

А.К. Шайханова^{1*}, И.В. Поз², Э.А. Кусембаева¹, А.О. Тлеубаева³

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2

²ТОО «Диагностика на дому»,
10000, Республика Казахстан, Астана

³Astana IT University,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Мангилик Ел, 55/11
*e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

УДАЛЕННАЯ ДИАГНОСТИКА – ПОЛЬЗА ДЛЯ УЗКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВРАЧЕЙ

Аннотация. В условиях современных вызовов в сфере здравоохранения, таких как дефицит узкоспециализированных медицинских кадров и ограниченный доступ к качественной медицинской помощи в отдаленных районах, насущно возникает потребность в инновационных решениях. Данная статья основана на результатах пилотного проекта «Диагностика на дому», проведенного в Республике Казахстан. Проект включает в себя разработку и внедрение интегрированного программно-аппаратного комплекса, предназначенного для записи звуков организма, выполнения отоскопии, пульсоксиметрии и обеспечения эффективного общения между пациентами и врачами. Особое внимание в статье уделено применению технологий искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа медицинских данных и формирования диагнозов. Исследование также затрагивает важные технологические аспекты, включая использование протоколов коммуникации, методов обработки данных, а также рассматривает меры, направленные на обеспечение безопасности и конфиденциальности медицинской информации. Результаты проекта демонстрируют значительный потенциал телемедицинских технологий в повышении эффективности работы специализированных врачей и улучшении доступности медицинских услуг, особенно в малообеспеченных и труднодоступных регионах. Статья открывает новые перспективы в использовании информационных технологий в медицине и способствует улучшению качества здравоохранения.

Ключевые слова: удаленная диагностика, телемедицина, специализированные врачи, оптимизация медицинских услуг, доступность здравоохранения, качество медицинской помощи, информационные технологии в здравоохранении.

Введение

Развитие информационных технологий в последние десятилетия оказало значительное влияние на медицинскую сферу, в частности на область телемедицины. Особенно важным это становится в контексте глобальной проблемы дефицита узкоспециализированных медицинских кадров. Данная статья фокусируется на изучении влияния удаленной диагностики на качество и доступность медицинских услуг.

С ростом технологических возможностей, удаленная диагностика начинает играть ключевую роль в обеспечении медицинских услуг, особенно в удаленных и малообеспеченных районах. Это направление представляет собой использование современных технологических средств для сбора медицинских данных на расстоянии и их последующего анализа специалистами. В контексте глобального дефицита специализированных медицинских работников, таких как отоларингологи, кардиологи и

дерматологи, удаленная диагностика выступает как средство оптимизации рабочего времени врачей и повышения доступности медицинских услуг для широкого круга пациентов.

Важность телемедицины усиливается в условиях современных вызовов, таких как пандемия COVID-19, которая требует минимизации прямых контактов между пациентами и медицинскими работниками. Удаленная диагностика позволяет осуществлять мониторинг состояния пациентов, не подвергая их риску заражения и предоставляя возможность своевременного реагирования на изменения их здоровья.

Также, развитие и интеграция информационных технологий в медицину открывает новые горизонты для применения искусственного интеллекта и машинного обучения в процессе диагностики. Это может значительно повысить точность и скорость диагностирования, а также обеспечить врачам дополнительные инструменты для анализа больших объемов данных.

Целью данной статьи является анализ влияния удаленной диагностики на улучшение качества и доступности медицинских услуг, а также изучение потенциала телемедицинских технологий в решении проблемы нехватки специализированных медицинских кадров. Мы рассматриваем практические аспекты внедрения и использования телемедицинских технологий на примере пилотного проекта "Диагностика на дому", реализованного в Республике Казахстан, и оцениваем его влияние на медицинскую практику в различных регионах страны.

Методы и материалы

Обзор литературы. В рамках исследования «Удаленная диагностика – польза для узкоспециализированных врачей» был проведен анализ ряда научных публикаций, охватывающих тему развития телемедицины в контексте глобальной цифровизации. Основной фокус анализа – изучение влияния телемедицинских технологий на работу узкоспециализированных медицинских работников.

Современные исследования подчеркивают, что телемедицина демонстрирует значительный рост и развитие, предоставляя новые возможности для медицинских специалистов, позволяя им проводить консультации и диагностику на расстоянии [1]. Эти работы выделяют важность интеграции цифровых технологий в медицинскую практику, особенно в условиях глобальной пандемии, когда потребность в удаленной медицинской помощи значительно возросла.

В области кардиологии удаленная диагностика начинает играть все более важную роль. Исследования показывают, как телемедицинские технологии используются для мониторинга пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, предоставляя врачам возможность отслеживать состояние пациентов в реальном времени [2]. Примеры включают использование мобильных приложений и носимых устройств для непрерывного мониторинга сердечного ритма и кровяного давления.

Дерматология также активно внедряет телемедицинские инновации. Исследования в этой области описывают использование теледерматологии для диагностики и лечения кожных заболеваний [3]. Это особенно актуально для районов с ограниченным доступом к специализированным дерматологам, где телемедицинские технологии позволяют проводить дистанционные консультации и диагностику, сокращая время ожидания и расстояния, которые пациенты должны преодолеть для получения квалифицированной помощи.

В сфере отоларингологии удаленная диагностика позволяет осуществлять консультации и первичную диагностику на ранних стадиях заболеваний уха, горла и носа [4]. Примеры включают использование видеоконсультаций и дистанционного анализа изображений для оценки состояния пациентов, что значительно упрощает процесс диагностики и ускоряет начало лечения.

Изучение научной литературы подтвердило значительный потенциал телемедицинских технологий в улучшении доступности и эффективности медицинской помощи. Особенно важно это в контексте дефицита специализированных медицинских кадров и необходимости расширения охвата медицинских услуг в удаленных и малообеспеченных регионах. В дальнейшем исследовании мы опираемся на эти данные для анализа влияния удаленной диагностики в реальных условиях пилотного проекта "Диагностика на Дому" в Республике Казахстан.

Программно-аппаратная часть проекта «Диагностика на дому». Программно-аппаратный комплекс для проведения дистанционного медицинского осмотра пациента «Диагностика на дому» включает следующее:

1) Полноценный программно-аппаратный комплекс предоставляющий широкий спектр функциональных возможностей для проведения дистанционного медицинского осмотра пациентов. Он позволяет записывать звуки организма, осуществлять отоскопию и пульсоксиметрию, а также обеспечивает коммуникацию между пациентами и врачами через приложение на платформах Android и iOS.

2) Система искусственного интеллекта, способная автоматически анализировать полученные данные и формулировать корректные диагнозы с использованием алгоритмов машинного обучения и паттерн-распознавания. Это позволит повысить точность и эффективность процесса диагностики.

3) Открытая экосистема продукта, обеспечивающая совместимость и интеграцию с устройствами сторонних производителей. Это создает возможности для расширения функциональности и использования различных медицинских устройств, улучшая гибкость и адаптивность системы.

Основные функциональные возможности программного-аппаратного комплекса «Диагностика на дому»:

1) Запись звуков организма при помощи фонендоскопа[5]:

- Аускультация сердца (согласно стандартной методологии по 5ти точкам).
- Аускультация лёгких (согласно стандартной методологии, включающей в себя до 14ти точек).
- Произвольная аускультация (запись звука любого органа по запросу врача, длительностью до 2х минут).

2) Запись видео разных органов при помощи отоскопа[6]:

- Отоскопия ушей.
- Отоскопия глаз.
- Отоскопия носа.
- Фарингоскопия ротовой полости.

3) Пульсоксиметрия[7]:

- Измерение уровня сатурации крови.
- Измерение частоты сердечных сокращений.

4) Общение пациентов или медицинских работников с удалённым врачом через приложение Android, в т.ч.:

- Чат с возможностью прикладывать аудио- и видео-файлы, а любые форматы фотографий и текстовых файлов.
- Возможность создания визитов, в которых в последствии будет храниться историю всех обследований.
- Возможность создавать жалобы, на основании которых врачи могут ставить диагнозы.

Программно-аппаратный комплекс «Диагностика на дому» предоставляет широкий спектр функциональных возможностей для дистанционного медицинского осмотра пациентов. Он позволяет записывать звуки организма, проводить отоскопию и пульсоксиметрию, а также обеспечивает коммуникацию между пациентами и врачами через приложения на платформах Android и iOS. Система искусственного интеллекта обеспечивает автоматический анализ данных и формулировку диагнозов, а открытая экосистема позволяет интегрировать различные устройства и расширять функциональность системы.

На аппаратном уровне комплекс включает специальные медицинские устройства, такие как фонендоскоп, отоскоп, пульсоксиметр и другие, которые пациенты могут использовать в домашних условиях для записи звуковых и видео данных организма. Эти устройства позволяют собирать информацию о состоянии сердца, легких, ушей, глаз, носа и других органов (рис. 1).

Записанные звуковые данные с фонендоскопа могут содержать звуки сердечных ритмов и дыхания, а отоскоп позволяет осмотреть состояние ушей, глаз, носа и ротовой полости. Пульсоксиметр используется для измерения уровня сатурации крови и частоты

сердечных сокращений. Все эти данные, полученные от медицинских устройств, передаются на серверную часть комплекса для дальнейшей обработки и анализа врачом.



Рисунок 1 – Аппаратная часть комплекса «Диагностика на дому»

Важными факторами при выборе аппаратного оборудования были его совместимость с программным комплексом, надежность и доступность. Также было учтено соблюдение требований к аппаратному и программному обеспечению, таким как версии операционных систем, языков программирования и дополнительных библиотек.

Архитектура программного комплекса. Комплекс состоит из серверной части (backend) для обработки и хранения данных, рабочего места врача (web frontend) для взаимодействия с пациентами и просмотра результатов диагностики, и пользовательских приложений для мобильных устройств (Android и iOS frontend).

Архитектура программного комплекса предусматривает серверную часть (backend), которая обеспечивает обработку данных, хранение информации и взаимодействие с базой данных PostgreSQL. Рабочее место доктора (web frontend) предоставляет интерфейс для врачей для взаимодействия с пациентами и просмотра результатов диагностики. Пользовательское приложение для Android-телефонов (Android frontend) и iOS (iOS frontend) позволяет пациентам общаться с врачом, передавать аудио- и видеофайлы, создавать визиты и жалобы.

На программном уровне комплекс включает серверную часть (backend), которая обрабатывает и хранит полученные данные о пациенте. Рабочее место врача (web frontend) предоставляет интерфейс для врачей, где они могут просматривать и анализировать данные пациентов, проводить дистанционные консультации и выставлять диагнозы. Для пациентов доступны пользовательские приложения для мобильных устройств (Android frontend и iOS frontend), которые позволяют проводить диагностические процедуры, взаимодействовать с врачом и получать рекомендации по лечению.

Реализация данных функциональных возможностей позволяет пользователям программно-аппаратного комплекса проводить диагностические процедуры и обследования в домашней обстановке, а также общаться с врачом, передавать аудио- и видеофайлы, получать рекомендации по лечению и получать дистанционную медицинскую помощь. Это обеспечивает удобство и доступность для пациентов, а также облегчает работу врачей, позволяя им проводить дистанционные консультации и анализировать данные пациентов для выставления диагнозов и предоставления необходимого лечения.

В процессе реализации функциональных возможностей программно-аппаратного комплекса «Диагностика на дому» были использованы соответствующие технологии, инструменты и программные библиотеки. Например, для записи звуков организма и видео осмотра были использованы соответствующие аппаратные устройства, такие как фонендоскоп и отоскоп, а также программные библиотеки для обработки и сохранения полученных данных.

Взаимодействие между компонентами комплекса осуществляется через определенные протоколы коммуникации, такие как HTTP или WebSocket. Например, пользовательские приложения для Android и iOS общаются с серверной частью (backend) при помощи API-интерфейсов, используя HTTP-запросы и передачу данных в формате JSON[8].

Реализация функциональных возможностей была проведена с учетом требований к безопасности данных и конфиденциальности пациентов. Все передаваемые данные защищены протоколами шифрования и соблюдены соответствующие стандарты и законодательные требования в области медицинской информации.

В итоге, реализация функциональных возможностей программно-аппаратного комплекса «Диагностика на дому» позволяет пациентам проводить диагностические процедуры в удобной домашней обстановке, а полученные данные передаются врачу для анализа и выставления диагнозов, обеспечивая

Результаты и их обсуждение

Анализ пилотного проекта «Диагностика на Дому». Современное здравоохранение сталкивается с рядом проблем, в том числе с дефицитом квалифицированных медицинских кадров. В Казахстане был запущен пилотный проект, направленный на интеграцию удалённой диагностики в практику врачей, с использованием комплекса домашней наблюдательной диагностики (ДНД). Цель проекта – повысить точность и доступность диагностических услуг.

Проект включал сравнение диагнозов, поставленных врачами во время личного приёма пациентов в клинике, с диагнозами, сделанными на основе данных, полученных с помощью комплекса ДНД. Это обеспечило уникальную возможность оценить точность и эффективность удалённой диагностики.

В ходе пилота было осмотрено 1 246 уникальных пациентов, что дало следующую статистику обследований с помощью ДНД:

- Отоскопия: 1 555 процедур;
- Аускультация: 1 092 процедуры;
- Пульсоксиметрия: 134 процедуры.

В 94% случаев удалось поставить точный диагноз, опираясь на симптомы, связанные с использованием ДНД (рис. 2). Все врачи проекта (100%) были удовлетворены качеством аудио и видео данных, полученных с помощью диагностического комплекса. В общей сложности, проектом было собрано более 12,5 часов звуковых записей и 11 часов видеоматериала.

Более половины от всех пациентов здоровы, при этом больше четверти имеют заболевания средней степени серьёзности и больше 1/8 - высокой

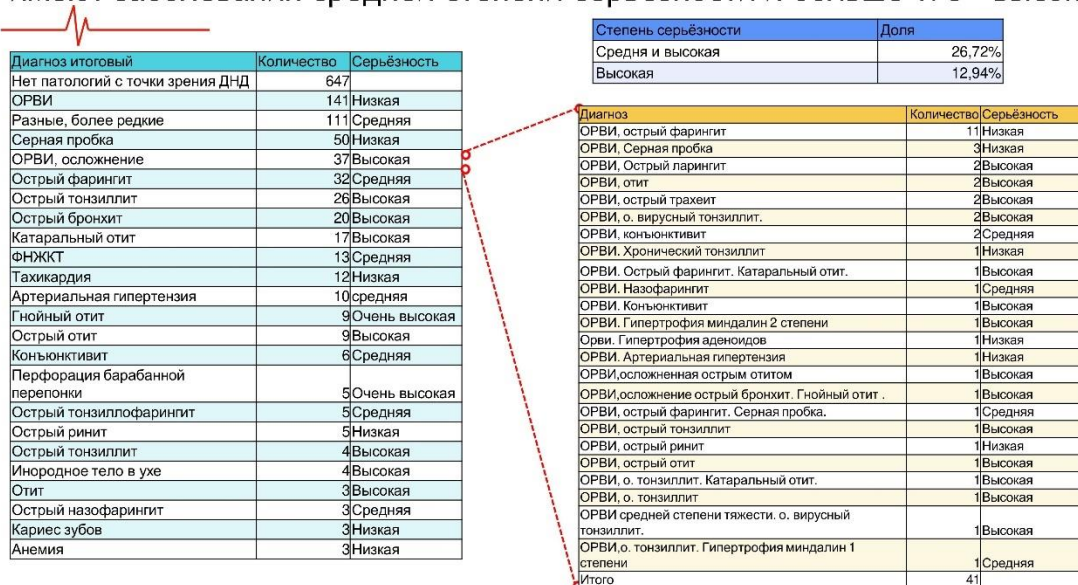


Рисунок 2 – Результаты тестирования пилотного проекта «Диагностика на дому»

В 94% случаев диагнозы, поставленные на основе данных ДНД, совпадали с диагнозами, поставленными врачами при личном осмотре. Это указывает на высокую точность удаленной диагностики при правильном использовании технологии.

Однако, у 5% пациентов заболевания были такими, что не могли быть корректно диагностированы с помощью ДНД. Это подчеркивает необходимость дальнейшего развития технологии и обучения медицинского персонала для работы с более широким спектром заболеваний.

Пилотный проект включал использование ДНД, который позволил врачам проводить комплексные обследования на расстоянии. Это привело к сокращению очередей в медицинских учреждениях и предоставило возможность быстрого доступа к специализированным консультациям.

Врачи-педиатры отмечают, что с введением ДНД значительно увеличилось количество пациентов, так как возможность быстро и точно диагностировать заболевания, такие как отит, стала доступной непосредственно во время первичного осмотра, без необходимости дополнительного ожидания консультаций у ЛОРа.

Медицинские работники, занимающиеся первичным фильтром пациентов, подчеркнули, что ДНД экономит время как врачей, так и пациентов, распределяя их сразу к нужным специалистам. Для пациентов с ограниченными возможностями, таких как люди с ДЦП, ДНД открыл доступ к полноценному медицинскому обследованию в условиях их дома, что стало возможным благодаря мобильности и функциональности оборудования.

Практическое применение ДНД позволило врачам на расстоянии оценивать объективные данные пациентов. Например, в случае вспышки кори, ДНД предоставил непривитым врачам безопасный способ наблюдения за состоянием пациентов, минимизируя риск заражения.

Заключение

Настоящее исследование демонстрирует значительные преимущества внедрения программно-аппаратного комплекса «Диагностика на дому» в контексте улучшения качества и доступности медицинских услуг в Республике Казахстан. Пилотный проект показал, что использование данной технологии позволяет значительно повысить точность диагнозов, опираясь на удаленный сбор данных. Применение данного комплекса в качестве инструмента телемедицины вносит значимый вклад в оптимизацию работы узкоспециализированных врачей и способствует расширению охвата медицинских услуг, особенно в отдаленных и малообеспеченных регионах.

Анализ результатов пилотного проекта выявил высокую точность диагностических данных, получаемых с помощью комплекса, что подтверждает эффективность удаленной диагностики в реальных условиях. Проект также продемонстрировал важность цифровизации медицинских услуг и возможность использования искусственного интеллекта и машинного обучения для повышения качества здравоохранения.

Несмотря на положительные результаты, были также выявлены некоторые ограничения и проблемы, указывающие на необходимость дальнейшего развития технологии и обучения медицинского персонала. Однако, общий вывод исследования подтверждает, что интеграция телемедицинских технологий и удаленная диагностика могут сыграть ключевую роль в решении проблемы дефицита специализированных медицинских кадров и улучшении доступности медицинских услуг на национальном уровне.

В заключение, данный проект является обнадеживающим шагом в направлении цифровизации здравоохранения в Казахстане, предоставляя новые возможности для улучшения качества жизни пациентов и эффективности медицинских услуг.

Список литературы

1. Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2016). State of Telehealth. *New England Journal of Medicine*, 375(2), 154-161. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1601705>.
2. Steinhubl, S. R., Waalen, J., Edwards, A. M., Ariniello, L. M., Mehta, R. R., Ebner, G. S., ... & Topol, E. J. (2015). Digital medicine, on the threshold of a healthcare revolution: A review of current state, challenges, and opportunities for telemedicine. *JAMA Internal Medicine*, 175(10), 1668-1674. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.3568>
3. Trettel, A., Eissing, L., Augustin, M. (2018). Telemedicine in dermatology: Findings and experiences worldwide – a systematic literature review. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 32(2), 215-224. <https://doi.org/10.1111/jdv.14698>

4. Birkeland, S., Vaughan, C., & Eisenberg, L. (2018). The future of otolaryngology telemedicine in the wake of COVID-19: Regulatory and privacy considerations. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 161(1), 1-3. <https://doi.org/10.1177/0194599820929449>
5. Bashshur, R. L., Shannon, G. W., Bashshur, N., & Yellowlees, P. M. (2016). The empirical evidence for telemedicine interventions in mental disorders. *Telemedicine and e-Health*, – 22(2), 87-113.
6. Кокс А. Н., Пилачовски К. А. Астрофизические величины Аллена // *Physics Today*. – 2000. – Т. 53. – № 10. – С. 77-78. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.1325201>
7. Фебловиц Дж. С., Райт А., Сингх Х., Самал Л., Ситинг Д. Ф. Суммирование клинической информации: концептуальная модель // *Журнал биомедицинской информатики*. – 2011. – Т. 44. – № 4. – С. 688-699. DOI: 10.1016/j.jbi.2011.03.008.
8. Kvedar, J., Coye, M. J., & Everett, W. Connected health: a review of technologies and strategies to improve patient care with telemedicine and telehealth. *Health Affairs*. – 33(2) – 2014. – 194-199 p.
9. Dirk Beyer, Jan Haltermann, Thomas Lemberger, and Heike Wehrheim. Decomposing software verification into off-the-shelf components: an application to CEGAR. In *Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering (ICSE '22)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, – 2022. – 536-548 p. <https://doi.org/10.1145/3510003.3510064>
10. Whelan, R., Barbey, F.M., Cominetti, M.R. et al. Developments in scalable strategies for detecting early markers of cognitive decline. *Transl Psychiatry* 12, 473. – 2022. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-02237-w>.

References

1. Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2016). State of Telehealth. *New England Journal of Medicine*, 375(2), 154-161. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1601705>. (In English).
2. Steinhubl, S. R., Waalen, J., Edwards, A. M., Ariniello, L. M., Mehta, R. R., Ebner, G. S., ... & Topol, E. J. (2015). Digital medicine, on the threshold of a healthcare revolution: A review of current state, challenges, and opportunities for telemedicine. *JAMA Internal Medicine*, 175(10), 1668-1674. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.3568>. (In English).
3. Trettel, A., Eissing, L., Augustin, M. (2018). Telemedicine in dermatology: Findings and experiences worldwide – a systematic literature review. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 32(2), 215-224. <https://doi.org/10.1111/jdv.14698>. (In English).
4. Birkeland, S., Vaughan, C., & Eisenberg, L. (2018). The future of otolaryngology telemedicine in the wake of COVID-19: Regulatory and privacy considerations. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 161(1), 1-3. <https://doi.org/10.1177/0194599820929449>. (In English).
5. Bashshur, R. L., Shannon, G. W., Bashshur, N., & Yellowlees, P. M. (2016). The empirical evidence for telemedicine interventions in mental disorders. *Telemedicine and e-Health*, 22(2), 87-113. (In English).
6. Cox A. N., Pilachowski K. A. Allen's astrophysical quantities // *Physics Today*. – 2000. – Т. 53. – № 10. – С. 77-78. – DOI: <https://doi.org/10.1063/1.1325201>. (In Russian).
7. Feblovits J. S., Wright A., Singh H., Samal L., Siting D. F. Summation of clinical information: a conceptual model // *Journal of Biomedical Informatics*. – 2011. – Т. 44. – № 4. – С. 688-699. – DOI: 10.1016/j.jbi.2011.03.008. (In Russian).
8. Kvedar, J., Coye, M. J., & Everett, W. Connected health: a review of technologies and strategies to improve patient care with telemedicine and telehealth. *Health Affairs*. – 33(2) – 2014. – 194-199 p. (In English).
9. Dirk Beyer, Jan Haltermann, Thomas Lemberger, and Heike Wehrheim. Decomposing software verification into off-the-shelf components: an application to CEGAR. In *Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering (ICSE '22)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, - 2022. 536–548p. <https://doi.org/10.1145/3510003.3510064>. (In English).
10. Whelan, R., Barbey, F.M., Cominetti, M.R. et al. Developments in scalable strategies for detecting early markers of cognitive decline. *Transl Psychiatry* 12, 473. – 2022. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-02237-w>. (In English).

А.К. Шайханова^{1*}, И.В. Поз², Э.А. Құсембаева¹, А.О. Тілеубаева³

¹Еуразия ұлттық университеті Л.Н. Гумилева,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Сәтбаев к-сі, 2

²«Үйде Диагностика»,
10000, Қазақстан Республикасы, Астана

³Astana IT University,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік Ел даңғылы, 55/11
*e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

ҚАШЫҚТЫҚТАН ДИАГНОСТИКА-ЖОҒАРЫ МАМАНДАНДЫРЫЛҒАН ДӘРІГЕРЛЕРГЕ ПАЙДАСЫ

Жоғары мамандандырылған медициналық кадрлардың тапшылығы және шалғай аудандарда сапалы медициналық көмекке қолжетімділіктің шектелуі сияқты денсаулық сақтау саласындағы заманауи сын-қатерлер жағдайында инновациялық шешімдерге қажеттілік шұғыл түрде туындайды. Бұл мақала Қазақстан Республикасында жүргізілген "үйде Диагностика" пилоттық жобасының нәтижелеріне негізделген. Жоба ағзаның дыбыстарын жазуға, отоскопия, импульстік оксиметрия жасауға және пациенттер мен дәрігерлер арасындағы тиімді байланысты қамтамасыз етуге арналған интеграцияланған бағдарламалық-аппараттық кешенді әзірлеуді және енгізуді қамтиды. Мақалада медициналық деректерді талдау және диагноздарды қалыптастыру үшін жасанды интеллект және машиналық оқыту технологияларын қолдануға ерекше назар аударылады. Зерттеу сонымен қатар байланыс хаттамаларын, деректерді өңдеу әдістерін қолдануды қоса алғанда, маңызды технологиялық аспектілерді қарастырады және медициналық ақпараттың қауіпсіздігі мен құпиялылығын қамтамасыз етуге бағытталған шараларды қарастырады. Жобаның нәтижелері мамандандырылған дәрігерлер жұмысының тиімділігін арттыруда және медициналық қызметтердің қолжетімділігін жақсартуда, әсіресе аз қамтылған және қол жеткізу қиын өңірлерде телемедициналық технологиялардың елеулі әлеуетін көрсетеді. Мақала медицинада ақпараттық технологияларды қолданудың жаңа перспективаларын ашады және денсаулық сақтау сапасын жақсартуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: қашықтықтан диагностика, телемедицина, мамандандырылған дәрігерлер, медициналық қызметтерді оңтайландыру, денсаулық сақтаудың қолжетімділігі, медициналық көмектің сапасы, денсаулық сақтаудағы ақпараттық технологиялар.

A.K. Shaykhanova^{1*}, I.V. Poz², E.A. Kusembaeva¹, A.O. Tleubaeva³

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev str.,

²TOO «Diagnostics at home»,
10000, Republic of Kazakhstan, Astana

³Astana IT University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Mangilik El Avenue, 55/11
*e-mail: aigul.shaikhanova@gmail.com

REMOTE DIAGNOSTICS ARE USEFUL FOR HIGHLY SPECIALIZED DOCTORS

In the context of modern challenges in the healthcare sector, such as the shortage of highly specialized medical personnel and limited access to quality medical care in remote areas, there is an urgent need for innovative solutions. This article is based on the results of the pilot project "Home Diagnostics" conducted in the Republic of Kazakhstan. The project includes the development and implementation of an integrated software and hardware complex designed to record body sounds, perform otoscopy, pulse oximetry and ensure effective communication between patients and doctors. Special attention is paid to the use of artificial intelligence and machine learning technologies for analyzing medical data and forming diagnoses. The study also addresses important technological aspects, including the use of communication protocols, data processing methods, and considers measures aimed at ensuring the security and confidentiality of medical information. The results of the project demonstrate the significant potential of telemedicine technologies in improving the efficiency of specialized doctors and improving the availability of medical services, especially in

low-income and hard-to-reach regions. The article opens up new perspectives in the use of information technologies in medicine and contributes to improving the quality of healthcare.

Key words: *remote diagnostics, telemedicine, specialized doctors, optimization of medical services, accessibility of healthcare, quality of medical care, information technologies in healthcare.*

Сведения об авторах

Айгуль Кайрулаевна Шайханова – PhD, профессор кафедры информационной безопасности, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Илья Поз – Директор ТОО «Диагностика на дому», ivpoz77@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5542-1392>

Элеонора Аскарровна Кусембаева – Руководитель проекта по коммерциализации ТОО «Диагностика на дому», kussembayevaeleonora@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1929-0436>.

Арайлым Орымбековна Тлеубаева – магистр техн. наук, сеньор-лектор Департамента компьютерной инженерии Astana IT University, a.tleubayeva@astanait.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9560-9756>.

Авторлар туралы мәліметтер

Айгуль Кайрулаевна Шайханова – PhD, ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының профессоры, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Илья Поз – «Үйдегі Диагностика» ЖШС директоры, ivpoz77@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5542-1392>.

Элеонора Асқарқызы Құсембаева – «Үйдегі диагностика» ЖШС коммерцияландыру жобасының жетекшісі, kussembayevaeleonora@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1929-0436>.

Арайлым Орымбековна Тлеубаева – техника магистрі. Astana IT University Компьютерлік инженерия департаментінің сеньор-лекторы, a.tleubayeva@astanait.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9560-9756>.

Information about the authors

Aigul Kairulayevna Shaykhanova – PhD, Professor of the Department of Information Security, L.N.Gumilyov Eurasian National University, shaikhanova_ak@enu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>.

Ilya Poz – Director of Diagnostics at Home LLP., ivpoz77@gmail.com . ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5542-1392>.

Eleonora Askarovna Kusembayeva – Head of the commercialization project of Diagnostics at Home LLP., kussembayevaeleonora@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1929-0436>.

Arailym Orymbekovna Tleubayeva – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Computer Engineering of Astana IT University, a.tleubayeva@astanait.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9560-9756>.

Материал поступил в редакцию 20.12.2023 г.