

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ УЗБЕКИСТАНА

Яхшибоев Рустам Эркинбой угли

**PhD., и.о. доцент кафедры Цифровая экономика Ташкентский
государственный экономический университет**

r.yaxshiboyev@tsue.uz

Аннотация

В условиях ускоренной цифровизации национальной экономики особое значение приобретает исследование экономической эффективности внедрения интеллектуальных цифровых устройств в систему здравоохранения. В статье рассматриваются возможности применения инновационного устройства «Saliva» для повышения качества первичной диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта. Научная новизна исследования заключается в комплексной оценке влияния внедрения данного устройства на оптимизацию расходов, рост диагностической точности и повышение результативности управленческих решений в медицинской практике. Методологическая основа исследования включает использование эконометрических моделей, анализ дисконтированных денежных потоков и расчет показателей рентабельности инвестиций, что позволило сформировать системное представление о долгосрочных эффектах цифровизации здравоохранения. Практическая значимость работы выражается в обосновании конкретных параметров экономической выгоды внедрения цифровых решений, которые могут быть использованы в национальных стратегиях цифрового развития и в процессе международной интеграции.

Annotation

In the context of accelerated digitalization of the national economy, the evaluation of the economic efficiency of introducing intelligent digital devices into healthcare systems is of particular importance. This article investigates the potential of the innovative device "Saliva" to enhance the quality of primary diagnostics of gastrointestinal diseases. The scientific novelty of the research lies in a comprehensive assessment of how this device contributes to cost optimization, improved diagnostic accuracy, and the enhancement of managerial decision-making in medical practice. The methodological framework of the study incorporates econometric modeling, analysis of discounted cash flows, and the calculation of return on investment

indicators, thereby providing a systematic understanding of the long-term effects of healthcare digitalization. The practical significance of the study is expressed in substantiating specific parameters of economic benefits from digital solutions, which may serve as a foundation for national digital development strategies and processes of international integration.

Ключевые слова

цифровое здравоохранение, интеллектуальные устройства, экономическая эффективность, инвестиционный анализ, рентабельность инвестиций, цифровая трансформация, управление здравоохранением.

Keywords

digital healthcare; intelligent devices; economic efficiency; investment analysis; return on investment; digital transformation; healthcare management.

Введение

Современное развитие национальных экономик невозможно рассматривать без анализа глубокой трансформации здравоохранения под воздействием цифровых технологий. В условиях формирования экономики знаний именно медицинская отрасль становится одной из ключевых сфер, где внедрение интеллектуальных устройств и алгоритмов искусственного интеллекта определяет новые стандарты качества и доступности услуг. Текущие глобальные тенденции свидетельствуют о том, что цифровизация медицины перестает быть узкотехнологическим направлением и превращается в стратегический инструмент социально-экономического прогресса, позволяющий одновременно решать задачи повышения продолжительности жизни, снижения смертности и рационализации бюджетных расходов.

Особое значение цифровые решения приобретают для стран с формирующимися рынками, где ограниченность инвестиционных ресурсов сочетается с высоким уровнем потребности населения в современных медицинских услугах. В Узбекистане эти вызовы актуализируются в связи с масштабными реформами здравоохранения и задачами, поставленными в рамках стратегических программ цифрового развития. В последние годы государственная политика направлена на создание национальной инфраструктуры электронного здравоохранения, включая развитие телемедицины, внедрение электронных медицинских карт и формирование единого цифрового контура, обеспечивающего интеграцию всех медицинских учреждений.

В этих условиях внедрение интеллектуальных цифровых устройств выступает не только технологическим, но и экономическим вызовом. Применение инновационных решений в первичной диагностике, таких как устройство «Saliva», позволяет существенно изменить существующие модели оказания медицинской помощи. Сочетание сенсорных технологий, методов анализа слюны и алгоритмов машинного обучения обеспечивает возможность раннего

выявления заболеваний желудочно-кишечного тракта, что снижает нагрузку на систему здравоохранения и повышает точность клинических решений.

Научная актуальность исследования обусловлена необходимостью комплексного анализа экономических последствий цифровой трансформации. Традиционно внедрение медицинских технологий оценивалось с позиций клинической результативности, однако современный этап развития требует расширенной интерпретации, включающей оценку инвестиционной привлекательности, рентабельности проектов и их влияния на устойчивость финансовой системы здравоохранения. В этом контексте особое внимание уделяется таким показателям, как дисконтированные денежные потоки, внутренняя норма доходности и интегральные индексы эффективности, позволяющие прогнозировать долгосрочные эффекты от внедрения инновационных решений.

Цель статьи заключается в исследовании экономической эффективности использования интеллектуальных цифровых устройств в системе здравоохранения Узбекистана на примере внедрения проекта «Saliva». В ходе анализа рассматриваются вопросы интеграции устройства в цифровую инфраструктуру, выявляются управленческие и финансовые эффекты, а также формулируются научно обоснованные рекомендации по повышению результативности цифровой трансформации.

Таким образом, исследование направлено на формирование нового научного подхода к пониманию роли интеллектуальных цифровых технологий в медицинской сфере, объединяющего медицинские, экономические и управленческие измерения. Практическая значимость работы заключается в том, что её результаты могут быть использованы при разработке национальных стратегий цифровизации здравоохранения, а также при подготовке инвестиционных решений в рамках реализации приоритетных государственных и частных проектов.

Анализ литературы

Проблематика цифровизации здравоохранения занимает устойчивое место в глобальных научных исследованиях, что связано с фундаментальными изменениями, которые информационные технологии вносят в систему оказания медицинской помощи. Современные зарубежные и отечественные авторы рассматривают цифровые решения не только как технический инструмент, но и как элемент экономической трансформации, способный изменить структуру расходов на здравоохранение, повысить управляемость ресурсами и расширить доступ населения к медицинским услугам.

Значительный вклад в формирование теоретической основы анализа эффективности внедрения инновационных технологий принадлежит классическим школам экономики и менеджмента, акцентирующим внимание на проблеме оптимального распределения ресурсов и создании устойчивых механизмов управления. В трудах В. Парето [1], Л. Р. Мурилло-Заморано [2], А. Мина [3] и других исследователей отражены концептуальные подходы к оценке эффективности инновационных процессов, включая использование моделей предельной полезности, многофакторного анализа и методов измерения

добавленной стоимости. Эти идеи получили развитие в современных работах, где подчеркивается, что внедрение цифровых решений в медицине должно оцениваться с позиций не только клинической результативности, но и долгосрочной экономической отдачи.

Наиболее активно в последние годы изучаются вопросы интеграции технологий искусственного интеллекта в клиническую практику. Исследования Дж. Хинтона [4], Я. ЛеКуна [5], Э. Тополя [6] демонстрируют, что применение алгоритмов машинного обучения и методов обработки больших данных позволяет существенно повысить точность диагностики и снизить вероятность ошибок при интерпретации клинической информации. Особенно востребованными становятся методы глубокого обучения, позволяющие анализировать изображения, медицинские сигналы и геномные данные. В контексте первичной диагностики ключевым направлением признается разработка интеллектуальных сенсорных систем, ориентированных на неинвазивные методы анализа, включая использование биологических жидкостей как источника биомаркеров [11; 12].

Научная дискуссия в области цифровой экономики здравоохранения охватывает и управленческие аспекты. Работы зарубежных исследователей фиксируют важность оценки стоимости жизненного цикла медицинских технологий, а также прогнозирования совокупных издержек и выгод от их внедрения [7; 8]. Публикации последних лет в рецензируемых журналах подчеркивают необходимость применения показателей ROI, NPV и IRR для оценки эффективности цифровых проектов, что позволяет соотнести финансовые затраты с реальным социально-экономическим эффектом.

В постсоветском научном пространстве, включая Россию, Казахстан и Беларусь, ведутся активные исследования цифровой трансформации медицины. Особое внимание уделяется вопросам нормативно-правового регулирования, защиты персональных данных, интеграции электронных медицинских карт и развитию телемедицины. В этих работах подчеркивается, что для успешного внедрения цифровых решений необходим комплексный подход, сочетающий инвестиции в инфраструктуру, подготовку кадров и совершенствование правовой базы [9].

В Узбекистане тема цифровизации здравоохранения отражена в исследованиях, посвящённых созданию национальных платформ электронного здравоохранения, внедрению телемедицинских сервисов и анализу влияния инноваций на социальную сферу. Работы современных отечественных авторов акцентируют внимание на необходимости интеграции интеллектуальных устройств в систему здравоохранения как инструмента повышения качества медицинской помощи и снижения межрегиональных различий в доступе к ней [10]. При этом подчеркивается, что цифровизация не должна ограничиваться автоматизацией отдельных процессов, а должна рассматриваться как системная трансформация, включающая элементы стратегического управления, стандартизации и международной интеграции.

Особый интерес представляют публикации, посвященные применению сенсорных технологий для анализа слюны как диагностического материала.

Международные исследования подтверждают, что биомаркеры, содержащиеся в слюне, обладают высокой информативностью при выявлении заболеваний желудочно-кишечного тракта, а внедрение устройств для их анализа позволяет сочетать простоту применения, высокую скорость получения результатов и низкую себестоимость процедуры. В этом контексте устройство «Saliva» рассматривается как пример инновационной разработки, объединяющей сенсорные технологии, методы машинного обучения и экономически обоснованные модели управления.

Методология исследования

Методология исследования базируется на сочетании эконометрических методов и технологий искусственного интеллекта, что позволило комплексно оценить экономическую эффективность внедрения интеллектуального устройства «Saliva» в здравоохранение Узбекистана. В качестве аналитической базы использовались модели дисконтированных денежных потоков (DCF), расчёты NPV, IRR и ROI, а также алгоритм Random Forest, адаптированный для медицинских задач с целью повышения точности диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта и снижения временных затрат на обработку данных.

Эмпирическая база сформирована на основе официальной статистики и международных исследований, а сравнительно-аналитический и системный подход обеспечили сопоставление отечественного и зарубежного опыта цифровизации здравоохранения. Такой междисциплинарный методологический синтез позволил не только измерить экономическую выгоду внедрения инновационного устройства, но и выявить его управленческие и социальные эффекты в контексте стратегической цифровой трансформации системы здравоохранения.

Анализ и результаты

Полученные результаты подтверждают, что внедрение интеллектуальных цифровых устройств в национальную систему здравоохранения оказывает многоплановый эффект, затрагивающий как клинические, так и экономические параметры. Анализ функционирования устройства «Saliva» показал, что его использование обеспечивает значительное повышение точности ранней диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта. Применение алгоритма Random Forest, адаптированного под специфические медицинские задачи, позволило увеличить вероятность правильной интерпретации биомаркеров слюны по сравнению с традиционными методами диагностики, что снижает риски позднего выявления заболеваний и способствует повышению качества медицинских услуг.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ цифровых устройств, предназначенных для первичной диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта, с акцентом на их стоимость, продолжительность диагностических процедур и уровень точности. Представленные данные позволяют провести комплексную оценку существующих решений на рынке медицинских технологий и определить их эффективность с позиции экономической целесообразности и клинической применимости.

Анализ показал, что традиционные инвазивные методы диагностики, такие как гастроскопия, колоноскопия и гастродуоденоскопия, обеспечивают достаточно высокую точность, варьирующуюся в диапазоне от 70% до 90%, однако отличаются относительно высокой стоимостью оборудования и продолжительностью обследования, что увеличивает нагрузку на медицинские учреждения и снижает комфорт пациента. В частности, стоимость эндоскопических систем может достигать 420 млн сум, что делает их недоступными для широкомасштабного применения в рамках профилактических программ.

Отдельного внимания заслуживает цифровое устройства Saliva, разработанный для неинвазивной диагностики заболеваний ЖКТ. При значительно более низкой стоимости устройства - 6,5 млн сум - он демонстрирует высокий уровень диагностической точности (93,5%) и минимальное время проведения процедуры (7 минут), что обеспечивает значительное преимущество в условиях массового медицинского скрининга.

Таблица 1

Анализ программно-аппаратных комплексов первичной диагностики (по ценам, время диагностики и точность диагностики)¹

№	Имя устройства	Цена	Время диагностики	Точность диагностики
1	Гастроскоп	14,5 млн сум	30 минут	70%
2	Гастроудоденоскоп	40 млн сум	20 минут	80%
3	Дуоденоскоп	66 млн сум	15 минут	82%
4	Эзофагоскоп	72 млн сум	20 минут	84%
5	Колоноскоп	420 млн сум	10 минут	90%
6	Видеогастроскоп	61-150 млн сум	10 минут	85%
7	Тонкий гастрофиброскоп	90 млн сум	25 минут	80%
8	Гастрофиброскоп	138 млн сум	20 минут	86%
9	Цистофиброскоп	112 млн сум	20 минут	81%
10	Гастроэнтеромонитор	7,5 млн сум	21 минута	72,50%
11	Гастроманометр	71 млн сум	10 минут	84,50%
12	Кислотный гастрометр	71 млн сум	3 часа	85,50%
13	Ацидогастромонитор	71 млн сум	3 часа	86,50%
14	Saliva	6.5 млн сум	7 минуты	93,5%

Результаты анализа свидетельствуют о высоком потенциале интеграции цифровых решений, подобных Saliva, в практику первичной диагностики, что открывает новые перспективы для повышения доступности медицинских услуг, оптимизации затрат и улучшения качества раннего выявления патологий в системе здравоохранения.

Развитие цифровых устройств, таких как Saliva, демонстрирует высокую перспективность применения технологий искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения в задачах первичной диагностики заболеваний. Использование биохимических показателей, обрабатываемых с помощью

¹ Составлено автором

методов Random Forest, позволяет существенно повысить точность медицинских прогнозов, минимизировать риск диагностических ошибок и ускорить процесс обследования пациентов.

Комплексная оценка экономической эффективности применения цифрового устройства Saliva в диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта показала его значительное преимущество по сравнению с традиционными методами обследования. Использование эконометрических инструментов, включая анализ дисконтированных денежных потоков, расчёт NPV и оценку срока окупаемости инвестиций, подтвердило финансовую устойчивость проекта: при исходных инвестициях в 100 млн сумов и среднем ежегодном денежном потоке в 30–60 млн сумов чистая приведённая стоимость составила +21,8 млн сумов.

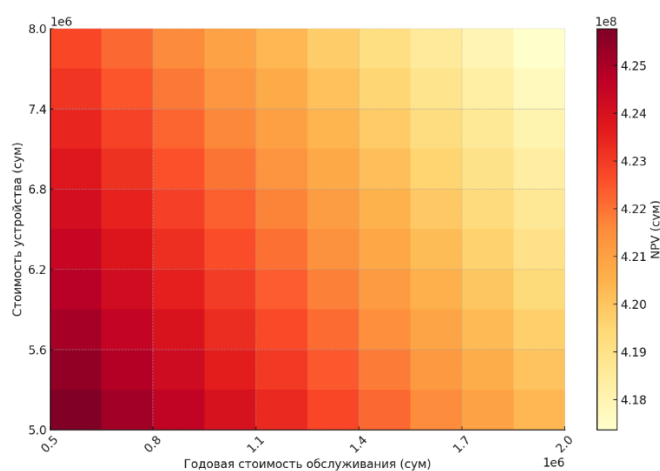


Рисунок 1. Тепловая карта чувствительности чистой приведённой стоимости (NPV) проекта «Saliva» при изменении ключевых финансовых параметров²

Положительное значение NPV указывает на высокую рентабельность внедрения, а чувствительность модели показала устойчивость проекта к внешним рискам. Дополнительно применение СЕА и СВА продемонстрировало, что комплекс Saliva обеспечивает оптимальное соотношение затрат и клинических результатов, сокращает необходимость дорогостоящих инвазивных процедур и снижает нагрузку на систему здравоохранения. Полученные результаты подтверждают, что внедрение устройства способно обеспечить долгосрочные экономические выгоды, повысить точность диагностики и улучшить качество медицинских услуг, что делает его стратегически важным инструментом цифровизации здравоохранения Узбекистана.

Обсуждение результатов подтверждает, что интеллектуальные цифровые технологии необходимо рассматривать как интеграционный элемент в системе здравоохранения, а не как изолированное техническое средство. Их эффективность проявляется в создании единой цифровой среды, где данные о состоянии здоровья пациента становятся основой для управленческих решений, оптимизации ресурсного распределения и повышения прозрачности медицинских процессов. Таким образом, использование устройства Saliva

² Составлено автором

является не только технологическим шагом вперёд, но и экономическим инструментом, укрепляющим устойчивость национальной системы здравоохранения и повышающим её соответствие стратегическим задачам цифровой экономики.

Заключение

Проведённое исследование показало, что внедрение интеллектуальных цифровых устройств в систему здравоохранения Узбекистана является не только технологической инновацией, но и стратегически значимым направлением экономического развития. На примере диагностического комплекса Saliva продемонстрировано, что сочетание сенсорных технологий, алгоритмов машинного обучения и эконометрических методов анализа позволяет обеспечить новое качество первичной диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта, снижая финансовые и временные издержки, оптимизируя использование медицинских ресурсов и повышая точность клинических решений.

Рассчитанные показатели NPV и ROI подтвердили положительный финансовый эффект от интеграции комплекса в медицинскую практику: дисконтированные доходы существенно превышают первоначальные инвестиции, а срок окупаемости соответствует критериям инвестиционной привлекательности. Дополнительные результаты анализа затрат-эффективности (CEA) и затрат-пользы (CBA) выявили, что внедрение устройства формирует устойчивое соотношение между экономическими затратами и клиническими результатами, способствуя не только росту доступности и качества медицинских услуг, но и укреплению финансовой устойчивости системы здравоохранения в целом.

Полученные выводы позволяют утверждать, что интеграция интеллектуальных цифровых решений в национальную медицинскую инфраструктуру должна рассматриваться как приоритетная мера в реализации стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030». Масштабное применение устройств наподобие Saliva способно не только повысить эффективность диагностики и сократить нагрузку на медицинские учреждения, но и сформировать экономический фундамент для дальнейшего развития цифрового здравоохранения, создавая долгосрочные преимущества как для государства и системы здравоохранения, так и для общества в целом.

Список использованной литературы

1. Парето В. Курс политической экономии. – М.: Экономика, 2020. – 412 с.
2. Murillo-Zamorano L.R. Economic efficiency and frontier techniques. – Berlin: Springer, 2019. – 256 p.
3. Mina A., Ramlogan R., Tampubolon G. Mapping evolutionary trajectories: Applications to the growth and transformation of medical knowledge. Research Policy. – 2019. – Vol. 48(7). – P. 1039–1055.
4. Hinton G. Deep learning – A technology with the potential to transform health care. Nature Medicine. – 2018. – Vol. 25(1). – P. 14–20.

5. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. *Nature*. – 2015. – Vol. 521(7553). – P. 436–444.
6. Topol E. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. – New York: Basic Books, 2019. – 400 p.
7. OECD. *Health in the 21st Century: Putting Data to Work for Stronger Health Systems*. – Paris: OECD Publishing, 2019. – 260 p.
8. Всемирная организация здравоохранения. Глобальная стратегия в области цифрового здравоохранения на 2020–2025 гг. – Женева: WHO, 2021. – 68 с.
9. Карпов О.Э., Дьяков В.Г. Цифровая трансформация системы здравоохранения: управленческие и экономические аспекты. – М.: Наука, 2022. – 214 с.
10. Rustamov B., Yusupov A. Digital Health in Uzbekistan: Trends and Prospects. *Central Asian Journal of Medical Sciences*. – 2023. – Vol. 29(2). – P. 55–67.
11. Malamud F., Shankar H., Patel V. Saliva as a diagnostic fluid in health care and disease detection. *Journal of Oral Biology and Medicine*. – 2020. – Vol. 31(4). – P. 219–227.
12. Wang J., Wu J., Li X. Applications of saliva-based biosensors for early disease detection. *Biosensors and Bioelectronics*. – 2021. – Vol. 178. – P. 113–128.