



ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ВОЗМОЖНОСТИ АДАПТАЦИИ ДЛЯ КАЗАХСТАНА

А.Т. Омарова*¹, Ж.М. Зейнуллина², Л. Никола-Гаврилла³

^{1,2}Карагандинский национальный исследовательский университет
им. академика Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан;

³Университет Спиру Харет, город Крайова, Румыния.

E-mail: ¹ainuraphd@mail.ru, ²zhanar_z_e@mail.ru, ³laura.gavrila73@gmail.com

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена ускоряющейся цифровой трансформацией здравоохранения и ростом роли искусственного интеллекта как инструмента повышения эффективности медицинских систем. Международный опыт показывает, что успешная интеграция ИИ требует не только технологической готовности, но и финансовой устойчивости отрасли, что особенно важно для стран с развивающейся экономикой, включая Республику Казахстан.

Целью исследования является сравнительный анализ зарубежных моделей внедрения ИИ в здравоохранении и оценка экономических условий цифровизации на основе показателей финансирования здравоохранения Республики Казахстан.

Методы исследования включают сравнительный институциональный анализ международных практик, статистический анализ временных рядов, расчет приростов и темпов роста доходов и расходов здравоохранения, корреляционный анализ на приростах показателей и построение линейной регрессионной модели зависимости расходов от доходной динамики.

Результаты исследования показывают устойчивый рост финансирования здравоохранения в РК при сохранении бюджетной сбалансированности, однако динамика приростов выявляет чередование периодов расширения и сжатия финансового запаса. Выявлена сильная положительная связь между изменениями доходов и расходов, что указывает на высокую зависимость масштабов развития системы от ресурсной базы.

Выводы исследования подтверждают, что экономическая устойчивость здравоохранения является ключевым условием масштабирования ИИ. Рациональное использование финансовых окон и приоритизация проектов с измеримым эффектом позволяют обеспечить технологическое развитие без нарушения бюджетного баланса. Полученные результаты могут быть использованы при формировании национальной и региональной политики цифровой трансформации здравоохранения.

Ключевые слова: цифровизация, здравоохранение, финансовая устойчивость, управление, искусственный интеллект, интеграция, бюджетная политика

Received 17.02.2025. Revised 02.03.2026. Accepted 20.05.2026. Available online 30.06.2026

*автор для корреспонденции

Введение

Цифровая трансформация здравоохранения становится одним из ключевых факторов повышения эффективности медицинских систем в XXI веке, а искусственный интеллект (ИИ) выступает центральным инструментом этой трансформации. Алгоритмы машинного обучения уже применяются для ранней диагностики заболеваний, анализа медицинских изображений, прогнозирования рисков, оптимизации маршрутизации пациентов и автоматизации административных процессов. В результате ИИ перестает рассматриваться как экспериментальная технология и становится элементом системного управления здравоохранением, влияя не только на клинические исходы, но и на экономическую устойчивость отрасли.

Международная практика показывает, что успешная интеграция ИИ зависит не столько от наличия технологий, сколько от институциональных и экономических условий: цифровой инфраструктуры данных, регуляторной среды, механизмов финансирования инноваций, кадровой готовности и способности системы масштабировать пилотные решения. Лидирующие страны демонстрируют разные модели внедрения - от централизованного госуправления цифровыми платформами до рыночных экосистем с жестким регуляторным контролем безопасности медицинских ИИ-решений. Сравнение этих моделей позволяет выявить универсальные факторы успеха и типовые барьеры, препятствующие внедрению.

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что для стран с развивающейся экономикой, включая Республику Казахстан, вопрос интеграции ИИ напрямую связан с задачами повышения эффективности использования бюджетных ресурсов, устойчивости системы здравоохранения и качества медицинских услуг. Изучение зарубежного опыта позволяет определить направления, в которых применение ИИ может дать наибольший экономический и социальный эффект, а также сформировать практические ориентиры для национальной и региональной политики цифровизации здравоохранения.

Целью исследования является проведение сравнительного анализа зарубежных стран в части успешной интеграции ИИ в систему здравоохранения с выявлением институциональных, финансовых и управленческих факторов, обеспечивающих устойчивое внедрение технологий. Результаты анализа направлены на формирование рекомендаций, применимых к условиям национальной системы здравоохранения, с учетом экономических ограничений и приоритетов государственной политики.

Сравнительный анализ международных моделей позволяет адаптировать проверенные управленческие решения к условиям национальной системы здравоохранения, снижая риски неэффективных инвестиций и фрагментарных цифровых инициатив. Практические выводы исследования ориентированы на повышение экономической устойчивости здравоохранения за счет внедрения ИИ-решений, обеспечивающих оптимизацию расходов, повышение производительности медицинского персонала, сокращение времени диагностики и улучшение качества медицинских услуг. Кроме того, исследование создает аналитическую основу для межотраслевого взаимодействия в сфере цифровой экономики, позволяя интегрировать медицинские ИИ-системы в более широкий контекст государственной политики в области инноваций, управления данными и развития человеческого капитала.

Научная новизна исследования заключается в разработке подхода к оценке экономической готовности системы здравоохранения РК внедрению технологий ИИ на основе анализа финансовой устойчивости отрасли, выявлении финансовых возможностей для реализации цифровых проектов и построении модели зависимости потенциала цифровой трансформации от динамики доходов и расходов здравоохранения.

Обзор литературы

Растущая сложность и эксплуатационные требования современных систем здравоохранения значительно увеличивают использование ресурсов и связанные с этим затраты. Эта тенденция подчеркивает

необходимость инновационных подходов к оптимизации рабочих процессов и повышению эффективности принятия решений. С этой точки зрения в исследовании Zota RD, Cîmpeanu IA, Lungu MA. (2025) рассматривается, как искусственный интеллект (ИИ) может способствовать повышению эффективности и доступности информации в области медицины.

Здравоохранение занимает особое положение в обществе, поскольку оно не только обеспечивает благополучие отдельных людей, но и сохраняет функциональные возможности и социально-экономический потенциал всего населения. В последние годы спрос на медицинские услуги значительно вырос, что обусловлено демографическими изменениями, эпидемиологическими сдвигами и возросшими ожиданиями общественности. В результате масштабы и сложность систем здравоохранения возросли, что часто сопровождается ростом эксплуатационных расходов и структурной неэффективности (Li et al., 2021). В этом контексте необходимость оказания эффективной и высококачественной медицинской помощи становится все более актуальной.

Одним из важнейших факторов, определяющих эффективность и качество здравоохранения, являются медицинские технологии (Zhang & Navimipour, 2022). В последние годы наблюдается стремительное распространение передовых медицинских инструментов и платформ, предназначенных для оказания высококачественной медицинской помощи пациентам во все более динамичных клинических условиях. Эти инновации - от диагностических алгоритмов до систем поддержки принятия решений - способны оптимизировать рабочие процессы, уменьшить количество ошибок и улучшить результаты лечения пациентов. Однако, учитывая их центральную роль в оказании влияния как на структуру затрат, так и на клиническую эффективность, интеграция и оценка таких технологий требуют тщательного и систематического внимания.

Растущая сложность современных систем здравоохранения ставит перед медицинскими учреждениями по всему миру серьезные операционные и стратегические задачи. По мере роста числа пациентов, увеличения объема медицинских данных и повышения ожиданий в отношении высококачественной медицинской помощи медицинские работники находятся под постоянным давлением, требуя предоставления своевременных, точных и эффективных услуг. Это давление привело к значительному увеличению использования клинических и административных ресурсов, что часто сопровождается ростом операционных расходов и неэффективностью рабочего процесса (Ullah et al., 2023).

В этом меняющемся контексте цифровая трансформация стала центральным направлением усилий по оптимизации оказания медицинской помощи. Одной из наиболее многообещающих технологий, способствующих этой трансформации, является искусственный интеллект (ИИ), обладающий потенциалом для улучшения процесса принятия клинических решений, автоматизации рутинных процессов и повышения доступности данных на различных платформах (Anamaria et al., 2023). От диагностической визуализации и прогностической аналитики до вовлечения пациентов и распределения ресурсов - системы искусственного интеллекта все чаще внедряются в инфраструктуру здравоохранения с целью улучшения результатов и операционной эффективности (Alowais et al., 2023).

Опыт зарубежных стран показывает, что успешная интеграция ИИ в здравоохранение опирается не только на внедрение отдельных цифровых решений (радиология, triage, прогнозирование рисков), но прежде всего на системные условия:

- качество и связанность медицинских данных;
- регуляторные механизмы безопасности;
- устойчивое финансирование и измеримые эффекты для пациента и системы (снижение времени диагностики, повышение выявляемости, оптимизация маршрутизации и нагрузки на персонал).

В этой логике ИИ выступает не целью, а инструментом достижения конкретных результатов - улучшения доступности и качества помощи при рациональном использовании ресурсов. Цифровая трансформация – это непрерывный процесс, который может создать возможности в секторе здравоохранения при условии наличия необходимой инфраструктуры и обучения. Gjellebaek C. et al. (2020) утверждают, что новые цифровые технологии смещают здравоохранение в сторону цифровизации, принося значительные выгоды пациентам и инфраструктуре здравоохранения. В некоторых странах, таких как Соединенные Штаты, правительство предоставляет стимулы для «эффективного использования» технологий электронного

здравоохранения, но их результаты остаются неопределенными (Eden R., Burton-Jones A., Scott I., Staib A., Sullivan C., 2018). В США система возмещения расходов в здравоохранении (государственные и частные страховщики) определяет, можно ли устойчиво внедрять новые технологии, такие как программное обеспечение на базе ИИ. В системе здравоохранения США внедрение новых технологий часто зависит от возмещения расходов со стороны Medicare и частных страховщиков.

Сегодня цифровая трансформация в здравоохранении стремительно распространяется и консолидируется. По данным Gopal G. et al. (2019), здравоохранение имеет самый низкий уровень цифровых инноваций по сравнению с другими отраслями, такими как медиа, финансы, страхование и розничная торговля, что способствует ограниченному росту производительности труда. В недавнем исследовании Ferrigno et al. (2023) определили цифровую трансформацию как будущую область исследований, актуальную для темы Индустрии 4.0. Такой рост исследований подчеркивает необходимость лучшего понимания того, как технологии могут решать текущие вызовы и проблемы в системе здравоохранения (Marques C.P., Ferreira J.M., 2020), (Kraus S., Schiavone F., Pluzhnikova A., Invernizzi A.C., 2021).

Цифровизация, способствующая расширению форм и объема предоставления социальных услуг, оказывает комплексное влияние на здравоохранение, подчеркивая важность интеграции цифровых решений в сферы комплексного социального обеспечения для достижения синергетического эффекта. Несмотря на достигнутый в последние десятилетия прогресс, исследования показывают, что во многих странах мира по-прежнему сохраняются неудовлетворенные потребности населения в медицинской помощи (le Roux et al., 2020). Данные проблемы усиливают нагрузку на систему и требуют дополнительных финансовых ресурсов, что делает вопрос эффективности их использования особенно актуальным.

В последние годы возрастает количество работ казахстанских авторов, посвященных вопросам цифровой трансформации медицинской отрасли, внедрения информационных систем и развитию технологий ИИ в системе здравоохранения. S. Svetlanova, I. Karibayeva, S. Aliyeva и соавторы (2026) подчеркивают, что несмотря на развитие электронного здравоохранения и медицинских информационных систем, уровень практической интеграции ИИ в медицинские процессы остается ограниченным. Исследование показывает, что ключевыми барьерами выступают недостаточная связанность данных, ограниченная цифровая зрелость отдельных медицинских организаций и необходимость совершенствования механизмов регулирования применения ИИ. Kusmoldayeva, Z., Spanov, M., Mukhamediyeva, G., Baimbetova, A., & Sugirova, G. (2024) утверждают, что эффективность цифровой трансформации напрямую зависит от уровня инновационной активности отрасли, объемов инвестиций и способности системы здравоохранения адаптировать современные технологические решения к существующим организационным процессам, делая выводы о необходимости усиления инвестиционной поддержки цифровых инициатив и развития механизмов управления инновациями в медицинской сфере Казахстана. В Казахстане за последние годы значительно ускорилось внедрение цифровых технологий в медицинскую практику. Это привело к росту потребности в специалистах, обладающих компетенциями в области цифрового здравоохранения, анализа данных искусственного интеллекта (WHO, 2023).

Анализ работ казахстанских авторов показывает, что основными направлениями современных исследований являются цифровизация медицинской инфраструктуры, развитие ИИ, совершенствование нормативного регулирования, подготовка кадров и обеспечение финансовой устойчивости цифровой трансформации здравоохранения. Вместе с тем вопросы оценки экономической готовности системы здравоохранения к масштабному внедрению ИИ остаются недостаточно изученными, определяя научную актуальность исследования.

Таким образом, цифровые технологии и решения на основе искусственного интеллекта, при адекватном финансировании и эффективном управлении, выступают инструментом не только модернизации здравоохранения, но и повышения производительности труда, оптимизации затрат и сокращения неравенства в доступе к медицинским услугам.

Методы исследования

Методологической основой исследования является системный и экономико-статистический подход к анализу цифровой трансформации здравоохранения. В работе использованы методы сравнительного

анализа международных практик интеграции искусственного интеллекта, а также методы количественной оценки финансовой устойчивости системы здравоохранения Республики Казахстан.

Для анализа динамики финансирования применялись методы статистического анализа временных рядов, включая расчет абсолютных приростов, темпов роста и структурных показателей, характеризующих устойчивость бюджетного баланса. Финансовая сбалансированность оценивалась через коэффициент покрытия расходов доходами и динамику сальдо финансирования.

Для выявления взаимосвязей между изменениями доходов и расходов использовались методы корреляционного анализа на приростах показателей, позволяя снизить эффект тренда и оценить синхронность финансовых изменений. Дополнительно была построена линейная регрессионная модель, отражающая зависимость прироста расходов от прироста доходов, с расчетом коэффициентов модели и показателей качества аппроксимации (R^2).

Сравнительный международный анализ проводился на основе методов институционального и функционального сопоставления, включающего изучение зарубежных моделей внедрения ИИ в здравоохранении, регуляторных механизмов, финансовых инструментов и цифровой инфраструктуры. Это позволило выделить универсальные факторы успеха и типовые барьеры цифровой трансформации.

Комплексное применение указанных методов обеспечило связь между макроэкономическими параметрами финансирования здравоохранения и возможностями внедрения цифровых технологий, дав основу для формирования практических рекомендаций по экономически обоснованной интеграции ИИ в национальную систему здравоохранения.

Результаты и Обсуждение

Сравнительный анализ зарубежных стран показывает, что успешная интеграция ИИ в здравоохранение - это системная трансформация, требующая устойчивого финансирования, цифровой инфраструктуры, регуляторных процедур безопасности и постоянной оценки эффекта. Исследование направлено на выявление роли цифровизации в формировании экономической устойчивости, как в целом Республики Казахстан, так и регионов РК с учетом экономических факторов, позволяя сформировать практические рекомендации для национальной и региональной экономической политики.

При этом ориентир по достаточности ресурсов задают международные подходы. В аналитическом обзоре ВОЗ подчеркивается, что для нормального функционирования системы и прогресса к всеобщему охвату здравоохранением обычно требуется уровень государственных расходов на здравоохранение порядка ~5% ВВП и выше. ВОЗ указывает, что для сокращения разрывов охвата странам важно увеличить расходы на первичную медико-санитарную помощь минимум на 1% ВВП, что напрямую связано с готовностью внедрять цифровые решения и ИИ на уровне первичного звена. В развитых экономиках фактические уровни совокупных расходов на здравоохранение часто находятся вблизи 8–10% ВВП (по странам ОЭСР). По рекомендациям ВОЗ, для нормального функционирования системы при бюджетном финансировании минимальный уровень расходов на здравоохранение должен составлять 6–9% к ВВП в развитых государствах и не менее 5% к ВВП в развивающихся странах (Рисунок 1) (Halyk Finance, 2024).



Рисунок 1 – Государственные расходы на здравоохранение в % от ВВП в странах ОЭСР

Примечание: составлено авторами на основе (Бюро национальной статистики РК, 2026)

В настоящее время наблюдается цифровая трансформация системы управления в сфере здравоохранения, включающая развитие информационно-коммуникационной инфраструктуры на основе новых технологий, укрепление информационной безопасности, а также развитие цифровых навыков и компетенций персонала. Реализация данных процессов напрямую зависит от структуры и приоритетов финансирования здравоохранения, поскольку внедрение и сопровождение цифровых решений требуют устойчивых бюджетных и страховых источников, а также целевых инвестиционных программ.

Сравнительный анализ зарубежных стран показывает, что успешная интеграция ИИ в здравоохранение опирается на измеримые показатели: наличие устойчивого финансирования, развитой цифровой инфраструктуры данных и механизмов оценки эффективности (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная статистика интеграции ИИ в здравоохранение

Страна	Программы, показатели	Интеграция ИИ в здравоохранение
США	1 247 ИИ-медицинских изделий в публичном списке FDA (Department of Health and Social Care, 2026)	Высокая регуляторная пропускная способность рынка (особенно в радиологии)
Великобритания	Программа AI in Health & Care Award: £140 млн на 3 года (Ministry of Health Singapore, 2026)	Сильная модель госфинансирования + стандартизация оценки через NHS England
Сингапур	Ministry of Health Singapore планирует масштабировать ИИ для imaging по всей системе; создана единая платформа (Korea Biomedical Review, 2025)	Успех через централизованное масштабирование
Сингапур (практика платформы)	Платформа AimSG развернута в 2023г., на данный момент CXR-модель введена в эксплуатацию в 2 государственных больницах	Показатель реального внедрения в workflow

Южная Корея	В 2024г. назначено 15 AI-продуктов как “innovative medical devices”, в 2025 – 25 г. (по отраслевому обзору) (Digital technologies ensuring continuity in access to essential medicines, 2021)	Быстро растет поток клинически значимых AI-медицинских изделий (в т.ч. упоминается genAI-устройство)
Эстония (цифровая база)	99% рецептов — электронные (2021, кейс-стади В03 (OECD, 2025)	Сильная цифровая инфраструктура (e-Rx, EHR) - легче масштабировать ИИ
Эстония (охват страхованием)	Соцмедицинское страхование покрывает около 94% населения (Israel Innovation Authority, 2026)	Высокий охват упрощает системное внедрение (единые закупки/стандарты)
Израиль (экосистема AI+health)	В секторе AI & healthcare 600+ компаний, из них ~380 (частичная автоматизация), ~80 (AI-решения для принятия решений) (European Commission, 2024)	Сильная инновационная экосистема - много решений, быстрые итерации и клинические партнерства
ЕС (цифровая зрелость eHealth)	В Digital Decade eHealth Indicator: зрелость ePrescription 85%; медицинские изображения - 26% (слабое место)	Для ИИ в imaging обмен изображениями/данными между системами
ЕС (охват доступа к EHR)	20 стран ЕС (74%) сообщают, что 80–100% населения технически может пользоваться онлайн-доступом к EHR (Бюро национальной статистики РК, 2026)	Высокая база для масштабирования AI-сервисов вокруг EHR (но качество/интероперабельность разнятся)

Примечание: составлено авторами на основе источников

Для перехода от международных практик к условиям Республики Казахстан целесообразно опираться на количественные параметры отечественной системы, прежде всего, на динамику доходов и расходов здравоохранения, сальдо финансирования и коэффициент покрытия. Такой анализ позволит связать международные подходы с реальными финансовыми возможностями РК, выявить возможности для масштабирования ИИ, а также определить направления, где внедрение ИИ будет экономически обоснованным с позиции бюджетной политики:

- снижение издержек и потерь времени;
- оптимизация маршрутизации пациентов;
- повышение производительности труда;
- уменьшение повторных обращений и ошибок;
- ускорение диагностики и управления потоками (Таблица 2) .

Таблица 2 – Показатели финансирования здравоохранения РК

Год	Доходы здравоохранения, тыс. тг	Расходы здравоохранения, тыс. тг	Сальдо финансирования, тыс. тг	Коэффициент покрытия расходов доходами
2018	1 228 928 217	1 205 826 530	23 101 687	1,019158
2019	1 421 798 202	1 415 062 626	6 735 576	1,004760

2020	1 961 092 762	1 913 027 212	48 065 550	1,025125
2021	2 818 644 308	2 690 156 445	128 487 863	1,047762
2022	2 905 003 376	2 876 841 339	28 162 037	1,009789
2023	3 471 225 241	3 345 687 913	125 537 328	1,037522
2024	3 811 466 957	3 703 837 187	107 629 770	1,029059
2025	4 365 135 349	4 202 299 237	162 836 112	1,0388

Примечание: составлено авторами на основе (Бюро национальной статистики РК, 2026)

По данным таблицы за 2018–2024 гг. финансирование здравоохранения в РК характеризуется устойчивым расширением ресурсной базы: доходы выросли с 1,23 до 3,81 трлн тг, расходы - с 1,21 до 3,70 трлн тг (рост более чем в 3 раза). Во все годы сохраняется положительное сальдо и коэффициент покрытия расходов доходами превышает 1 (1,005–1,048), указывая на общую финансовую сбалансированность сектора и наличие минимального резерва.

Наиболее выраженный рост доходов и расходов наблюдался в 2020–2021гг., сопровождаясь увеличением профицита и повышением финансовой устойчивости. В 2022г. отмечается замедление доходов при более высоком росте расходов, приведя к сокращению профицита и снижению запаса прочности. В 2023 г. баланс улучшился, однако в 2024 г. расходы вновь растут немного быстрее доходов, сигнализируя о риске дальнейшего сжатия профицита и повышая значимость приоритизации мер по эффективности, включая цифровизацию и внедрение ИИ, ориентированные на измеримый экономический и управленческий эффект.

Для более глубокой интерпретации финансовой устойчивости недостаточно оценивать только абсолютные объемы доходов и расходов. Одинаковые значения покрытия могут скрывать разные траектории развития, поэтому авторами были рассмотрены темпы роста и абсолютного прироста показателей, поскольку:

- именно они отражают скорость расширения ресурсной базы здравоохранения;
- выявляют периоды ускорения и замедления финансирования;
- позволяют зафиксировать, опережают ли расходы доходы (повышая риск сжатия профицита) или, напротив, доходная база растет быстрее, создавая финансовое окно для инвестиций в цифровизацию и внедрение ИИ (Рисунок 2).

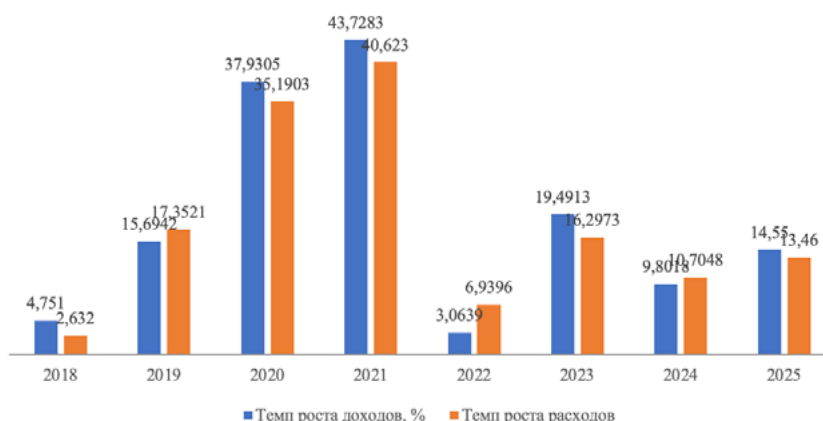


Рисунок 2 – Изменение темпов роста и прироста, %

Примечание: составлено авторами на основе произведенных расчетов

Использование приростов доходов и расходов здравоохранения позволяет оценить не только текущее

состояние финансовой системы отрасли, но и ее способность адаптироваться к новым технологическим вызовам, включая внедрение ИИ. В отличие от абсолютных показателей, отражающих масштаб финансирования, приросты характеризуют динамику формирования финансовых ресурсов и позволяют выявить периоды усиления или ослабления инвестиционного потенциала системы здравоохранения.

Использование приростов доходов и расходов здравоохранения позволяет перейти от статического описания объемов финансирования к анализу динамики бюджетной устойчивости, что критически важно в контексте цифровизации и внедрения ИИ. Абсолютные значения показывают масштаб системы, тогда как приросты отражают скорость изменения ресурсной базы и позволяют выявить периоды расширения или сжатия финансовых возможностей отрасли (Таблица 3).

Таблица 3 – Показатели прироста (Δ) доходов и расходов, тыс. тг

Год	Δ Доходы	Δ Расходы	Δ (Доходы–Расходы)
2019	192 869 985	209 236 096	–16 366 111
2020	539 294 560	497 964 586	+41 329 974
2021	857 551 546	777 129 233	+80 422 313
2022	86 359 068	186 684 894	–100 325 826
2023	566 221 865	468 846 574	+97 375 291
2024	340 241 716	358 149 274	–17 907 558
2025	553 668 392	498 462 050	+55 206 342

Примечание: составлено авторами на основе (Бюро национальной статистики РК, 2026)

В соответствии с данными таблицы 3, в 2020-2021гг. и 2023г. наблюдалось превышение прироста доходов над приростом расходов. Это привело к формированию дополнительного финансового ресурса в размере от 41,3 до 97,4 млрд тенге. С экономической точки зрения данные периоды можно рассматривать как наиболее благоприятные для реализации проектов цифровой трансформации, требующих значительных первоначальных инвестиций в цифровую инфраструктуру, медицинские информационные системы, облачные платформы, технологии анализа больших данных и решения на основе ИИ. Однако в 2019 г., 2022 и 2024 гг. расходы росли быстрее доходов, свидетельствуя о снижении финансовой гибкости системы и необходимости более тщательного отбора цифровых инициатив с высокой экономической отдачей.

При увеличении прироста доходов на 1 тенге прирост расходов в среднем увеличивается на 0,767 тенге. Если Δ Доходы больше на 100 млрд тг (это 100 000 000 тыс. тг), то Δ Расходы в среднем больше примерно на 76,7 млрд тг, при прочих равных (Таблица 4).

Таблица 4 – Результаты регрессии Δ Расходы ~ Δ Доходы

Параметр	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-статистика	p-value	95% ДИ
β_0 (константа)	86 094 204	30 040 054	2,866	0,0457	[2 689 645; 169 498 763]
β_1 (Δ Доходы)	0,767	0,0599	12,801	0,000215	[0,601; 0,934]

Примечание: составлено авторами на основе произведенных расчетов

Корреляция на приростах (Пирсон):
 $r(\Delta \text{Расходы}, \Delta \text{Доходы}) \approx 0,988$

Полученное значение коэффициента корреляции ($r = 0,988$) свидетельствует об очень сильной положительной связи между приростами доходов и расходов здравоохранения, означая, что в рассматриваемом периоде увеличение доходной базы практически синхронно сопровождается ростом расходов. Система функционирует в режиме тесной финансовой зависимости расходов от доходов, подтверждая управляемый характер бюджетной динамики.

В контексте цифровизации и внедрения ИИ это указывает на то, что расширение инвестиционных возможностей здравоохранения напрямую связано с ростом доходов. Периоды ускорения доходной динамики формируют финансовое пространство для технологических вложений, тогда как замедление доходов ограничивает масштаб цифровых инициатив.

Оценка (OLS) на 2019–2024гг:

$$\Delta \text{Расходы} = 86094200 + 0,767 \cdot \Delta \text{Доходы} \\ R^2 \approx 0,976$$

Анализ финансирования здравоохранения РК за 2018–2025 гг. показывает устойчивый рост доходов и расходов (более чем в 3 раза) при сохранении положительного сальдо и коэффициента покрытия >1 , подтверждая финансовую сбалансированность сектора. Однако динамика приростов выявляет цикличность запаса прочности: в 2020–2021гг. и 2023 гг. прирост доходов опережал прирост расходов, формируя финансовое окно для инвестиций в цифровизацию и ИИ, тогда как в 2019г., 2022г. и 2024г. расходы росли быстрее доходов, сужая ресурс для технологических вложений и повышая требования к их окупаемости.

Корреляция на приростах ($r \approx 0,988$) и регрессия $\Delta \text{Расходы} \sim \Delta \text{Доходы}$ ($\beta_1 \approx 0,767$; $R^2 \approx 0,976$) показывают, что расходы почти синхронно следуют за доходной базой. Коэффициент регрессии $\beta_1 \approx 0,767$ показывает, что при увеличении прироста доходов на 1 тенге расходы в среднем возрастают 0,767.

Следовательно, масштаб внедрения ИИ в здравоохранении должен планироваться как часть бюджетной политики, а не как разрозненные пилоты, с обязательной привязкой к измеримому эффекту (качество, доступность, производительность, экономия ресурсов).

Проведенный анализ показал, что устойчивый рост финансирования системы здравоохранения РК создает необходимые предпосылки для дальнейшей цифровой трансформации и внедрения технологий ИИ. При этом выявленная сильная положительная зависимость между динамикой доходов и расходов здравоохранения свидетельствует о высокой чувствительности развития отрасли к изменению финансовой базы. Это означает, что масштабирование ИИ-проектов в значительной степени определяется не только технологической готовностью, но и наличием устойчивых источников финансирования.

Особого внимания заслуживает тот факт, что периоды наиболее интенсивного роста доходов сопровождались расширением расходов на здравоохранение, формируя так называемые финансовые окна возможностей для реализации капиталоемких цифровых проектов. Это означает, что внедрение систем поддержки принятия врачебных решений, интеллектуальной диагностики, обработки медицинских изображений и предиктивной аналитики целесообразно синхронизировать с этапами роста бюджетных поступлений и увеличения объемов финансирования отрасли.

Полученные результаты позволили сделать вывод о необходимости перехода от фрагментарного внедрения отдельных цифровых решений к формированию комплексной экосистемы ИИ в здравоохранении. Зарубежный опыт показывает, что наибольший эффект достигается не за счет внедрения отдельных алгоритмов, а благодаря интеграции ИИ в единую систему управления медицинскими данными, маршрутизацией пациентов, распределением ресурсов и поддержкой клинических решений. В этих условиях финансовая устойчивость становится важнейшим институциональным фактором масштабирования цифровых технологий.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенный подход позволяет использовать показатели финансовой устойчивости здравоохранения в качестве инструмента оценки

готовности системы к внедрению ИИ. Полученные результаты могут быть применены Министерством здравоохранения РК, Фондом социального медицинского страхования и региональными управлениями здравоохранения для определения проектов и формирования программ цифровой трансформации отрасли. Кроме того, выявленные закономерности могут служить основой для разработки механизма поэтапного внедрения ИИ, ориентированного на достижение измеримых социально-экономических эффектов:

- сокращение времени диагностики;
- повышение доступности медицинской помощи;
- оптимизацию нагрузки на медицинский персонал;
- повышение эффективности использования бюджетных средств.

Цифровая трансформация здравоохранения должна рассматривать как элемент долгосрочной бюджетной стратегии, ориентированной на достижение измеримых социально-экономических эффектов.

Заключение

Проведенный анализ показал, что успешное внедрение технологий ИИ напрямую зависит от финансовой устойчивости отрасли и способности системы здравоохранения обеспечивать долгосрочное финансирование цифровых проектов. В связи с этим выявленные закономерности между динамикой доходов и расходов могут быть использованы в качестве инструмента оценки готовности отрасли к реализации масштабных цифровых инициатив.

Авторами предложена экономико-аналитическая модель оценки готовности системы здравоохранения к внедрению ИИ, объединяющая показатели финансовой устойчивости, динамики бюджетного финансирования и потенциала цифровой трансформации отрасли. Модель позволяет идентифицировать периоды максимальной инвестиционной готовности здравоохранения к внедрению ИИ и может использоваться в качестве инструмента поддержки принятия решений при формировании государственной политики цифровизации медицинской сферы.

Авторский вклад исследования состоит:

1. в систематизации зарубежных моделей внедрения ИИ в здравоохранении и их адаптации к условиям РК;
2. в проведении сравнительного институционального анализа международного опыта цифровой трансформации медицинской отрасли;
3. в выполнении статистического и корреляционно-регрессионного анализа показателей финансирования здравоохранения за исследуемый период;
4. в разработке авторского подхода к выявлению финансовых условий и временных периодов, наиболее благоприятных для внедрения технологий ИИ;
5. в формировании практических рекомендаций по обеспечению экономически устойчивого внедрения ИИ в систему здравоохранения Казахстана.

Финансирование здравоохранения Республики Казахстан в 2018–2024 гг. характеризуется устойчивым ростом при сохранении бюджетной сбалансированности, однако динамика приростов выявляет чередование периодов расширения и сжатия финансового запаса, напрямую влияя на возможности цифровизации и внедрения ИИ. Положительная связь между приростами доходов и расходов свидетельствует о высокой зависимости масштабов развития системы от ресурсной базы, поэтому внедрение ИИ должно рассматриваться не как изолированная технологическая инициатива, а как элемент финансовой стратегии здравоохранения. Наиболее благоприятные периоды для масштабных инвестиций в цифровые решения возникают при опережающем росте доходов, тогда как в фазах опережающего роста расходов приоритет следует отдавать ИИ-проектам с быстрым измеримым экономическим эффектом.

Таким образом, устойчивость системы здравоохранения и эффективность цифровой трансформации взаимосвязаны, а рациональное использование финансовых окон становится ключевым условием экономически обоснованного внедрения ИИ на национальном и региональном уровнях.

На основе проведенного анализа авторами были даны рекомендации по внедрению цифровизации и ИИ:

1. Ввести обязательную “экономическую оценку” ИИ-проектов перед масштабированием (для каждого решения закрепить минимальный пакет KPI):

- клинические - чувствительность/специфичность, снижение осложнений, повторных госпитализаций;
- операционные - время диагностики/ожидания, нагрузка на врача, длительность пребывания;
- экономические - стоимость случая/пациента, экономия фонда оплаты труда/ресурсов, ROI/NPV, срок окупаемости;

- риски - bias, безопасность, отказоустойчивость, киберриски, контроль качества данных.

2. Сфокусировать ИИ на задачах, которые дают максимальный эффект для устойчивости:

- радиология/скрининг (ускорение чтения, triage, снижение пропусков);
- прогнозирование рисков (повторные госпитализации, осложнения, хронические заболевания);
- маршрутизация и triage (приемные отделения, ПМСП, телемедицина);
- автоматизация административных процессов (кодирование, выписки, отчетность, закупки).

3. Закрепить модель финансирования жизненного цикла ИИ.

4. Связать цифровизацию ИИ с экономической устойчивостью регионов:

- вводить региональные паспорта цифровой зрелости (данные, кадры, инфраструктура);
- применять принцип: сначала выравнивание цифровой базы, затем масштабирование ИИ;
- сравнивать регионы по эффекту: экономия затрат, рост доступности, снижение очередей.

Предложенный методический подход может использоваться в качестве инструмента мониторинга эффективности цифровой трансформации здравоохранения, оценки экономической целесообразности внедрения ИИ и формирования долгосрочных стратегий технологического развития отрасли. Практическая реализация данных рекомендаций будет способствовать повышению устойчивости системы здравоохранения, более рациональному использованию финансовых ресурсов и достижению целей национальной политики цифровизации.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках реализации научного проекта AP26197239 «Влияние и оценка искусственного интеллекта на производительность труда как драйвера развития казахстанской экономики», финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям и несут ответственность за все аспекты работы.

Список литературы

1. Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). Research commentary: The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information Systems Research*, 21(4), 796–809. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0327>
2. Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., Aldairem, A., Alrashed, M., Bin Saleh, K., & Badreldin, H. A. (2023). Revolutionizing healthcare: The role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Medical Education*, 23, Article 689. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z>
3. Anamaria, N., Monica Mihaela, M. M., & Cristina, M. (2023). Artificial intelligence: Friend or foe? Experts' concerns on European AI Act. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 57, 5–22. <https://doi.org/10.24818/18423264/57.3.23.01>
4. Department of Health and Social Care. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/news/36-million-boost-for-ai-technologies-to-revolutionise-nhs-care>
5. Digital Decade 2024: eHealth Indicator Study. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2024-ehealth-indicator-study>

6. Digital technologies ensuring continuity in access to essential medicines. (2026, February 1). Retrieved from file:///C:/Users/User/Downloads/Estonia-Digital-technologies-ensuring-continuity-in-access-to-essential-medicines-during-the-COVID-19-pandemic-(2021).pdf
7. Eden, R., Burton-Jones, A., Scott, I., Staib, A., & Sullivan, C. (2018). Effects of eHealth on hospital practice: Synthesis of the current literature. *Australian Health Review*, 42(5), 568–578. <https://doi.org/10.1071/AH17255>
8. FDA's Latest Lists for Digital Health Technologies. (2026, February 1). Retrieved from <https://www.thefdalawblog.com/2025/07/fdas-latest-lists-for-digital-health-technologies/>
9. Ferrigno, G., Del Sarto, N., Piccaluga, A., & Baroncelli, A. (2023). Industry 4.0 base technologies and business models: A bibliometric analysis. *European Journal of Innovation Management*, 26(7), 502–526. <https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2023-0107>
10. Gjellebæk, C., Svensson, A., Bjørkquist, C., Fladeby, N., & Grundén, K. (2020). Management challenges for future digitalization of healthcare services. *Futures*, 124, Article 102636. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102636>
11. Gopal, G., Suter-Crazzolara, C., Toldo, L., & Eberhardt, W. (2019). Digital transformation in healthcare: Architectures of present and future information technologies. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 57(3), 328–335. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0658>
12. Implementation of AI in Healthcare and Medicine. (2026, February 1). Retrieved from <https://innovationisrael.org.il/en/ai-in-healthcare/>
13. Korean regulator designates 45 innovative medical devices in 2025, up 50 percent. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://www.koreabiomed.com/news/articleViewAmp.html?idxno=30473>
14. Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. C. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, 123, 557–567. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>
15. Kusmoldayeva, Z., Spanov, M., Mukhamediyeva, G., Baimbetova, A., & Sugirova, G. (2024). Managing healthcare innovation activities in Kazakhstan for optimal effectiveness. *Journal of the International Council for Small Business*, 5(4), 372–389. <https://doi.org/10.1080/26437015.2024.2370416>
16. Le Roux, K. W., Almirol, E., Rezvan, P. H., Le Roux, I. M., Mbewu, N., Dippenaar, E., Stansert-Katzen, L., Baker, V., Tomlinson, M., & Rotheram-Borus, M. (2020). Community health workers impact on maternal and child health outcomes in rural South Africa: A non-randomized two-group comparison study. *BMC Public Health*, 20(1), 1–14.
17. Li, W., Chai, Y., Khan, F., Jan, S. R. U., Verma, S., Menon, V. G., & Kavita, L. (2021). A comprehensive survey on machine learning-based big data analytics for IoT-enabled smart healthcare system. *Mobile Networks and Applications*, 26, 234–252. <https://doi.org/10.1007/s11036-020-01700-6>
18. Marques, I. C. P., & Ferreira, J. M. (2020). Digital transformation in the area of health: Systematic review of 45 years of evolution. *Health and Technology*, 10, 575–586. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00402-8>
19. Nawabi, J., Eminovic, S., Weissflog, J. S., Guelen, M. S., Desser, D., Meddeb, A., Bressem, K., & Payabvash, S. (2026). Artificial intelligence in radiology: A comparative analysis of reimbursement and regulatory developments in the US and EU. *European Journal of Radiology Artificial Intelligence*, 5, Article 100056. <https://doi.org/10.1016/j.ejrai.2025.100056>
20. State of Health in the EU Estonia Country Health Profile 2025. (2026, February 1). Official website. Retrieved from https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/12/country-health-profile-2025-country-notes_7e72146d/estonia_8621837c/0eb3b75b-en.pdf
21. Svetlanova, S., Karibayeva, I., & Aliyeva, S. (2026). Mapping the landscape of AI in healthcare in Kazakhstan: A scoping review of readiness, development, and adoption. *BMC Health Services Research*, 26, Article 611. <https://doi.org/10.1186/s12913-026-14484-4>
22. Transforming Healthcare Through Technology. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://www.moh.gov.sg/newsroom/transforming-healthcare-through-technology/>

-
23. Ullah, H., Manickam, S., Obaidat, M., Laghari, S. U. A., & Uddin, M. (2023). Exploring the potential of metaverse technology in healthcare: Applications, challenges, and future directions. *IEEE Access*, 11, 69686–69707. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3286696>
 24. Zhang, G., & Navimipour, N. J. (2022). A comprehensive and systematic review of the IoT-based medical management systems: Applications, techniques, trends and open issues. *Sustainable Cities and Society*, 82, Article 103914. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103914>
 25. Zota, R. D., Cîmpeanu, I. A., & Lungu, M. A. (2025). Exploring AI in healthcare systems: A study of medical applications and a proposal for a smart clinical assistant. *Electronics*, 14(18), Article 3727. <https://doi.org/10.3390/electronics14183727>
 26. Глубокие проблемы финансирования здравоохранения в Казахстане. (2026, 1 февраля). Retrieved from https://halykfinance.kz/download/files/analytics/HF_Finansirovanie_zdravohraneniya_apr_2024.pdf
 27. Данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК. (2026, 1 февраля). Официальный сайт. Retrieved from <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-medicine/publications/>
 28. Обеспечение растущих потребностей кадровых ресурсов цифрового здравоохранения в Казахстане. (2023, 20 октября). Retrieved from <https://www.who.int/europe/ru/news/item/20-10-2023-addressing-the-growing-needs-of-kazakhstan-s-digital-health-workforce>

А.Т. Омарова*¹, Ж.М. Зейнуллина², Л. Никола-Гаврила³

^{1,2}Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды

ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан

³ Спиру Харет университеті, Крайова, Румыния

Жасанды интеллекттің денсаулық сақтау жүйесіне интеграциялау: Қазақстан үшін салыстырмалы талдау және бейімделу мүмкіндіктері

Аңдатпа. Зерттеудің өзектілігі денсаулық сақтау саласының жедел цифрлық трансформациясымен және медициналық жүйелердің тиімділігін арттыру құралы ретінде жасанды интеллекттің рөлінің күшеюімен байланысты. Халықаралық тәжірибе жасанды интеллектті табысты енгізу тек технологиялық дайындықты ғана емес, сонымен қатар саланың қаржылық тұрақтылығын да талап ететінін көрсетеді. Бұл, әсіресе, экономикасы дамушы елдер үшін, оның ішінде Қазақстан Республикасы үшін аса маңызды. Зерттеудің мақсаты денсаулық сақтау саласына жасанды интеллектті енгізудің шетелдік модельдерін салыстырмалы талдау және Қазақстан Республикасындағы денсаулық сақтауды қаржыландыру көрсеткіштері негізінде цифрландырудың экономикалық шарттарын бағалау болып табылады. Зерттеу әдістері халықаралық тәжірибелерді салыстырмалы институционалдық талдауды, уақыт қатарларын статистикалық талдауды, денсаулық сақтау саласындағы кірістер мен шығыстардың өсімін және өсу қарқындарын есептеуді, көрсеткіштердің өсімі бойынша корреляциялық талдауды және шығыстардың кірістер динамикасына тәуелділігін сипаттайтын сызықтық регрессиялық модель құруды қамтиды. Зерттеу нәтижелері Қазақстан Республикасында денсаулық сақтауды қаржыландырудың тұрақты өсуін және бюджеттік теңгерімнің сақталуын көрсетеді. Алайда өсім динамикасы қаржылық резервтің кеңеюі мен қысқаруы кезеңдерінің кезектесіп отыратынын анықтады. Кірістер мен шығыстар өзгерістерінің арасында күшті оң байланыс анықталды, бұл жүйенің даму ауқымының ресурстық базаға жоғары тәуелділігін көрсетеді. Цифрландыру мен жасанды интеллектті енгізуге, инвестиция салуға неғұрлым қолайлы кезеңдер айқындалды. Зерттеу қорытындылары денсаулық сақтау саласының экономикалық тұрақтылығы жасанды интеллектті ауқымды енгізудің негізгі шарты екенін дәлелдейді. Қаржылық мүмкіндіктер кезеңдерін ұтымды пайдалану және өлшенетін тиімділігі бар жобаларды басымдыққа қою бюджеттік теңгерімді бұзбай технологиялық дамуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер денсаулық сақтау саласын цифрлық трансформациялау бойынша ұлттық және өңірлік саясатты қалыптастыруда қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: цифрландыру, денсаулық сақтау, қаржылық тұрақтылық, басқару, жасанды интеллект, интеграция, бюджеттік саясат.

A.T. Omarova*¹, Zh.M. Zeinullina², L. Nicola-Gavrilla³

^{1,2}*Karaganda National Research University named after
Academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan*

³*Spiru Haret University, Craiova, Romania*

Integration of Artificial Intelligence into the Healthcare System: A Comparative Analysis and Adaptation Possibilities for Kazakhstan

Abstract. The relevance of the study is determined by the accelerating digital transformation of healthcare and the growing role of artificial intelligence as a tool for improving the efficiency of medical systems. International experience demonstrates that the successful integration of AI requires not only technological readiness but also financial sustainability of the sector, which is particularly important for countries with developing economies, including the Republic of Kazakhstan. *The purpose of the study* is to conduct a comparative analysis of foreign models of AI implementation in healthcare and to assess the economic conditions of digitalization based on healthcare financing indicators of the Republic of Kazakhstan. *The research methods* include comparative institutional analysis of international practices, statistical analysis of time series data, calculation of growth increments and growth rates of healthcare revenues and expenditures, correlation analysis based on indicator increments, and the construction of a linear regression model to assess the dependence of expenditures on revenue dynamics. *The results* of the study demonstrate a steady increase in healthcare financing in the Republic of Kazakhstan while maintaining budgetary balance. However, the dynamics of increments reveal alternating periods of expansion and contraction of financial reserves. A strong positive relationship between changes in revenues and expenditures was identified, indicating a high dependence of the system's development scale on the resource base. *The conclusions* confirm that the economic sustainability of the healthcare system is a key prerequisite for scaling AI. The rational use of financial windows of opportunity and the prioritization of projects with measurable effects make it possible to ensure technological development without disrupting budgetary balance. The obtained results may be used in the formation of national and regional policies for the digital transformation of healthcare.

Keywords: digitalization, healthcare, financial sustainability, governance, artificial intelligence, integration, budget policy.

References

1. Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). Research commentary: The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information Systems Research*, 21(4), 796–809. <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0327> [in English].
2. Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., Aldairem, A., Alrashed, M., Bin Saleh, K., & Badreldin, H. A. (2023). Revolutionizing healthcare: The role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Medical Education*, 23, Article 689. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04698-z> [in English].
3. Anamaria, N., Monica Mihaela, M. M., & Cristina, M. (2023). Artificial intelligence: Friend or foe? Experts' concerns on European AI Act. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 57, 5–22. <https://doi.org/10.24818/18423264/57.3.23.01> [in English].
4. Department of Health and Social Care. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/news/36-million-boost-for-ai-technologies-to-revolutionise-nhs-care> [in English].
5. Digital Decade 2024: eHealth Indicator Study. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2024-ehealth-indicator-study> [in English].

-
6. Digital technologies ensuring continuity in access to essential medicines. (2026, February 1). Retrieved from file:///C:/Users/User/Downloads/Estonia-Digital-technologies-ensuring-continuity-in-access-to-essential-medicines-during-the-COVID-19-pandemic-(2021).pdf [in English].
 7. Eden, R., Burton-Jones, A., Scott, I., Staib, A., & Sullivan, C. (2018). Effects of eHealth on hospital practice: Synthesis of the current literature. *Australian Health Review*, 42(5), 568–578. <https://doi.org/10.1071/AH17255> [in English].
 8. FDA's Latest Lists for Digital Health Technologies. (2026, February 1). Retrieved from <https://www.thefdalawblog.com/2025/07/fdas-latest-lists-for-digital-health-technologies/> [in English].
 9. Ferrigno, G., Del Sarto, N., Piccaluga, A., & Baroncelli, A. (2023). Industry 4.0 base technologies and business models: A bibliometric analysis. *European Journal of Innovation Management*, 26(7), 502–526. <https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2023-0107> [in English].
 10. Gjellebæk, C., Svensson, A., Bjørkquist, C., Fladeby, N., & Grundén, K. (2020). Management challenges for future digitalization of healthcare services. *Futures*, 124, Article 102636. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102636> [in English].
 11. Gopal, G., Suter-Crazzolara, C., Toldo, L., & Eberhardt, W. (2019). Digital transformation in healthcare: Architectures of present and future information technologies. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 57(3), 328–335. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0658> [in English].
 12. Implementation of AI in Healthcare and Medicine. (2026, February 1). Retrieved from <https://innovationisrael.org.il/en/ai-in-healthcare/> [in English].
 13. Korean regulator designates 45 innovative medical devices in 2025, up 50 percent. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://www.koreabiomed.com/news/articleViewAmp.html?idxno=30473> [in English].
 14. Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. C. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, 123, 557–567. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030> [in English].
 15. Kusmoldayeva, Z., Spanov, M., Mukhamediyeva, G., Baimbetova, A., & Sugirova, G. (2024). Managing healthcare innovation activities in Kazakhstan for optimal effectiveness. *Journal of the International Council for Small Business*, 5(4), 372–389. <https://doi.org/10.1080/26437015.2024.2370416> [in English].
 16. Le Roux, K. W., Almirol, E., Rezvan, P. H., Le Roux, I. M., Mbewu, N., Dippenaar, E., Stansert-Katzen, L., Baker, V., Tomlinson, M., & Rotheram-Borus, M. (2020). Community health workers impact on maternal and child health outcomes in rural South Africa: A non-randomized two-group comparison study. *BMC Public Health*, 20(1), 1–14 [in English].
 17. Li, W., Chai, Y., Khan, F., Jan, S. R. U., Verma, S., Menon, V. G., & Kavita, L. (2021). A comprehensive survey on machine learning-based big data analytics for IoT-enabled smart healthcare system. *Mobile Networks and Applications*, 26, 234–252. <https://doi.org/10.1007/s11036-020-01700-6> [in English].
 18. Marques, I. C. P., & Ferreira, J. M. (2020). Digital transformation in the area of health: Systematic review of 45 years of evolution. *Health and Technology*, 10, 575–586. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00402-8> [in English].
 19. Nawabi, J., Eminovic, S., Weissflog, J. S., Guelen, M. S., Desser, D., Meddeb, A., Bressemer, K., & Payabvash, S. (2026). Artificial intelligence in radiology: A comparative analysis of reimbursement and regulatory developments in the US and EU. *European Journal of Radiology Artificial Intelligence*, 5, Article 100056. <https://doi.org/10.1016/j.ejrai.2025.100056> [in English].
 20. State of Health in the EU Estonia Country Health Profile 2025. (2026, February 1). Official website. Retrieved from https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/12/country-health-profile-2025-country-notes_7e72146d/estonia_8621837c/0eb3b75b-en.pdf [in English].
 21. Svetlanova, S., Karibayeva, I., & Aliyeva, S. (2026). Mapping the landscape of AI in healthcare in Kazakhstan: A scoping review of readiness, development, and adoption. *BMC Health Services Research*, 26, Article 611. <https://doi.org/10.1186/s12913-026-14484-4> [in English].
 22. Transforming Healthcare Through Technology. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://www.moh.gov.sg/newsroom/transforming-healthcare-through-technology/> [in English].
-

-
23. Ullah, H., Manickam, S., Obaidat, M., Laghari, S. U. A., & Uddin, M. (2023). Exploring the potential of metaverse technology in healthcare: Applications, challenges, and future directions. *IEEE Access*, 11, 69686–69707. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3286696> [in English].
 24. Zhang, G., & Navimipour, N. J. (2022). A comprehensive and systematic review of the IoT-based medical management systems: Applications, techniques, trends and open issues. *Sustainable Cities and Society*, 82, Article 103914. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103914> [in English].
 25. Zota, R. D., Cîmpeanu, I. A., & Lungu, M. A. (2025). Exploring AI in healthcare systems: A study of medical applications and a proposal for a smart clinical assistant. *Electronics*, 14(18), Article 3727. <https://doi.org/10.3390/electronics14183727> [in English].
 26. Glubokie problemy finansirovaniya zdavookhraneniya v Kazakhstane [Deep problems of healthcare financing in Kazakhstan]. (2026, February 1). Retrieved from https://halykfinance.kz/download/files/analytics/HF_Finansirovanie_zdravookhraneniya_apr_2024.pdf [in Russian].
 27. Dannye Byuro natsionalnoy statistiki Agentstva po strategicheskoy planirovaniyu i reformam RK [Data of the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan]. (2026, February 1). Official website. Retrieved from <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/stat-medicine/publications/> [in Russian].
 28. Obespechenie rastushchikh potrebnostey kadrovyykh resursov tsifrovogo zdavookhraneniya v Kazakhstane [Addressing the growing needs of Kazakhstan's digital health workforce]. (2023, October 20). Retrieved from <https://www.who.int/europe/ru/news/item/20-10-2023-addressing-the-growing-needs-of-kazakhstan-s-digital-health-workforce> [in Russian].

Сведения об авторах:

Омарова А.Т. – PhD, ассоциированный профессор, Карагандинский национальный исследовательский университет им. академика Е.А. Букетова, ул. Университетская, 28, 100024, Караганда, Казахстан.

Зейнуллина Ж.М. – PhD, докторант, Карагандинский национальный исследовательский университет им. академика Е.А. Букетова, ул. Университетская, 28, 100024, Караганда, Казахстан.

Никола-Гавриллу Л. – профессор факультета экономики, Университет Спиру Харет, город Крайова, Румыния.

Омарова А.Т. – PhD, қауымдастырылған профессор, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Университетская көшесі, 28, 100024, Қарағанды, Қазақстан.

Зейнуллина Ж.М. – PhD, докторант, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Университетская көшесі, 28, 100024, Қарағанды, Қазақстан.

Никола-Гавриллу Л. – Экономика факультетінің профессоры, Спиру Харет университеті, Крайова қаласы, Румыния.

Omarova A.T. – PhD, Associate Professor, Karaganda National Research University named after academician E.A. Buketov University street, 28, 100024, Karaganda, Kazakhstan.

Zeinullina Zh.M. – PhD, doctoral candidate, Karaganda National Research University named after academician E.A. Buketov University street, 28, 100024, Karaganda, Kazakhstan.

Nicola-Gavrilla L. – Professor, Faculty of Economics, Spiru Haret University, Craiova, Romania.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).