эффективности применения ИИ и его потенциальных рисков, сопряженных с качеством исходных данных, регуляторными ограничениями, этическими аспектами. Автор приходит к выводу о необходимости применения мультидисциплинарного подхода для преодоления выявленных проблемных зон, который представлен интеграцией передовых технологических решений, совершенствованием нормативного регулирования, разработкой механизмов независимой экспертизы. Авторский вклад состоит в систематизации существующих проблем, а также в выявлении малоисследованных аспектов. Полученные результаты служат основой для дальнейших научных изысканий и практических рекомендаций для специалистов в области фармацевтики, разработчиков ИИ-решений, представителей регуляторных органов, стремящихся обеспечить действенную интеграцию инновационных технологий в современные системы здравоохранения.

Ключевые слова: большие данные, инновации, искусственный интеллект, клинические испытания, регуляторные барьеры, фармацевтическая отрасль, экономическая эффективность

Для цитирования: Бородич А. Г. Проблематика внедрения решений AI в фармацевтической отрасли // Современная наука и инновации. 2025. № 1. С. 9-17. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2025.1.1>

Challenges of implementing AI solutions in the pharmaceutical industry

Aleksander G. Borodich

Citibank, Moscow, Russia
alexanderborodich@yandex.ru

Abstract. *The article examines the problematic areas involved in integrating artificial intelligence (AI) solutions into the pharmaceutical industry. The relevance of this study is underscored by the rapid advancement of digital technologies that are fundamentally transforming the pharmaceutical sector. Against the backdrop of global digitalization, a pronounced shift is observed in the approaches to drug development, production, and distribution, thereby necessitating a comprehensive analysis of the emerging barriers and contradictions. The primary objective of this work is to identify the key challenges in the implementation of AI solutions within the pharmaceutical field, assess their impact on innovation processes, and systematize perspectives on future developments while taking historical trends into account. The literature reveals discrepancies between the assessments of the economic effectiveness of AI applications and the potential risks associated with factors such as the quality of input data, regulatory constraints, and ethical considerations. The author concludes that a multidisciplinary approach is essential for overcoming the identified challenges—an approach that integrates advanced technological solutions, enhanced regulatory frameworks, and the development of mechanisms for independent evaluation. The contribution of this study lies in the systematic organization of existing issues and the identification of underexplored aspects. The findings provide a foundation for further scientific inquiry and practical recommendations targeted at professionals in the pharmaceutical industry, developers of AI solutions, and regulatory bodies striving to ensure the effective integration of innovative technologies into modern healthcare systems.*

Keywords: Big Data, innovations, artificial intelligence, clinical trials, regulatory barriers, pharmaceutical industry, economic efficiency

For citation: Borodich AG. Challenges of implementing AI solutions in the pharmaceutical industry. *Modern Science and Innovations*. 2025;(1):9-17. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2025.1.1>

Введение. Современные достижения в области искусственного интеллекта (AI) формируют качественно новую парадигму в развитии фармацевтической индустрии. Согласно последним исследованиям, 80% специалистов в области фармации и медико-биологических наук используют искусственный интеллект для разработки лекарственных препаратов [10].

Важно подчеркнуть, что модели машинного обучения и нейронные сети позволяют ускорять процессы открытия лекарственных препаратов, оптимизировать клинические испытания, персонализировать терапевтические стратегии.

Вместе с тем, широкомасштабная интеграция AI в фармацию сталкивается с комплексом проблем, которые обусловлены, в первую очередь, регуляторными ограничениями, необходимостью интерпретируемости алгоритмов, этическими дилеммами, многочисленными технологическими барьерами, связанными с обработкой больших данных, стандартизацией моделей.

С учетом отмеченного выше многие исследователи сегодня сосредоточены на детальном анализе наиболее серьезных препятствий, рассмотрении потенциальных способов их преодоления, а также на систематизации перспектив дальнейшей эволюции AI-решений в рассматриваемой отрасли.

Материалы и методы исследований. Литература по обсуждаемой проблематике охватывает множество вопросов, в том числе, экономические, технологические, управленческие, маркетинговые аспекты. Среди изученных источников целесообразно выделить несколько ключевых направлений изысканий.

Так, ряд работ посвящен анализу хозяйственных эффектов цифровизации и искусственного интеллекта в фармацевтике. Л.П. Вардомацкая, А.М. Лилухин [2] рассматривают нюансы влияния digital-инструментов на эффективность анализируемого сектора, акцентируя внимание на оптимизации логистики, управления запасами, цепочками поставок. В схожем ключе А.В. Погребняк [5] оценивает экономический потенциал AI-решений в отрасли, указывая на их способность принести значительный финансовый результат за счет ускорения процессов разработки и внедрения новых препаратов. Исследование М.Д. Шпякина [8] ориентировано на риски, которые возникают в условиях цифровой трансформации фармацевтического бизнеса, включая проблемы адаптации к новым технологиям.

Другие авторы сосредоточены на организационно-технологических сторонах вопроса. Л.В. Орлова, Ю.В. Первова, И.Е. Шафранский [4] дают характеристику внедрению нейросетевых решений в производство и контроль качества лекарств, высвечивая их место в повышении безопасности и эффективности фармакологических препаратов. Д. Фридман [6] описывает влияние AI на процессы молекулярного моделирования, а также поиска перспективных соединений, что сокращает временные и финансовые затраты на создание новых лекарственных средств.

Отдельное направление представляют изыскания, в частности, Д.Ю. Морозова, В.В. Омеляновского [3], в которых рассматриваются нюансы воздействия AI на систему здравоохранения и медицинскую практику. Это исследуется через призму диагностики, персонализированной медицины.

К. Шахбазов, Э. Ибрагимова [7] изучают применение цифровых технологий в фармацевтическом маркетинге, в том числе, анализ данных потребителей, прогнозирование спроса, рекламу. О.В. Борисова, А.А. Гаспарян [1] рассматривают автоматизацию производственных процессов в различных отраслях, что дает возможность оценить роль AI в совершенствовании фармацевтического производства.

Обзор зарубежных материалов дополняет картину. D. Varol [10] анализирует инновации и вызовы, возникающие при интеграции AI в рассматриваемую индустрию, делая упор на необходимости регуляторных адаптаций, управлении этическими рисками. В свою очередь, в рыночном отчете «AI In Pharma Market Definition» [9] освещены тенденции роста мирового рынка AI в фармацевтике.

Несмотря на обширность исследований, ряд аспектов остается недостаточно проработанным. В частности, слабо раскрыты вопросы юридической ответственности при ошибках AI в фармразработках, а также влияние автоматизации на занятость специалистов отрасли. Противоречия в литературе связаны, прежде всего, с оценками экономической эффективности AI: одни авторы подчеркивают огромный потенциал технологии, другие указывают на высокие барьеры на пути интеграции.

Методы, применяемые в данной статье, представлены сравнительным подходом, обработкой статистических сводок и экспертными оценками, а также контент-анализом публикаций, систематизацией и обобщением.

Результаты исследований и их обсуждение. История внедрения AI в фармацевтику началась с применения базовых вычислительных методов — в целях обработки биомедицинских данных в 1980-х годах.

В 1990-х гг. появились экспертные системы для поддержки принятия решений, а в 2000-х — алгоритмы машинного обучения, анализирующие молекулярные структуры.

В 2010-х гг. развитие Big Data дало возможность существенно ускорить разработку лекарств, оптимизировать клинические испытания. В нынешнем десятилетии AI стал активно применяться для моделирования белковых взаимодействий, предсказания побочных эффектов, персонализации терапии, что открыло дополнительные опции для фармацевтических исследований (рис. 1).



Рисунок 1 – Ретроспектива интеграции решений AI в фармацевтической отрасли / Figure 1. A retrospective of the integration of AI solutions in the pharmaceutical industry

Источник: составлено автором на основе [1, 4, 6])
Source: (compiled by the author based on [1, 4, 6])

В течение последних лет объем рынка AI в фармацевтической отрасли рос достаточно стремительно. По прогнозам он вырастет с 2,92 млрд долл. в 2024 году до 3,8 млрд долл. в 2025 году [9] (рис. 2).

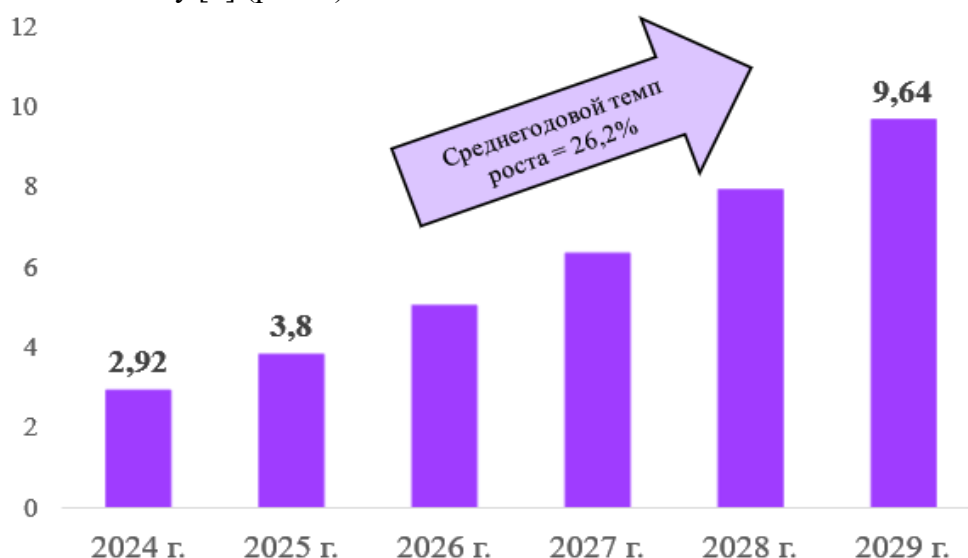


Рисунок 2 – Достигнуты и прогнозные значения объема рынка AI в фармацевтической отрасли / Figure 2 – The forecast values of the AI market volume in the pharmaceutical industry have also been achieved

Источник: составлено автором на основе [10]
Source: compiled by the author based on [10]

В соответствии со статистическими сводками, в настоящее время 80% специалистов в области фармацевтики и биомедицины уже применяют AI в своих исследованиях, а 95% фармацевтических организаций инвестируют в развитие технологий. Искусственный интеллект помогает значительно ускорить процесс создания новых препаратов, сокращая стандартные сроки с 5-6 лет до одного года. Помимо этого, внедрение AI в клинические испытания способно снизить их стоимость на 70%, сократить сроки на 80%. Исследования также показывают, что применение AI сказывается на уменьшении среднего времени разработки лекарств на четыре года, обеспечивая экономию в 26 млрд долл. 65% экспертов полагают, что наибольшее влияние AI окажет на производство лекарств и управление цепочками поставок. В сфере геномики, имеющей критическое значение для фармацевтических исследований, прогнозируется ежегодный рост рынка AI в среднем на 52,7% до 2028 года [10].

В нынешних условиях одним из ключевых затруднений является соответствие регуляторным требованиям. Любое инновационное решение, внедряемое в характеризуемую практику, должно проходить строгую валидацию, подтверждающую его безопасность, эффективность. В случае AI-инструментов это представляет значительную сложность, поскольку алгоритмы нередко функционируют как своего рода «черные ящики», лишённые прозрачности в процессе принятия решений. Наличие трудноинтерпретируемых предсказательных моделей вызывает настороженность со стороны регуляторов, весомо затрудняя их одобрение для клинического использования [2, 8].

Помимо этого, вопросы качества, стандартизации данных остаются нерешёнными. Фармацевтические компании работают с разрозненными массивами сведений, содержащимися в:

- электронных медицинских картах;
- результатах клинических испытаний;
- биомедицинских публикациях.

Отсутствие унифицированных протоколов обработки создает препятствия для их интеграции в AI-системы. Проблема усугубляется необходимостью обеспечения репрезентативности, а также достоверности обучающих выборок, поскольку неполные либо искаженные данные влекут за собой ошибочные предсказания и, как следствие, неблагоприятные клинические исходы.

Технические ограничения также накладывают серьезные ограничения на внедрение AI-разработок (рис. 3). Несмотря на значительный прогресс в области глубокого обучения, модели требуют колоссальных вычислительных мощностей, что делает их применение экономически нецелесообразным для небольших компаний. Высокая стоимость разработки и эксплуатации AI-платформ ограничивает их доступность, формируя разрыв между крупными корпорациями, обладающими значительными ресурсами, и менее капиталоемкими организациями.



Рисунок 3 – Систематизация технических ограничений внедрения решений AI в фармацевтической отрасли / Figure 3 – Systematization of the technical limitations of the implementation of AI solutions in the pharmaceutical industry

Источник: составлено автором на основе [3-5, 7]

Source: compiled by the author based on [3-5, 7]

Этические аспекты играют немаловажную роль в дискуссии о применении AI в медицине и фармацевтике. Возникает вопрос о юридической ответственности в случае ошибок алгоритмов, особенно если автоматизированные системы участвуют в принятии решений, которые прямым образом сопряжены с назначением терапии или отбором пациентов для клинических испытаний. В дополнение к отмеченному, использование AI в разработке лекарств рискует спровоцировать новую волну биоэтических дискуссий, например, относительно потенциального нарушения принципа справедливости при доступе к инновационным методам лечения.

Как представляется, для успешной интеграции AI-разработок в фармацевтическую отрасль необходим системный подход, представленный усовершенствованием регуляторных механизмов, разработкой прозрачных моделей, модернизацией инфраструктуры данных. Одним из перспективных направлений видится создание интерпретируемых AI-систем, способных объяснять ход своих рассуждений. В рассматриваемом контексте разрабатываются гибридные методы, сочетающие элементы

традиционного статистического анализа с нейросетевыми архитектурами, что повышает доверие к результатам моделей.

С другой стороны, формирование стандартов обработки, хранения информации содействует более результативному применению AI-инструментария. В этом ключе перспективными представляются инициативы по разработке общих протоколов работы с медицинскими и фармацевтическими данными, в том числе, внедрение блокчейн-технологий с целью обеспечения транспарентности и достоверности информационных потоков.

Экономические барьеры представляется возможным частично устранить за счет развития облачных вычислений, сервисных моделей (AI-as-a-Service), помогающих использовать передовые алгоритмы без необходимости инвестировать в дорогостоящее оборудование.

С этической точки зрения значимым шагом вперед рекомендуется сделать внедрение систем комплексного контроля за работой AI-алгоритмов, включая независимые экспертные комитеты и механизмы аудита решений, принимаемых автоматизированными системами. С авторской позиции, это позволит свести к минимуму либо существенно сгладить риски, связанные с возможными ошибками, и повысить общественное доверие к AI в медицине.

Заключение. В современных реалиях хозяйствования фармацевтическая отрасль сталкивается с серьезными вызовами на пути интеграции AI-технологий, однако эти барьеры не являются непреодолимыми.

Проблемы интерпретируемости алгоритмов, регуляторных ограничений, качества данных, экономической доступности, этической приемлемости требуют мультидисциплинарного подхода, опирающегося на сотрудничество следующих субъектов:

- разработчики;
- фармацевтические компании;
- регуляторы;
- медицинское сообщество.

Успешное преодоление рассмотренных в статье препятствий даст возможность использовать потенциал AI для ускорения разработки новых препаратов, повышения точности диагностики, а также персонализации лечения, что в перспективе приведет к значительным положительным преобразованиям в анализируемой практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова О. В., Гаспарян А. А. Влияние автоматизации на производство в прошлом, настоящем и будущем. примеры автоматизации в различных отраслях // Наука и технологии: тенденции современного развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2023. С. 27–31.
2. Вардомацкая Л. П., Лилухин А. М. Инструменты цифровой экономики в контексте их влияния на эффективность фармации // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2020. № 2. С. 112–117.
3. Морозов Д. Ю., Омеляновский В. В. Нужен ли искусственный интеллект системе здравоохранения? // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2024. № 4 (46). С. 40–48.
4. Орлова Л. В., Первова Ю. В., Шафранский И. Е. Интеграция нейросетей в фармацевтическую индустрию: повышение эффективности и безопасности // Социокультурные факторы консолидации современного общества. Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. Пенза: 2024. С. 288–293.

5. Погребняк А. В. Применение искусственного интеллекта способно принести фармацевтической отрасли десятки триллионов рублей // Безопасность и риск фармакотерапии. 2023. Т. 11. № 4. С. 367–371.
6. Фридман Д. ИИ помогает создавать новые лекарства // В мире науки. 2020. № 6. С. 96–103.
7. Шихбазов К., Ибрагимова Э. Использование цифровых технологий в фармацевтическом маркетинге // Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions. 2024. Т. 39. № 4. С. 416–424.
8. Шпьякин М. Д. Управление рисками фармацевтических промышленных предприятий в условиях трансформации экономики Российской Федерации // Финансовые рынки и банки. 2024. № 6. С. 321–326.
9. AI In Pharma Market Definition. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/ai-in-pharma-global-market-report> (дата обращения: 14.02.2025).
10. Varol D. AI in the Pharmaceutical Industry: Innovations and Challenges. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scilife.io/blog/ai-pharma-innovation-challenges> (дата обращения: 14.02.2025).

REFERENCES

1. Borisova OV, Gasparyan AA. The impact of automation on production in the past, present and future. Examples of automation in various industries. In Science and technology: trends in modern development. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Petrozavodsk; 2023;27-31. (In Russ.).
2. Vardomatskaya LP, Lilyukhin AM. Digital economy tools in the context of their impact on pharmaceutical efficiency. State and municipal management. Scholar notes. 2020;(2):112-117. (In Russ.).
3. Morozov DYU, Omelyanovsky VV. Is artificial intelligence necessary for healthcare system? Medical Technologies. Assessment and Choice. 2024;4(46):40-48. (In Russ.).
4. Orlova LV, Pervova YuV, Shafransky IE. Integration of neural networks into the pharmaceutical industry: improving efficiency and safety. In Socio-cultural factors of consolidation of modern society. Collection of articles based on the materials of the International Scientific and Practical Conference. Penza; 2024;288-293. (In Russ.).
5. Pogrebnyak AV. Artificial intelligence can bring tens of trillions of rubles to the pharmaceutical industry. Safety and risk of pharmacotherapy. 2023;11(4):367-371. (In Russ.).
6. Friedman D. AI helps to create new medicines. V mire nauki = In the world of science. 2020;(6):96-103. (In Russ.).
7. Shakhbazov K, Ibragimova E. The use of digital technologies in pharmaceutical marketing. In Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions. 2024;39(4):416-424. (In Russ.).
8. Shpyakin MD. Risk management of pharmaceutical industrial enterprises in the context of the transformation of the economy of the Russian Federation. Finansovye rynki i banki = Financial markets and banks. 2024;(6):321-326. (In Russ.).
9. AI In Pharma Market Definition. Available from: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/ai-in-pharma-global-market-report> [Accessed 14 February 2025].
10. Varol D. AI in the Pharmaceutical Industry: Innovations and Challenges. Available from: <https://www.scilife.io/blog/ai-pharma-innovation-challenges> [Accessed 14 February 2025].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Александр Геннадьевич Бородич – вице-президент, руководитель отдела управления корпоративными приложениями, Ситибанк, alexanderborodich@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию: 03.01.2025;
одобрена после рецензирования: 21.02.2025;
принята к публикации: 05.03.2025.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Alexander G. Borodich – Vice President, Head of Corporate Application Management, Citibank,
alexanderborodich@yandex.ru

Conflict of interest: the author declares no conflicts of interests.

The article was submitted: 03.01.2025;
approved after reviewing: 21.02.2025;
accepted for publication: 05.03.2025.