Emro Science and Education
International open-access scientific journal
Journal homepage: https://journal.emro.uz

OPEN ACCESS

CONFERENCE PAPER OPEN ACCESS

Vol. 1 No. 4 (2024) · "Milliy iqtisodiyotni barqaror rivojlantirish va yuqori iqtisodiy o'sish sur'atlarini t... DOI: 10.5281/zenodo.24320963

ta'minlashning ustivor yo'nalishlari" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman

4-SHO'BA. MILLIY BARQAROR RIVOJLANISH MAQSADLARIGA ERISHISHNING ASOSIY VA USTUVOR YO'NALISHLARI: INSON KAPITALILINI RIVOJLANTIRISH, YASHIL TARANSFORMATSIYALAR, RAQAMLI IQTISODIYOT VA INNOVATSIYALARNI RIVOJLANTIRISH, GLOBAL VA MINTAQAVIY IQTISODIY HAMKORLIKNI FAOLLASHTIRISH

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT

Султанов Руслан Рустамович
Директор по цифровизации здравоохранения
Единый интегратор по созданию и поддержке государственных информационных систем
UZINFOCOM
r.sultanov@uzinfocom.uz

Аннотация. В статье проводится анализ финансовой эффективности применения искусственного интеллекта (ИИ) в здравоохранении, исследуются основные модели оценки, такие как ROI, CBA, HTA, а также примеры успешного внедрения технологий. Рассмотрены основные риски и барьеры, связанные с использованием ИИ в медицинских учреждениях, и предложены стратегии для их минимизации. Уделено внимание возможностям дальнейшего развития методов оценки эффективности с учетом специфики и потребностей здравоохранения, а также намечены направления для будущих исследований.

Ключевые слова. искусственный интеллект, здравоохранение, финансовая эффективность, модели оценки, ROI, HTA, экономическая выгода, риски, перспективы, CBA

Abstract. This article analyzes the financial efficiency of implementing artificial intelligence (AI) in healthcare, examining key evaluation models such as ROI, CBA, and HTA, as well as examples of successful technology adoption. The primary risks and barriers associated with AI usage in medical institutions are discussed, along with strategies for minimizing these challenges. The study highlights potential areas for advancing efficiency assessment methods tailored to the specific needs of healthcare and outlines directions for future research.

Keywords. artificial intelligence, healthcare, financial efficiency, evaluation models, ROI, HTA, economic benefit, risks, prospects, CBA

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью глобальных процессов цифровизации, включая сферу здравоохранения. Развитие ИИ-решений открывает новые возможности для диагностики, лечения и улучшения качества жизни пациентов. Однако наряду с многочисленными обещаниями, использование ИИ в медицине сталкивается с важными вопросами о его реальной эффективности и экономической целесообразности. В условиях ограниченных ресурсов здравоохранение требует строгих подходов к оценке инноваций, и здесь ключевую роль играет Health Technology Assessment (HTA) — комплексный анализ медицинских технологий с точки зрения их безопасности, клинической и экономической эффективности, а также социального воздействия.

Целью данной статьи является рассмотрение экономической оценки ИИ в медицине с точки зрения HTA, а также выявление факторов, которые определяют

Published: 23.12.2024

Cite this article: Султанов Руслан Рустамович (2024). Экономическая оценка эффективности применение искусственного интеллекта в здравоохранении с помощью метода Health Technology Assessment. Emro Science and Education, 1(4). https://doi.org/10.5281/zenodo.24320963

© 2024 The Author(s). Published by Emro Science and Education. This is an open access article.

успешность внедрения таких технологий в систему здравоохранения. Экономическая оценка применения ИИ в здравоохранении позволяет не только оценить рентабельность и эффективность подобных решений, но и помогает формировать стандарты и подходы для их внедрения в реальную медицинскую практику.

Health Technology Assessment (HTA) начал формироваться как дисциплина в 1970-х годах. Возникновение HTA было связано с необходимостью систематической оценки медицинских технологий и нововведений в здравоохранении. Пионером в этой области стала Программа оценки технологий здравоохранения (Health Program Technology Assessment), созданная в 1976 году в США при Национальном институте здравоохранения (NIH). Это была одна из первых попыток структурированно оценить влияние медицинских технологий не только с точки зрения клинической эффективности, но и с учетом экономических, социальных и этических аспектов[134].

В 1980-х и 1990-х годах HTA стал активно распространяться в Европе и других регионах мира. Создание международных организаций, таких как Международное общество оценки технологий здравоохранения (International Society for Technology Assessment in Health Care, ISTAHC) в 1985 году и Евро обсерватории по системам и политике здравоохранения (European Observatory on Health Systems and Policies), способствовало развитию и стандартизации подходов HTA[135].

Сегодня HTA является признанным инструментом, который широко используется во многих странах для поддержки принятия решений о внедрении и финансировании медицинских технологий, включая лекарства, оборудование, диагностические и лечебные методики, а также цифровые и ИИ-решения в здравоохранении.

Health Technology Assessment (HTA) действительно может потребовать значительных затрат из-за необходимости сбора комплексных данных, участия мультидисциплинарной команды и проведения обширных исследований. Однако есть несколько стратегий, которые помогут снизить затраты на проведение HTA, сохранив при этом его эффективность:

- сократите объем первичных исследований, используя уже существующие медицинские данные и базы данных электронных записей пациентов. Это позволит сократить затраты на сбор и анализ информации. Как например, использование данных национальных регистров или больничных баз может снизить затраты на проведение анализа, так как основные статистические данные уже собраны и доступны;

- вместо проведения дорогих клинических испытаний и полевых исследований использовать моделирование и симуляции для прогнозирования клинических и экономических эффектов. Такие методы, как анализ сценариев и вероятностное моделирование, могут дать качественные оценки. Прогнозирование долгосрочных результатов и стоимости лечения с помощью компьютерного моделирования, чтобы избежать затрат на полномасштабные клинические испытания;

- применение поэтапного подхода к проведению HTA, начиная с предварительного анализа для оценки потенциала технологии. Если

[134] Institute of Medicine (US) Committee for Evaluating Medical Technologies in Clinical Use. Assessing Medical Technologies. Washington (DC): National Academies Press (US); 1985.
[135] Banta D., Jonsson E., Childs P. *History of HTA: The Development of Health Technology Assessment*. International Journal of Technology Assessment in Health Care, 2009.

предварительные результаты показывают перспективность, необходимо переходить к более глубоким этапам анализа, а также проведение небольших пилотных исследований или первичной оценки для сужения фокуса исследования, прежде чем переходить к полноценному HTA.

- объединение усилия с другими учреждениями и организациями для совместного использования данных, ресурсов и затрат. В некоторых странах уже существуют консорциумы, которые делят ресурсы для проведения HTA. Международные организации, такие как EUnetHTA в Европе, содействуют сотрудничеству между учреждениями, что позволяет снизить затраты и улучшить качество исследований.

- применение алгоритмов ИИ для анализа данных и автоматизации повторяющихся задач (например, обработки данных и подготовки отчетов) поможет сократить затраты на персонал и ускорить процесс оценки. ИИ может автоматически анализировать данные электронных медицинских записей для выявления клинических результатов, снижая объем работы для аналитиков.

- определение ключевые показатели эффективности (например, стоимость на одного пациента, снижение времени лечения), которые наиболее важны для принятия решения. Это сократит объем работы и анализ только на значимых аспектах. Если цель HTA — оценить экономию от уменьшения повторных госпитализаций, можно сосредоточиться на этом показателе и не охватывать менее важные факторы.

На рисунке 1 показан общий (упрощенный) процесс МТО. Тут обращается внимание на цель процесса МТО: передача информации от исследователей в сфере здравоохранения (ученых) лицам, принимающим решение, и в конечном итоге — обществу.

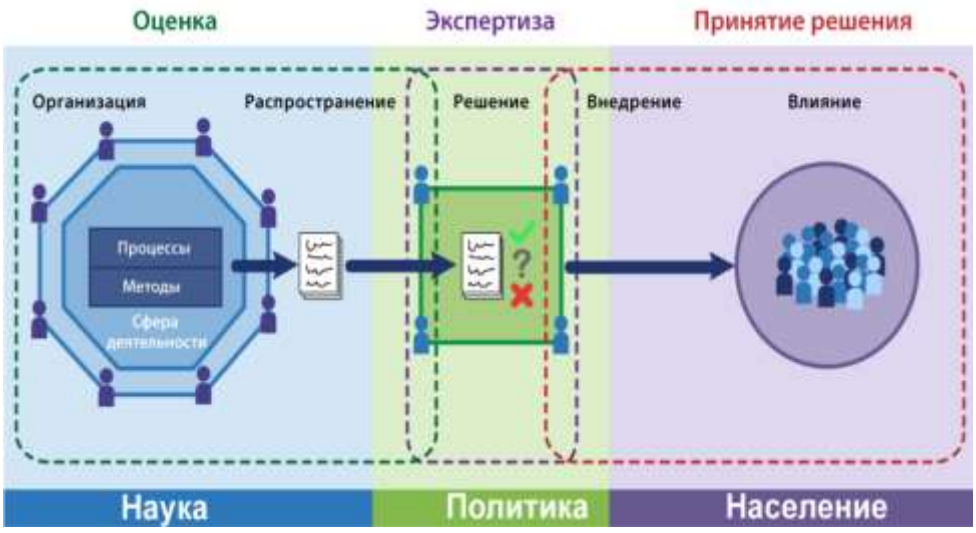


Рисунок №1. Модель медицинско-технологической оценки

Математическую модель Health Technology Assessment (HTA) можно построить, структурируя ключевые аспекты оценки в формулах и расчетах. Здесь приведен подход к оценке эффективности технологии ИИ в здравоохранении с использованием математических формул для расчета основных показателей:

Клиническая эффективность

Клиническая эффективность можно выразить через отношение показателей успеха новой технологии к традиционным методам. Пусть E_{new} - клинический эффект новой технологии, а $E_{current}$ – эффект существующих методов.

$$\text{Клиническая эффективность(CE)} = \frac{E_{new}}{E_{current}} \quad (1.1)$$

если значение CE > 1 указывает на то, что новая технология более эффективна, чем текущие методы.

Экономическая оценка

Экономическая оценка обычно включает анализ затрат и выгод. В HTA часто используют **анализ затрат и выгод (CBA)** и **анализ затрат и эффективности (CEA).**

ROI (Возврат на инвестиции)

$$ROI = \frac{\text{Выгоды от внедрение ИИ} - \text{Затраты на внедрение ИИ}}{\text{Затраты на внедрении ИИ}} \times 100\% \quad (1.2)$$

если ROI > 0, технология считается экономически эффективной.

CEA (Cost-Effectiveness Analysis)

В **CEA** эффективность определяется через клинический исход, такой как количество предотвращенных осложнений или летальных исходов. Пусть C_{new} – стоимость новой технологии, $C_{current}$ – стоимость текущей, а E_{new} и $E_{current}$ клинические исходы.

$$\text{Соотношение затрат-эффективность} = \frac{C_{new} - C_{current}}{E_{new} - E_{current}} \quad (1.3)$$

Меньшее значение указывает на большую эффективность по отношению к затратам.

Оценка качества жизни (Quality-adjusted life years, QALY)

QALY используется для оценки улучшения качества жизни пациентов. Пусть Q_{new} и $Q_{current}$ - количество лет, скорректированных на качество жизни, для новой технологии и традиционного метода соответственно.

$$\text{Изменение QALY} = Q_{new} - Q_{current} \quad (1.4)$$

Положительное значение указывает на улучшение качества жизни.

Сценарный анализ

Сценарный анализ позволяет оценить изменения показателей в зависимости от различных условий. Пусть x — изменение параметра, например, стоимости лечения, тогда сценарный анализ может быть выражен как функция зависимости клинических и экономических результатов от изменения параметра:

$$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = \text{Результат внедрения при условии изменения x} \quad (1.5)$$

Например, можно рассчитать ожидаемые затраты при изменении цены на технологию или затрат на обслуживание.

SWOT-анализ в количественной форме

Total Cost of Ownership (TCO) рассчитывается как сумма всех затрат, связанных с внедрением технологии в течение жизненного цикла:

$$TCO = C_{\text{Внедрение}} + C_{\text{обслуживание}} + C_{\text{обновление}} + C_{\text{обучение}} \quad (1.6)$$

где:

$C_{\text{Внедрение}}$ - начальные затраты на внедрение,

$C_{\text{обслуживание}}$ - расходы на поддержку и обслуживание,

$C_{\text{обновление}}$ - затраты на обновление,

$C_{\text{обучение}}$ - затраты на обучение персонала.

Итоговое значение TCO позволяет оценить долгосрочную финансовую нагрузку.

Общая формула для интегральной оценки HTA

Интегральная оценка эффективности может быть представлена в виде функции, объединяющей клинические, экономические, технические и социальные аспекты:

$$\text{HTA оценка} = \omega_{CE} \times CE + \omega_{ROI} \times ROI + \omega_{QALY} \times QALY + \omega_{TCO} \times \frac{1}{TCO} + \text{SWOT оценка} \quad (1.7)$$

где $\omega_{CE}, \omega_{ROI}, \omega_{QALY}, \omega_{TCO}$ - веса по каждому параметру, отражающие его значимость.

Этот подход позволяет получить обобщенную числовую оценку, учитывающую как финансовые, так и клинические и технические показатели HTA, и помогает принять сбалансированное решение о целесообразности внедрения ИИ в здравоохранение.

В заключение можно отметить, что оценка финансовой эффективности внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в здравоохранении является важным и комплексным процессом, который требует применения различных методов и моделей анализа. Несмотря на очевидные преимущества ИИ, такие как улучшение клинических исходов и оптимизация затрат, успешное внедрение технологий требует тщательной оценки рисков, экономической целесообразности и долгосрочной устойчивости. Использование таких подходов, как анализ затрат и выгод (CBA), возврат на инвестиции (ROI), оценка качества жизни (QALY) и Health Technology Assessment (HTA), помогает более точно определить, какие технологии принесут максимальную пользу пациентам и медицинским учреждениям.

Для дальнейшего улучшения научной новизны данного метода можно выделить несколько ключевых параметров, которые требуют доработки. Во-первых, необходимо разработать более динамичные модели, которые смогут адаптироваться к изменениям в здравоохранении, таким как колебания затрат на лечение, новые клинические данные или изменения в законодательстве. Во-вторых, важно интегрировать результаты различных методов оценки, чтобы создать комплексный подход, который учитывает как экономические, так и клинические аспекты. Наконец, требуется активное внедрение новых технологий, таких как ИИ и машинное обучение, для анализа больших данных, что позволит повысить точность и скорость оценки.

Таким образом, в дальнейшем будет исследоваться возможность совершенствования этих методов и параметров с целью повышения их эффективности и адаптивности к быстро меняющейся среде здравоохранения. Это особенно актуально в условиях постоянно растущей стоимости медицинских услуг и новых вызовов, стоящих перед системой здравоохранения. Развитие интегрированных и прозрачных моделей оценки, а также внедрение передовых технологий станут ключевыми факторами успешной цифровизации здравоохранения, что позволит значительно улучшить качество медицинских услуг, сократить затраты и повысить удовлетворенность пациентов.

Список использованной литературы

[1] Бойков, В. А. Искусственный интеллект в здравоохранении: перспективы и проблемы / В. А. Бойков. – Москва: Издательство Медицина, 2020. – 320 с.

[2] Горбунов, А. Ю., Матвеева, Е. С. Экономическая оценка технологий в здравоохранении. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2018. – 250 с.

[3] Рубцов, И. В. Модели и методы анализа больших данных в медицине / И. В. Рубцов. – Екатеринбург: Уральский университет, 2019. – 280 с.

[4] Mount Sinai Health System. Влияние искусственного интеллекта на операционные затраты в медицинских центрах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mountsinai.org – Дата обращения: 04.11.2024.

[5] Mayo Clinic. Применение ИИ в прогнозировании сердечно-сосудистых заболеваний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mayoclinic.org – Дата обращения: 04.11.2024.

[6] NHS. Автоматизация административных процессов с использованием ИИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nhs.uk – Дата обращения: 04.11.2024.

[7] Журнал "Экономика здравоохранения". Анализ экономической эффективности внедрения технологий в медицинских учреждениях. – 2022. – № 4. – С. 45-57.

[8] Клементьев, А. П. Внедрение инновационных технологий в здравоохранении / А. П. Клементьев. – Москва: Экономика и здоровье, 2021. – 150 с.

[9] Health Technology Assessment International. Основные принципы оценки медицинских технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.htai.org – Дата обращения: 04.11.2024.

[10] Центр анализа технологий здравоохранения. Руководство по внедрению и оценке ИИ в здравоохранении. – Москва: ЦАТЗ, 2023. – 300 с.

[11] Kaplan, R. S., & Porter, M. E. How to Solve the Cost Crisis in Health Care / R. S. Kaplan, M. E. Porter // Harvard Business Review. – 2011. – Available at: https://hbr.org

[12] Topol, E. J. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again / E. J. Topol. – New York: Basic Books, 2019. – 400 p.

[13] Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., et al. Artificial Intelligence in Healthcare: Past, Present and Future / F. Jiang, Y. Jiang, H. Zhi et al. // Stroke and Vascular Neurology. – 2017. – Vol. 2, No. 4. – pp. 230-243. – DOI: 10.1136/svn-2017-000101

[14] OECD Health Division. Artificial Intelligence in Health Care: Opportunities and Challenges [Electronic resource]. – Access mode: https://www.oecd.org – Date of access: 04.11.2024.

[15] European Commission. Artificial Intelligence for Europe // White Paper on Artificial Intelligence. – Brussels: European Union, 2020. – Available at: https://ec.europa.eu

[16] Shen, J., Zhang, C. J., Jiang, B., et al. Artificial Intelligence in Healthcare: A Comprehensive Overview / J. Shen, C. J. Zhang, B. Jiang et al. // Annual Review of Medicine. – 2020. – Vol. 71, pp. 101-118. – DOI: 10.1146/annurev-med-052318-090127

[17] World Health Organization. Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health [Electronic resource]. – Geneva: WHO, 2021. – Available at: https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200

[18] Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., et al. A Guide to Deep Learning in Healthcare / A. Esteva, A. Robicquet, B. Ramsundar et al. // Nature Medicine. – 2019. – Vol. 25, pp. 24-29. – DOI: 10.1038/s41591-018-0316-z

[19] Health Technology Assessment International (HTAi). A Guide for Effective Health Technology Assessment Practices [Electronic resource]. – Access mode: https://htai.org – Date of access: 04.11.2024.

[20] European Network for Health Technology Assessment (EUnetHTA). Best Practices in Health Technology Assessment [Electronic resource]. – Access mode: https://eunethta.eu – Date of access: 04.11.2024.

[21] Chen, J. H., & Asch, S. M. Machine Learning and Prediction in Medicine – Beyond the Hype / J. H. Chen, S. M. Asch // Journal of the American Medical Association. – 2017. – Vol. 318, No. 6, pp. 513-514. – DOI: 10.1001/jama.2017.5604

[22] National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Evidence Standards Framework for Digital Health Technologies [Electronic resource]. – Access mode: https://www.nice.org.uk – Date of access: 04.11.2024.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ: МОДЕЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Султанов Руслан Рустамович
Директор по цифровизации здравоохранения
Единый интегратор по созданию и поддержке государственных информационных систем
UZINFOCOM
r.sultanov@uzinfocom.uz

Аннотация. В статье рассматривается финансовая эффективность применения искусственного интеллекта в здравоохранении. Анализируются различные модели оценки, реальные примеры успешного внедрения и возможные риски. Обсуждаются перспективы и направления дальнейших исследований.

Ключевые слова. искусственный интеллект, здравоохранение, финансовая эффективность, модели оценки, ROI, экономическая выгода, риски, перспективы

Abstract. The article examines the financial efficiency of implementing artificial intelligence in healthcare. Various evaluation models, real-world examples of successful integration, and potential risks are analyzed. Prospects and directions for future research are also discussed.

Keywords. artificial intelligence, healthcare, financial efficiency, evaluation models, ROI, economic benefit, risks, prospects

Применение искусственного интеллекта (далее по тексту - ИИ) в здравоохранении становится все более актуальным и значимым. По данным *Markets&Markets,* в 2024 году объем мирового рынка ИИ в здравоохранении достиг $20,9 млрд, и ожидается, что в ближайшие пять лет среднегодовой темп его роста составит 48%[136]. Это обусловлено способностью ИИ повышать точность диагностики, оптимизировать процессы лечения и снижать операционные затраты. Например, системы анализа медицинских изображений на основе ИИ помогают врачам быстрее и точнее выявлять патологии, что способствует раннему началу лечения и улучшению исходов для пациентов.

Внедрение ИИ в здравоохранение также способствует значительному снижению операционных затрат. По данным исследования, опубликованного в *International Journal of Environmental Research and Public Health* в январе 2021 года, приложения на основе ИИ могут принести до 150 миллиардов долларов США ежегодной экономии для здравоохранения Соединенных Штатов к 2026 году[137]. Это достигается за счет автоматизации административных процессов, уменьшения числа ошибок в диагнозах и оптимизации использования ресурсов.

Кроме того, ИИ активно используется для разработки персонализированных планов лечения, анализа больших данных пациентов и прогнозирования

[136] https://www.rbc.ru/society/11/10/2024/66f681ba9a79471b04d22aaa
[137] https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/artificial-intelligence-in-healthcare-market