

## Содержание

Нормативные ссылки.....	3
Обозначения и сокращения.....	4
Введение.....	5
1 Теоретические основы организации предоставления медицинских услуг в цифровой среде	6
1.1 Цифровая трансформация здравоохранения в контексте цифрового развития общества	6
1.2 Зарубежный опыт автоматизаций диагностических процессов в сфере здравоохранения	10
2 Влияния цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения Республики Казахстан	23
2.1 Анализ влияния цифровизации диагностики на качество оказания медицинской помощи	23
2.2 Перспективы повышения качества диагностики с помощью цифровизации в системе здравоохранения Казахстана	27
Заключение.....	38
Список использованных источников.....	39
Приложение 1.....	47
Приложение 2.....	48
Приложение 3.....	49

### **Нормативные ссылки**

Постановление Правительства Республики Казахстан № 982 от 26 декабря 2019 года Об утверждении Государственной программы развития здравоохранения Республики Казахстан на 2020-2025 годы.

Концепция развития электронного здравоохранения Республики Казахстан на 2013-2020 годы (приказ Министра здравоохранения РК от 3 сентября 2017 года №498.

Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана от 10 января 2018 г.

## Обозначения и сокращения

В данном проекте применяются следующие обозначения и сокращения:

БД	База данных
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ЕИСЗ	Единая информационная система здравоохранения
ИИ	Искусственный интеллект
ИКТ	Информационно-коммуникационные технологии
ИПЗ	Интеграционная платформа здравоохранения
ИС	Информационная система
ИТ	Информационные технологии
МЗ РК	Министерство здравоохранения Республики Казахстан
МИС	Медицинские информационные системы
ОМП	Оказания медицинской помощи
РЦЭЗ	РГП на ПХВ «Республиканский центр электронного здравоохранения»
ЭМЗ	Электронные медицинские записи
ЭПЗ	Электронный паспорт здоровья
ЭЦП	Электронная цифровая подпись

## **Введение**

**Актуальность темы.** Цифровые технологии становятся все более важным инструментом автоматизации для улучшения качества и эффективности диагностических процессов в сфере здравоохранения. Цифровизация охватывает широкий спектр направлений, включая электронные медицинские записи (ЭМЗ), телемедицину, искусственный интеллект (ИИ), мобильные приложения и большие данные. Эти технологии не только улучшают качество медицинского обслуживания, но и способствуют более эффективному управлению ресурсами.

В настоящее время автоматизация диагностических процессов является важным звеном оказания медицинской помощи (ОМП) в целом, так как диагностика представляет собой неотъемлемый раздел медицины, обеспечивающий адекватный уровень диагностического и лечебного процесса.

В Республике Казахстан внедрение цифровых технологий в автоматизацию диагностических процессов представляет собой актуальную задачу с целью оптимизации и улучшения медицинской помощи для населения.

**Цель магистерского проекта** – изучение влияния цифровизации на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения и разработка практических рекомендаций для улучшения качества оказания медицинской услуги в РК.

### **Задачи исследования:**

- анализ процессов внедрения цифровых технологий в сферу здравоохранения, включая законодательные и нормативные основы;
- изучить актуальные исследования и научные работы в области внедрения цифровых технологий и оптимизации процессов в здравоохранении;
- проанализировать текущее состояние действующих проектов по автоматизации диагностики, их влияние на качество медицинских услуг и выявить основные препятствия;
- разработать конкретные рекомендации по улучшению качества оказания медицинской услуги в РК.

**Объект исследования:** сфера здравоохранения РК.

**Предмет исследования:** цифровые технологии в сфере здравоохранения, направленные на автоматизацию диагностических процессов.

**Практическая значимость.** Разработанные рекомендации и предложения могут быть использованы в процессе разработки и реализации проектов, направленных на автоматизацию диагностических процессов на основе цифровой трансформации здравоохранения Республики Казахстан, которая может быть применена Министерством здравоохранения.

**Методы исследования** включают структурно-функциональный анализ, контент анализ, сравнительный анализ действующих проектов по автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения, а также экспертные интервью для получения всестороннего понимания текущих процессов влияние цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения Северо-Казахстанской области.

**Структура исследования.** Магистерский проект состоит из введения, основных двух глав, заключения и списка использованной литературы.

# 1. Теоретические основы организации предоставления медицинских услуг в цифровой среде

## 1.1. Цифровая трансформация здравоохранения в контексте цифрового развития общества

Многие цифровые приложения и устройства помогают медицинским работникам отслеживать состояние здоровья пациентов в режиме реального времени, даже без посещения. Повсеместное внедрение цифровых технологий качественно повлияло на автоматизацию диагностических процессов. Прогресс цифровых технологий в последнее время меняет концепцию здравоохранения. Цифровые устройства в настоящее время в основном встроены в процессы и процедуры здравоохранения.

Как отмечается российских ученых М.Архипова [1], первой книгой по теме информационного общества стала работа «Информационное общество: от жесткого общества к мягкому», под авторством Ю. Хаяши (1969). Впоследствии в 1980 г. вышла в свет книга Й. Масуда «Информационное общество как постиндустриальное общество». Учеными подчеркивается, что «информационное общество для Японии 1960-1980 гг. – это общество, прогрессирующее от всеобъемлющей компьютеризации, проявляющейся в финансовом секторе, коммерции, автоматизации производства, смещении акцента на высокотехнологическую промышленность. Это общество, обладающее доступом к достоверной и быстро передающейся информации, в нем торжествует расцвет человеческой креативности, а информационные процессы и ценности доминируют над материальной составляющей» [1].

Таблица 1. – Основные этапы формирования научных представлений о развитии цифрового общества в развитии цифровой среды

Этап	Научное направление	Страна
1960-1980 гг.	Программа «Информационное общество для Японии»	Япония
1969 г.	Ю. Хаяши «Информационное общество: от жесткого общества к мягкому»	Япония
1960-е г.	Н. Реймерс «Информационная экономика» Ф. Махлуп «Постиндустриальное общество»	США
1970-е гг.	Д. Белл «Грядущее постиндустриальное общество». М Порат «Развитие постиндустриального общества» Э. Тоффлер «Третья волна»	США
1980 г.	Й.Масуда «Информационное общество как постиндустриальное общество»	Япония
1980-е гг.	Разработка проекта Всемирной паутины (WWW).	США

1990-е гг.	Закон А. Гора о высокопроизводительных компьютерных системах (HPSA)	США
1991 г.	Программа «Малазийское видение 2020»	Юго-Восточная Азия
1993 г.	Стратегия Сингапура «Умный остров»	Юго-Восточная Азия
1994-1996 гг.	Разработка плана реализации политики в сфере развития информатизации общества «Европа и глобальное информационное общество»; «Датское информационное общество-2020»; Инициатива «Информационное общество Великобритании»; «Немецкий путь к информационному обществу 2020».	Европа
1994 г.	Тайваньская программа «Национальное информационное общество 2005»; Южно-Корейская программа «Национальное информационное общество 2003»	Юго-Восточная Азия
1995 г.	Научное направление «Цифровое неравенство»	США
1995-2000 г.	М. Кастельс «Теория сетевого общества»	Европа
2000 г.	Глобальная инициатива «Глобальное информационное общество», предусматривающая, в частности, преодоление информационно-цифрового разрыва.	Глобальный уровень
Примечание составлено автором на основе [7, 10, 29, 54, 118, 185]		

Развитие цифровых технологий в здравоохранении дает возможность предоставлять бесперебойные медицинские услуги. Использование цифровых систем здравоохранения способствовало мониторингу, диагностике, профилактике и лечению [1]. Капур и др. [2] продемонстрировали множество цифровых приложений, полезных для целей цифрового здравоохранения во время пандемии. Рохас и др. [3] подчеркнули использование интернет-программ для лечения депрессии. Хенкенджоханн [4] доказал, что использование цифровых записей пациентов повышает эффективность медицинских услуг.

Роботизированная хирургия, основанная на искусственном интеллекте, помогает врачам проводить персонализированную терапию пациентам, устранять повторяющиеся действия и предотвращать серьезные заболевания. [5] Однако приложения искусственного интеллекта (ИИ) создают клубок юридических вопросов для специалистов здравоохранения и разработчиков технологий, особенно если они не могут определить предложения, генерируемые ИИ. Циммерманн и др. [6] предоставили метааналитические данные об эффективности вмешательств электронного здравоохранения в поддержке

эмоционального и физического благополучия людей с диабетом 1 и 2 типа, а также сравнили вмешательства по гликемическому контролю и психосоциальной поддержке.

Хотя большинство ученых нашли доказательства эффективности цифровых технологий в системах здравоохранения, меньшинство пришло к противоречивым результатам. Исследования показали, что вмешательство следует улучшить за счет повышения уровня персонализации и внедрения показателей для повышения приверженности [3]. Они сообщили о неоднозначных результатах в Чили и Колумбии и подчеркнули значимость других факторов, помимо содержания вмешательства, таких как место или контекст вмешательства. Наблюдается рост использования цифровых технологий в цифровых картах пациентов. По мнению Хенкенджохана, интеграция электронных медицинских карт дает потенциальные преимущества и ставит под угрозу конфиденциальность человека [4]. Индивидуальные мотивы, основанные на волеизъявлении или внешних требованиях, влияют на внедрение цифровых технологий в здравоохранении, хотя внутренние стимулы более существенны.

**Медицинские информационные системы (МИС)** играют ключевую роль в современном здравоохранении, облегчая процессы сбора, хранения, обработки, анализа и доставки медицинской информации. Интеграция МИС с внешними специализированными программными продуктами особенно важна для оптимизации удаленного мониторинга здоровья пациентов, например, с помощью имплантированных устройств. Эта интеграция направлена на повышение эффективности и результативности медицинской помощи через оптимизацию процессов и повышение доступности данных.

Одной из ключевых задач при разработке МИС является обеспечение безопасности данных и конфиденциальности пациентов. Исследования сосредоточены на разработке инновационных методологий и технологий для защиты конфиденциальной медицинской информации от несанкционированного доступа и кибератак. Для повышения безопасности и конфиденциальности данных используются облачные платформы для хранения и обработки медицинских данных, а также алгоритмы шифрования. Реализация политик безопасности и механизмов защиты конфиденциальности, таких как прокси-подписи и групповые подписи, дополнительно защищает медицинскую информацию пациентов.

Развитие технологий, таких как блокчейн, также рассматривается в контексте медицинской информатики для решения проблем конфиденциальности и безопасности данных. Блокчейн предлагает децентрализованную и защищенную платформу для безопасного хранения и обмена медицинскими данными, обеспечивая целостность и конфиденциальность информации о пациентах. Это позволяет повысить конфиденциальность данных и обеспечить безопасный обмен медицинской информацией между поставщиками медицинских услуг и пациентами.

Эффективное управление и планирование диагностических и терапевтических процедур в МИС важно для оптимизации ухода за пациентами

и использования ресурсов. Были разработаны алгоритмы планирования медицинских обследований и лечения, которые учитывают график работы врачей и предпочтения пациентов для создания оптимальных маршрутов оказания медицинских процедур. Использование радиологических информационных систем в онкологических службах позволяет создавать распределенные архивы медицинских изображений, что повышает доступность и удобство использования данных для диагностики и планирования лечения.

**Лабораторные информационные системы (ЛИС)** играют критическую роль в управлении лабораторными данными и результатами исследований, обеспечивая автоматизацию процессов сбора, обработки и анализа лабораторных данных. Это улучшает точность и скорость получения диагностических результатов. Интеграция ЛИС с МИС позволяет создать единую информационную среду, обеспечивающую доступ к лабораторным данным в реальном времени, что способствует оперативному принятию клинических решений и улучшению качества медицинской помощи.

В целом, развитие МИС ориентировано на повышение безопасности данных, оптимизацию процессов здравоохранения и улучшение качества ухода за пациентами за счет использования инновационных технологий и методологий. Решая проблемы конфиденциальности данных, системной интеграции и оптимизации рабочих процессов, МИС могут сыграть ключевую роль в преобразовании системы медицинской помощи и улучшении результатов лечения пациентов.

**Искусственный интеллект (ИИ)** значительно изменил здравоохранение, улучшая результаты и повышая эффективность медицинской практики. С момента своего создания ИИ охватывает широкий спектр приложений, направленных на улучшение диагностики и лечения. Первоначально исследования ИИ были сосредоточены на решении фундаментальных проблем, таких как интеграция данных, поддержка принятия решений и автоматизация рутинных задач.

По мере развития ИИ фокус сместился в сторону более специализированных приложений и интеграции технологий ИИ в различные медицинские дисциплины, такие как радиология, патология, офтальмология и дерматология. Алгоритмы ИИ способны анализировать медицинские изображения с высокой точностью, помогая врачам обнаруживать отклонения, которые могут быть пропущены человеческим глазом. Это улучшает точность диагностики, оптимизирует рабочие процессы и повышает качество лечения пациентов.

Восприятие ИИ медицинскими работниками различается в зависимости от их специализации и знакомства с технологиями ИИ. Некоторые врачи выражают энтузиазм по поводу использования ИИ, в то время как другие проявляют осторожность из-за потенциальных этических и профессиональных вопросов. Это подчеркивает необходимость целевых программ обучения и подготовки для эффективной интеграции ИИ в медицинскую практику.

Пациенты в целом положительно относятся к ИИ, однако существуют опасения по поводу конфиденциальности данных и потенциальной потери



человеческого участия в медицинской помощи. Понимание этих представлений важно для разработки решений ИИ, которые будут не только эффективны, но и приемлемы для пациентов. Включение тем, связанных с ИИ, в медицинское образование поможет подготовить будущих медицинских работников к работе с новыми технологиями и решению связанных с ними проблем.

Биосенсорные технологии обеспечивают точное и раннее выявление заболеваний, улучшая персонализированную медицину и передовые методы лечения. Интеграция интеллектуальных устройств в клиническую диагностику и терапию существенно изменяет здравоохранение, предлагая новаторские решения для мониторинга, диагностики и лечения различных состояний.

Интеллектуальные устройства с ИИ используются для анализа медицинских данных в реальном времени, что способствует оперативному принятию решений и улучшению результатов лечения. Примеры таких устройств включают миниатюрные биосенсоры, которые могут быть интегрированы в медицинские устройства для мониторинга здоровья и диагностики заболеваний.

Технология цифрового двойника представляет собой цифровое отражение физического объекта, воспроизводящее его модель данных и поведение. Цифровые двойники активно применяются для мониторинга и контроля критически важных процессов в медицине, улучшая управление и планирование медицинских процедур. Однако существует необходимость в дальнейшем исследовании и разработке универсальных моделей цифровых двойников для их широкого внедрения.

Несмотря на значительный прогресс в области умных устройств и биосенсорных технологий, остаются вызовы, связанные с их интеграцией и применением в клинической практике. Постоянные инновации и развитие этих технологий необходимы для улучшения ухода за пациентами и клинических результатов.

## **1.2 автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения**

**Цифровизация здравоохранения** значительно продвинулась в различных областях, что отражено в недавних исследованиях. В Европе цифровое здравоохранение улучшило профилактику, диагностику, лечение, мониторинг и администрирование с помощью технологий электронного здравоохранения (eHealth), хотя остаются значительные проблемы, такие как адаптация и управление кризисами [7]. В Индии сектор здравоохранения внедряет цифровую трансформацию, инвестируя в технологии для взаимодействия с пациентами, управления медицинскими записями и аналитики, однако сталкивается с проблемами интеграции этих технологий в основные медицинские функции [8]. В глобальном масштабе цифровые инновации революционизировали предоставление медицинских услуг, улучшая доступ, снижая затраты и улучшая

коммуникацию с помощью таких инструментов, как электронные медицинские записи и телемедицина. Однако эти инновации не обходятся без проблем, включая этические вопросы и вопросы безопасности данных [9]. Мобильные приложения для здравоохранения (mHealth), особенно в Турции, значительно способствовали доступности и эффективности здравоохранения, хотя они также вызывают вопросы с конфиденциальностью и доверием [10].

Цифровые технологии, используемые в сфере здравоохранения для автоматизации диагностических процессов, включают в себя телемедицину, машинное обучение, искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT) и облачные технологии. В исследовании, посвященном цифровизации здравоохранения и телекоммуникационным системам поддержки, рассматриваются методы интеллектуальной поддержки сложных тестовых решений для электронной медицинской истории, которые ускоряют сравнение данных пациентов и развитие диагностических гипотез [11]. Машинное обучение используется для автоматизации диагностических процессов, например, для предсказания диабета с использованием таких параметров, как возраст, уровень глюкозы и давление [12]. Цифровые технологии также способствуют продвижению персонализированного здравоохранения, улучшая управление пациентами и диагностику на основе данных о генетике, окружающей среде и образе жизни пациента [13]. В эпоху цифровизации патологии использование IoT и облачных технологий позволяет автоматизировать обработку данных и предоставлять недорогие диагностические решения [14].

Цифровизация диагностических процессов приносит значительные преимущества как для пациентов, так и для медицинского персонала. Для пациентов цифровые технологии улучшают доступ к медицинской информации и услугам, сокращают время ожидания диагностики и лечения, а также повышают точность и своевременность диагностики благодаря использованию больших данных и искусственного интеллекта [15]. Цифровые технологии также способствуют снижению затрат на медицинские услуги за счет роботизированной хирургии и использования роботов в медицинских учреждениях, что повышает эффективность диагностики и лечения [16]. Для медицинского персонала цифровизация облегчает хранение и доступ к медицинским данным, улучшает коммуникацию между врачами и пациентами, а также способствует внедрению интеллектуальных систем поддержки принятия решений, что повышает качество и безопасность медицинских услуг [11].

В последние годы цифровизация в медицине стала важной темой: различные исследования подчеркивают ее влияние на различные аспекты здравоохранения. Использование цифровых технологий в сфере медицины произвело революцию в способах обучения, диагностики, лечения и ведения пациентов медицинскими работниками. Эта трансформация обусловлена несколькими ключевыми достижениями и связанными с ними проблемами, каждое из которых способствует общему совершенствованию медицинской практики.

Исследование Питтерса и коллег рассматривает использование различных инструментов социальных медиа, включая блоги, микроблоги, социальные сети, подкасты и видеохостинги, психиатрами для образовательных целей. В частности, исследование фокусируется на использовании Twitter в психиатрии и подчеркивает четыре основных направления, где Twitter и другие социальные медиа могут быть полезны: улучшение ухода за пациентами и адвокация, непрерывное образование, сбор данных для исследований и сотрудничество, а также академическое признание и влияние. Эти инструменты позволяют психиатрам мгновенно взаимодействовать с глобальным сообществом, включая медицинских специалистов, учащихся и пациентов, что способствует интеграции образования в повседневную жизнь специалистов [17].

Точность медицинских процедур также значительно улучшилась благодаря цифровизации. Кухтевич и коллеги сравнивают точность цифровых моделей, полученных с помощью прямых и косвенных методов сбора данных. Их результаты показывают, что прямая цифровизация обеспечивает более высокую точность по сравнению с традиционными методами [18]. Это усовершенствование имеет решающее значение в таких областях, как стоматология и ортопедия, где точные измерения имеют решающее значение для успешных результатов. Способность фиксировать и воспроизводить сложные детали в цифровом формате гарантирует, что практикующие врачи смогут планировать и проводить лечение с большей уверенностью и точностью.

Однако внедрение цифровых технологий в здравоохранение не лишено проблем. Парвияйнен и Пелтониemi [19] исследуют сложности, связанные с управлением асимметрией информации в сети медицинской ценности. Информационная асимметрия, когда одна сторона имеет больше или лучшую информацию, чем другая, может препятствовать эффективному принятию решений и уходу за пациентами. Цифровые инновации могут помочь преодолеть этот разрыв, гарантируя всем заинтересованным сторонам доступ к точной и своевременной информации. Тем не менее, интеграция этих технологий требует значительных изменений в организационных структурах и процессах, подчеркивая необходимость стратегического планирования и инвестиций.

Исследование из Миннеаполиса рассматривает использование цифровых технологий для повышения устойчивости и эффективности цепочек поставок в фармацевтической отрасли. В исследовании подчеркивается, что цифровизация цепочек поставок помогает снизить операционные расходы, улучшить управление активами и удовлетворить потребности клиентов. Основными темами исследования являются выявление ограничений текущих систем, использование цифровых технологий для их преодоления и создание устойчивых, гибких и адаптивных цепочек поставок. В работе предлагается системная модель, которая помогает фармацевтическим компаниям лучше понять и внедрить цифровизацию для достижения устойчивых и прибыльных результатов [20].

Цифровизация также открывает возможности для продвижения принципов экономики замкнутого цикла в сфере здравоохранения. В одном исследовании, проведенном в 2022 году, рассматривается роль цифровых технологий в

поддержке экономики замкнутого цикла через обратную логистику в сфере здравоохранения. Используя системную динамику, авторы анализируют, как технологии Индустрии 4.0, такие как искусственный интеллект и Интернет вещей, могут улучшить сбор, сортировку, обработку и восстановление медицинских отходов, способствуя устойчивому использованию ресурсов. Основные выводы исследования подчеркивают важность интеграции цифровых инструментов для более эффективного управления ресурсами и снижения отходов, что способствует созданию более устойчивых систем здравоохранения [21].

В другом исследовании, опубликованном в журнале "Sustainability" в 2020 году, анализируется, как технологии четвертой промышленной революции, такие как Интернет вещей и большие данные, могут повысить устойчивость цепочек поставок в здравоохранении. Эти технологии позволяют проводить мониторинг в реальном времени и прогнозировать возможные сбои, что особенно важно во время глобальных кризисов, таких как пандемия COVID-19. Внедрение этих технологий помогает организациям здравоохранения более эффективно предвидеть сбои и реагировать на них, обеспечивая непрерывность медицинской помощи [22].

Цифровизация также меняет практику в ветеринарной медицине. В одном исследовании 2023 года рассматривается, как телездоровье и другие цифровые технологии способствуют инновациям и устойчивости в медицине, включая ветеринарию. Цифровые инструменты, такие как виртуальная реальность, значительно улучшают образовательные и лечебные практики, предоставляя новые способы визуализации и диагностики заболеваний. Основные результаты исследования показывают, что эти технологии помогают улучшить понимание сложных заболеваний и предоставляют более точные инструменты для обучения и лечения [23].

Еще одно исследование обсуждает, как цифровизация может улучшить управление отходами в здравоохранении, что, в свою очередь, повышает общую эффективность и устойчивость системы здравоохранения. Авторы подчеркивают важность интеграции цифровых инструментов для улучшения управления ресурсами и снижения воздействия на окружающую среду. Основные выводы исследования иллюстрируют важность использования цифровых технологий для достижения более устойчивых методов управления медицинскими отходами [24].

Исследование, проведенное Ма и коллегами в 2022 году, анализирует влияние цифровизации на цепочки поставок в фармацевтике, подчеркивая важность обеспечения безопасности данных и конфиденциальности в процессе цифровых трансформаций. Авторы показывают, что информационная безопасность и защита данных являются ключевыми факторами для успешной интеграции цифровых технологий в здравоохранение. Основные результаты исследования подчеркивают необходимость надежных мер по защите данных и конфиденциальности в условиях увеличения объемов персональной медицинской информации, обрабатываемой в цифровых системах [25].

Цифровизация и обратная логистика могут поддерживать устойчивые практики в сфере здравоохранения, улучшая качество жизни пожилых людей за счет более эффективного использования ресурсов и улучшенного управления отходами. В одном исследовании рассматривается, как цифровизация может разрушить границы в сфере оказания медицинской помощи пожилым людям, способствуя улучшению качества их жизни. Такие технологии, как телемедицина, дистанционный мониторинг и вспомогательные устройства, могут позволить пожилым людям получать уход, не выходя из дома, и дольше сохранять свою независимость [26].

В одном из исследований, проведенном Хусаином и коллегами в 2020 году, подчеркивается важность образовательных технологий для подготовки будущих специалистов, особенно в контексте цифровой трансформации и устойчивого развития. Эти технологии создают интерактивную и гибкую среду обучения, поддерживая развитие будущих специалистов здравоохранения, обладающих необходимыми цифровыми навыками. Исследование показывает, что цифровизация высшего образования способствует более эффективному обучению и подготовке специалистов, необходимых для современных медицинских систем [27].

Исследование 2023 года рассматривает, как технологии блокчейна и искусственного интеллекта могут улучшить безопасность и прозрачность цепочек поставок в фармацевтической отрасли, что также способствует улучшению диагностики и персонализированной медицины. Основные выводы исследования показывают, что эти технологии могут способствовать улучшению безопасности и прозрачности в фармацевтических цепочках поставок, что, в свою очередь, повышает точность диагнозов и персонализацию лечения [28].

Цифровизация также влияет на медицинское образование и услуги здравоохранения, способствуя более эффективному обучению и улучшению медицинских услуг. В одном исследовании подчеркивается важность онлайн-обучения и цифровых инструментов в медицине, включая хирургическое обучение и управление глазами банками. Эти технологии способствуют более эффективному обучению и предоставлению медицинских услуг, улучшая управление важными медицинскими ресурсами [29].

Пандемия ускорила цифровизацию в сфере здравоохранения, включая обучение на основе моделирования и технологии смешанной реальности. В одном исследовании рассматривается, как пандемия COVID-19 ускорила внедрение цифровых технологий в медицинскую подготовку и образование, подчеркивая важность обучения на основе моделирования и технологий смешанной реальности. Основные выводы исследования показывают, что эти инструменты позволяют продолжать обучение и развитие навыков, несмотря на ограничения, наложенные пандемией [30].

Цифровые технологии могут улучшить процессы клинической разработки и принятия нормативных решений в отношении редких заболеваний. Одно исследование подчеркивает роль цифровых технологий в улучшении клинических процессов и принятии нормативных решений, особенно в контексте редких заболеваний. Основные результаты исследования показывают, что

облегчение сбора и анализа данных с помощью цифровых технологий может ускорить разработку методов лечения и улучшить уход за пациентами [31].

**Цифровизация в клинической диагностике** — это быстро развивающаяся область, которая коренным образом меняет способы сбора, анализа и использования медицинских данных в медицинских учреждениях. Интеграция цифровых технологий в клиническую диагностику потенциально может улучшить результаты лечения пациентов, оптимизировать процессы и повысить общее качество медицинской помощи, предоставляемой людям. В этом обзоре литературы на основе предоставленных документов будут изучены текущие тенденции, возможности и проблемы, связанные с цифровизацией в клинической диагностике.

Одним из ключевых аспектов цифровизации в клинической диагностике является использование цифровых медицинских устройств, ориентированных на здоровье, которые используют цифровые технологии для улучшения здоровья и медицинских услуг. Эти устройства играют решающую роль в сборе и анализе медицинских данных, таких как числовые измерения, записанные сигналы и изображения, для поддержки принятия клинических решений и улучшения результатов лечения пациентов. Такая интеграция цифровых медицинских устройств помогает собирать точные и полные данные, что повышает точность и эффективность диагностики. Возможность непрерывного мониторинга и анализа данных пациентов в режиме реального времени позволяет более активно и профилактически управлять здравоохранением [32].

Конвергенция цифровых технологий здравоохранения и цифровых биомаркеров изменила медицинские исследования, диагностику и терапию, открыв путь к более персонализированным и эффективным подходам к лечению. Цифровые биомаркеры предоставляют объективные, поддающиеся количественной оценке физиологические и поведенческие данные, собранные с помощью цифровых устройств, что дает ценную информацию о прогрессировании заболевания и эффективности лечения. Эта трансформация позволяет поставщикам медицинских услуг адаптировать лечение к индивидуальному профилю пациентов, тем самым повышая эффективность терапевтических вмешательств [33].

Цифровая трансформация клинико-диагностических лабораторий — это непрерывный процесс, который включает интеграцию технологий в традиционную лабораторную практику для повышения эффективности и точности диагностических исследований. Эта трансформация привела к разработке инновационных инструментов и платформ, таких как телерадиология, теледиагностика и компьютерная диагностика (CAD), которые позволяют поставщикам медицинских услуг ставить пациентам своевременные и точные диагнозы. Эти технологии позволяют проводить дистанционную диагностику и получать второе мнение, тем самым расширяя доступ к специализированным диагностическим знаниям независимо от географических ограничений [34].

Влияние цифровых технологий на диагностику на месте оказания медицинской помощи было значительным в улучшении доступа к

диагностическим услугам и улучшении ведения пациентов в местах оказания медицинской помощи. Простые и быстрые тесты, которые можно проводить по месту оказания медицинской помощи, могут революционизировать методы диагностики и лечения пациентов, что приведет к улучшению результатов в отношении здоровья и повышению удовлетворенности пациентов. Диагностика на месте сокращает время постановки диагноза, позволяя быстрее принимать клинические решения и начинать лечение [35].

Помимо медицинских устройств и диагностических инструментов, цифровые решения в области здравоохранения трансформируют медицинские учреждения и диагностические лаборатории, используя цифровые технологии для открытия новых возможностей для улучшения ухода. Эти решения позволяют медицинским работникам получать доступ к огромным объемам медицинских данных и анализировать их в режиме реального времени, что приводит к более обоснованному принятию решений и улучшению результатов лечения пациентов. Передовая аналитика данных и искусственный интеллект (ИИ) играют решающую роль в извлечении практической информации из сложных наборов данных, способствуя раннему выявлению заболеваний и индивидуальному планированию лечения [36].

В целом цифровизация в клинической диагностике — это динамичная и быстро развивающаяся область, которая имеет большие перспективы для повышения качества и эффективности медицинских услуг. Используя цифровые технологии, поставщики медицинских услуг могут повысить точность диагностики, оптимизировать процессы и предоставлять пациентам более персонализированный уход. Однако для полной реализации потенциальных преимуществ цифровизации в клинической диагностике необходимо решить такие проблемы, как безопасность данных, совместимость и соответствие нормативным требованиям. Обеспечение надежной защиты данных и мер конфиденциальности имеет важное значение для поддержания доверия и конфиденциальности пациентов.

**Медицинские информационные системы (МИС)** играют решающую роль в современном здравоохранении, облегчая сбор, хранение, обработку, анализ и доставку медицинской информации для различных целей. Интеграция МИС с внешними специализированными программными продуктами представляет особый интерес, особенно при оптимизации удаленного мониторинга здоровья пациентов с помощью имплантированных устройств. Эта интеграция направлена на повышение эффективности и результативности оказания медицинской помощи за счет оптимизации процессов и повышения доступности данных [37].

Одной из ключевых задач при разработке МИС является обеспечение безопасности данных и конфиденциальности пациентов. Различные исследования были сосредоточены на разработке инновационных методологий и технологий для защиты конфиденциальной медицинской информации от несанкционированного доступа и кибератак. Например, для повышения безопасности и конфиденциальности данных предлагается использовать облачные платформы для хранения и обработки медицинских данных, а также

алгоритмы шифрования [38]. Кроме того, реализация политик безопасности и механизмов защиты конфиденциальности, таких как прокси-подписи и групповые подписи, может дополнительно защитить медицинскую информацию пациентов в электронных системах [39].

Развитие технологий, в частности блокчейна, также изучалось в контексте медицинской информатики для решения проблем конфиденциальности и безопасности данных. Системы на основе блокчейна предлагают децентрализованную и защищенную от несанкционированного доступа платформу для безопасного хранения и обмена медицинскими данными, обеспечивая целостность и конфиденциальность информации о пациентах. Используя технологию блокчейна, медицинские информационные системы могут повысить конфиденциальность данных и обеспечить безопасный обмен конфиденциальной медицинской информацией между поставщиками медицинских услуг и пациентами [40].

Помимо безопасности данных, эффективное управление и планирование диагностических и терапевтических процедур в МИС имеют важное значение для оптимизации ухода за пациентами и использования ресурсов. Для оптимизации процесса и повышения общей эффективности оказания медицинской помощи были разработаны алгоритмы планирования медицинских обследований и лечения. Эти алгоритмы учитывают различные факторы, такие как график работы врачей и предпочтения пациентов, для создания оптимальных многодневных маршрутов оказания медицинских процедур пациентам [41].

Кроме того, было изучено использование радиологических информационных систем в онкологических службах с целью разработки рекомендаций по созданию распределенных архивов медицинских изображений. Анализируя особенности распределенного хранения медицинских изображений и внедряя программные продукты, адаптированные для онкологических клиник, учреждения здравоохранения могут повысить доступность и удобство использования данных медицинских изображений для диагностики и планирования лечения [42].

Отдельное внимание стоит уделить лабораторным информационным системам (ЛИС), которые играют критическую роль в управлении лабораторными данными и результатами исследований. ЛИС обеспечивают автоматизацию процессов сбора, обработки и анализа лабораторных данных, что существенно улучшает точность и скорость получения диагностических результатов. Интеграция ЛИС с МИС позволяет создать единую информационную среду, обеспечивающую доступ к лабораторным данным для врачей и других медицинских работников в режиме реального времени. Это способствует оперативному принятию клинических решений и улучшению качества медицинской помощи [43].

В целом, тенденции развития МИС ориентированы на повышение безопасности данных, оптимизацию процессов здравоохранения и повышение качества ухода за пациентами за счет инновационных технологий и методологий. Решая проблемы, связанные с конфиденциальностью данных, системной интеграцией и оптимизацией рабочих процессов, медицинские информационные



системы могут сыграть ключевую роль в преобразовании системы оказания медицинской помощи и улучшении результатов лечения пациентов [44].

Литература по медицинским информационным системам подчеркивает важность безопасности данных, системной интеграции и оптимизации процессов для повышения эффективности и результативности оказания медицинской помощи. Используя инновационные технологии, такие как блокчейн и облачные платформы, медицинские учреждения могут улучшить конфиденциальность данных, оптимизировать рабочие процессы и обеспечить лучший уход за пациентами. Будущие исследования в этой области должны продолжить изучение новых подходов и решений для удовлетворения растущих потребностей отрасли здравоохранения и обеспечения плавной интеграции медицинских информационных систем в клиническую практику.

**Искусственный интеллект в медицине.** Современному исследованию искусственного интеллекта в медицине (ИИ) уже 25 лет. За этот период эта область привлекла многих лучших ученых-компьютерщиков, и их работа представляет собой выдающееся достижение. ИИ значительно изменилась с момента своего создания, охватывая широкий спектр приложений, направленных на улучшение результатов здравоохранения и повышение эффективности медицинской практики.

На заре ИИ большая часть исследований была сосредоточена на фундаментальных проблемах. В книге «Искусственный интеллект в медицине: предстоящие задачи» обсуждался потенциал ИИ для преобразования здравоохранения путем решения таких важных проблем, как интеграция данных, поддержка принятия решений и автоматизация рутинных задач [45]. Эти основополагающие усилия заложили основу для последующих достижений в этой области.

По мере развития ИИ фокус сместился в сторону более специализированных приложений, интеграции технологий искусственного интеллекта в различные медицинские дисциплины. В исследовании, основанном на групповой дискуссии, состоявшейся на Европейской конференции по искусственному интеллекту в медицине в Амстердаме, Нидерланды, в июле 2007 года, подчеркивались значительные успехи, достигнутые в области медицинского ИИ. Участники дискуссии отметили возросшую зрелость и влияние ИИ, а также важность продолжения междисциплинарного сотрудничества и интеграции ИИ в клиническую практику [46].

Несмотря на эти достижения, большая часть прогресса в ИИ кажется разрозненной и лишенной целостной структуры для проникательного наблюдателя. Предоставляя актуальный обзор ИИ, уделяя особое внимание его применению в радиологии, патологии, офтальмологии и дерматологии, исследование подчеркивает разнообразные способы использования ИИ для повышения точности диагностики, оптимизации рабочих процессов и улучшения результатов лечения пациентов по этим специальностям [47]. Например, алгоритмы искусственного интеллекта теперь способны анализировать медицинские изображения с поразительной точностью, помогая

рентгенологам обнаруживать отклонения, которые могут быть пропущены человеческим глазом.

Те же наблюдения применимы и к более широкой сфере здравоохранения, где ИИ используется для решения различных проблем. Исследование пытается ответить на ключевые вопросы, касающиеся ИИ, такие как определение ИИ, понимание его механизмов, оценка его ценности в медицинских приложениях и изучение будущих перспектив. Подчеркивается, как ИИ может помочь в прогнозной аналитике, персонализированной медицине и лечении хронических заболеваний [48]. Быстрое развитие технологий искусственного интеллекта может значительно улучшить результаты здравоохранения, обеспечивая более точную диагностику, персонализированные планы лечения и эффективное использование ресурсов.

Восприятие ИИ медицинскими работниками стало предметом недавних исследований. В исследовании подчеркиваются параллели между восприятием ИИ различными группами клиницистов в Австралии и Новой Зеландии. Показан разный уровень принятия и энтузиазма в отношении ИИ среди врачей, в зависимости от их специализации и знакомства с технологиями ИИ [49]. Такое различие в восприятии подчеркивает необходимость целевых программ обучения и подготовки, которые помогут врачам эффективно интегрировать ИИ в свою практику.

В отличие от восприятия медицинских работников, отношение пациентов и их спутников до сих пор не представляло особого интереса. В исследовании исследуется восприятие ИИ в здравоохранении среди этой весьма актуальной группы, а также влияние цифровой близости и социально-демографических факторов. Результаты показывают, что, хотя пациенты в целом относятся к ИИ положительно, существуют опасения по поводу конфиденциальности данных и потенциальной потери человеческого участия в медицинской помощи [50]. Понимание этих представлений имеет решающее значение для разработки решений ИИ, которые не только эффективны, но и приемлемы для пациентов.

Восприятие будущими врачами ИИ и его последствий для медицинского образования также имеет решающее значение. В исследовании изучаются мнения студентов-медиков о потенциальном влиянии ИИ на медицину и определяются образовательные потребности, которые могут быть полезны для реструктуризации учебных программ. Исследование показывает сочетание оптимизма и осторожности среди будущих врачей, многие из которых признают потенциальные преимущества ИИ, но при этом выражают обеспокоенность по поводу этических и профессиональных вопросов. Почти половина участников подтвердили, что могут защитить свою профессиональную конфиденциальность при использовании приложений ИИ (44,7%); тогда как 16,1% утверждали, что ИИ в медицине может стать причиной нарушения профессиональной тайны [51]. Эти выводы подчеркивают важность включения тем, связанных с ИИ, в медицинское образование, чтобы подготовить будущих медицинских работников к проблемам и возможностям, которые открывает ИИ.

**Интеллектуальные устройства в медицине.** Достижения в области биосенсорных технологий и интеграция интеллектуальных устройств в

клиническую диагностику и терапию существенно изменяют здравоохранение, предлагая новаторские решения для мониторинга, диагностики и лечения различных состояний. Исследования предоставляют полное представление об этих технологиях, подчеркивая их перспективные применения и связанные с ними вызовы.

Одно из исследований обсуждает этические и нормативные аспекты использования умных устройств для мониторинга здоровья. Это исследование подчеркивает необходимость унифицированных нормативных руководств и повышения уровня образования для медицинских работников и пациентов. Учитывая быстрое развитие технологий, важно обеспечить, чтобы пользователи и специалисты понимали риски и преимущества использования этих устройств, а также соблюдали стандарты безопасности и конфиденциальности данных [52].

Другие работы сосредоточены на применении искусственного интеллекта и механобиологии в умных диагностических устройствах. Эти исследования подчеркивают потенциал использования искусственного интеллекта для анализа данных в реальном времени и раннего выявления заболеваний. Механобиологические подходы, включающие изучение механических свойств биологических систем, также играют ключевую роль в разработке передовых диагностических решений, способных более точно идентифицировать патологические изменения [53].

Некоторые работы представляют новый подход к внедрению миниатюрных биосенсоров в медицинские устройства. Это способствует улучшению персонализированной медицины, позволяя более точно адаптировать терапевтические вмешательства к индивидуальным потребностям пациентов. Внедрение таких сенсоров способствует более точному мониторингу состояния пациента и оперативной корректировке лечебных мероприятий [54].

Также рассматриваются устройства для двунаправленной диагностики и терапии, которые используют высоковольтные диагностические блоки и цифровые преобразователи сигналов для оптимизации результатов лечения. Эти устройства обеспечивают более точное управление терапевтическими процессами, повышая эффективность и снижая риски побочных эффектов. Технологические усовершенствования в этой области направлены на достижение более высоких стандартов лечения и диагностики [55].

Исследования предлагают подробный обзор использования наноматериалов и технологий поверхностного плазмонного резонанса для диагностики и терапии. Они освещают новые исследовательские результаты и практические примеры, демонстрируя, как эти передовые материалы могут улучшить чувствительность и специфичность диагностических устройств. Такие технологии открывают новые возможности для неинвазивного мониторинга и точной диагностики различных заболеваний [56].

Кроме того, они исследуют разработку электрохимических биосенсоров для обнаружения микробов, диагностики рака и мониторинга здоровья. Эти сенсоры подчеркивают их интеграцию со смартфонами и практическую полезность, что делает их доступными и удобными для использования в повседневной жизни. Такие инновации особенно важны для раннего

обнаружения и мониторинга хронических заболеваний, улучшая прогноз и качество жизни пациентов [57].

Анализ интеграции биосенсоров в клиническую практику обсуждает преимущества и вызовы, предлагая рекомендации для оптимизации результатов. Исследования показывают, что биосенсоры могут значительно улучшить качество диагностики и лечения, однако требуют тщательной оценки и стандартизации для широкомасштабного внедрения в медицинскую практику [58].

Также исследуются адаптации биосенсоров к носимым, проглатываемым и имплантируемым устройствам. Эти инновации подчеркивают их влияние на персонализированную медицину, позволяя более точно и своевременно отслеживать физиологические параметры пациентов. Такие устройства могут революционизировать подходы к лечению, делая его более адаптивным и эффективным [59].

Рассмотрение новых разработок в области биосенсоров, оптоволоконных датчиков и гибких датчиков обсуждает их применение в различных областях, таких как стоматология, роботизированная хирургия и диагностика заболеваний, таких как рак и диабет. Важная роль этих технологий в обнаружении вируса SARS-CoV-2 в период пандемии COVID-19 подчеркивает их значимость для общественного здравоохранения и экстренных медицинских ситуаций [60].

Эти исследования иллюстрируют потенциал интеллектуальных устройств и биосенсорных технологий в медицинских приложениях, подчеркивая необходимость постоянных инноваций и интеграции для улучшения ухода за пациентами и клинических результатов.

**Технология цифрового двойника.** Технология цифрового двойника представляет собой новую концепцию, которая привлекла внимание как промышленности, так и научных кругов. Исследования оценивают технологии, проблемы и перспективы развития цифровых двойников, подчеркивая их значимость для различных отраслей. Важность технологии заключается в обеспечении надежности и когнитивной эффективности управленческих решений [61]. Модель репликации цифровых двойников и соответствующая архитектура безопасности могут использоваться для обеспечения безопасного совместного использования данных и управления критически важными процессами, что требует строгих требований к безопасности [62].

Несмотря на растущий интерес, определения цифрового двойника в промышленности и научных кругах различаются. Систематический обзор литературы и тематический анализ публикаций за последнее десятилетие позволяют выявить характеристики цифрового двойника, пробелы в знаниях и направления для будущих исследований. Важность стандартизации и унификации подходов подчеркивается для успешного внедрения технологии [63]. Также анализируется недавнее развитие технологий цифрового двойника в производственных системах и процессах, рассматриваются сценарии применения и исследовательские вызовы в контексте Индустрии 4.0, предлагается эталонная модель для систематизации методологии разработки [64].

Множество исследований предложили применение методологий цифрового двойника в производственном, строительном и нефтегазовом секторах, но пока не существует эталонной модели для контроля и предотвращения рисков. Необходимость разработки такой модели очевидна для прогнозирования и предотвращения рисков в промышленных процессах, что требует структурированной методологии [65].

Цифровой двойник представляет собой цифровое отображение физического актива, воспроизводящее его данные, поведение и взаимодействие с другими активами. В здравоохранении, концепция агентных цифровых двойников демонстрирует значительное улучшение точности и своевременности медицинской помощи при лечении тяжелых травм [66]. Новая архитектура промышленного Интернета вещей с поддержкой цифровых двойников способствует федеративному обучению и смягчению последствий отклонений оценок от фактического состояния устройств [67].

Однако, несмотря на прогресс, существуют пробелы в исследованиях, замедляющие широкое внедрение концепции цифрового двойника. Основные причины задержки включают отсутствие универсальной эталонной системы, зависимость от домена, проблемы безопасности общих данных, зависимость от других технологий и отсутствие количественных показателей. Оценка приложений цифровых двойников в различных областях показывает текущее состояние машинного обучения и больших данных в этой сфере [68].

Использование цифрового двойника для решения задач в совместных производственных системах демонстрируется на примере промышленного проекта, где цифровой двойник выступает как виртуальный аналог физической системы для проверки и контроля на протяжении всего жизненного цикла [69]. В умных городах интеграция цифровых двойников может значительно улучшить управление городскими ресурсами и услугами, что доказывают многочисленные исследования [70].

Модель беспроводной сети с цифровым двойником на периферии обеспечивает новые функции, такие как гиперподключенность и вычисления с малой задержкой. Интеграция цифрового двойника и 6G соединяет физическую систему с цифровым пространством, обеспечивая мгновенное беспроводное соединение [71].

Цифровой двойник — это цифровой эквивалент реального объекта, отражающий его поведение и состояние в виртуальном пространстве на протяжении всей жизни. Определяется концепция, разрабатывается типология различных типов цифровых двойников и предлагается концептуальная основа для их проектирования и внедрения [72].

## **2. Влияния цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения Республики Казахстан**

### **2.1. Анализ влияния цифровизации диагностики на качество оказания медицинской помощи**

В Республике Казахстан для автоматизации диагностических процессов в сфере здравоохранения активно используются цифровые технологии, включая телемедицину, электронные медицинские записи (ЭМЗ), информационные системы управления больницами и искусственный интеллект (ИИ).

Телемедицина позволяет проводить удаленные консультации и диагностику, что особенно важно в отдаленных районах. Основными вызовами остаются высокие затраты на ИТ-услуги и низкое качество интернет-соединения [73]. Внедрение электронных медицинских записей позволяет хранить и анализировать данные пациентов, автоматизировать рабочие процессы и улучшать качество медицинского обслуживания [74]

Цифровизация здравоохранения также включает использование информационных систем управления больницами, которые облегчают ведение медицинской документации, регистрацию пациентов и получение статистических отчетов, улучшая работу медицинского персонала и ускоряя обработку данных [75]. Искусственный интеллект используется для повышения точности диагностики и мониторинга состояния пациентов, что способствует улучшению качества лечения.

Основные барьеры для цифровой трансформации в здравоохранении включают в себя несколько ключевых аспектов, таких как безопасность данных, сопротивление пользователей, нормативные препятствия и технические сложности. В исследовании, посвященном обеспечению безопасности цифровой трансформации в системах здравоохранения, подчеркивается важность многоуровневой аутентификации и использования технологий глубокого обучения для защиты данных и повышения ответственности. Анализ существующей литературы показывает, что несмотря на потенциал цифровых технологий для улучшения здравоохранения, существуют проблемы с конфиденциальностью и безопасностью, а также нормативные барьеры и сопротивление со стороны медицинских работников [76]. В исследовании, проведенном в Великобритании, выявлены препятствия для внедрения электронных медицинских инноваций, включая задачи, связанные с уходом за пациентами, инфраструктурные барьеры и проблемы восприятия угроз [77]. Кроме того, переход на цифровую трансформацию затруднен из-за зависимости здравоохранения от устаревших технологий и серьезных регуляторных проблем [78].

Внедрение цифровых технологий в диагностические процессы здравоохранения в Казахстане сталкивается с рядом вызовов. Одним из основных препятствий является высокая стоимость ИТ-услуг и низкое качество интернет-соединения, что затрудняет широкомасштабное применение телемедицины и других цифровых технологий [73]. Также отмечается слабый

интерес государства к сотрудничеству с частным сектором, что замедляет внедрение новых технологий. Существуют проблемы с недостаточной подготовкой медицинского персонала в области применения цифровых технологий и нехваткой времени и опыта для подготовки заявок на внедрение новых технологий [74]. Важную роль играют также правовые и этические вопросы, связанные с использованием искусственного интеллекта и цифровых технологий, что может привести к нарушениям конфиденциальности и прав пациентов.

Здравоохранение в Казахстане сталкивается с рядом специфических проблем, которые необходимо учитывать при внедрении цифровых технологий. Одной из основных проблем является неравномерное распределение медицинских ресурсов по регионам. В крупных городах, таких как Алматы и Астана, доступ к квалифицированной медицинской помощи значительно выше, чем в сельских и удаленных районах. Цифровизация здравоохранения может помочь сократить этот разрыв за счет обеспечения удаленного доступа к медицинским услугам и централизованного хранения данных. Согласно данным Министерства здравоохранения Казахстана, цифровизация может повысить доступ к квалифицированной медицинской помощи в сельских районах на 35% и сократить затраты на здравоохранение на 20% [6].

Еще одной важной проблемой является недостаточное финансирование здравоохранения и дефицит медицинского персонала. В условиях ограниченных ресурсов важно максимально эффективно использовать доступные технологии для повышения качества медицинской помощи. Внедрение цифровых решений, таких как телемедицина и ИИ, может помочь оптимизировать использование ресурсов и улучшить доступ к медицинской помощи.

Особое внимание следует уделить обучению и адаптации медицинского персонала к новым технологиям. Необходимо разработать программы повышения квалификации для врачей и медицинских сестер, чтобы они могли эффективно использовать цифровые инструменты в своей практике. Это требует значительных инвестиций в обучение и поддержку медицинских специалистов, что может быть сложным в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

### **Преимущества цифровизации для пациентов и медицинского персонала**

Эксперты отмечают, что цифровизация приносит значительные преимущества как для пациентов, так и для медицинского персонала.

#### **Для пациентов:**

1. **Доступность и удобство:** Пациенты могут получать доступ к своей медицинской информации, результатам диагностических тестов и консультациям специалистов через онлайн-платформы или мобильные приложения. Это упрощает процесс обращения за медицинской помощью и сокращает время ожидания.

2. **Качество диагностики:** Цифровые технологии, такие как системы анализа изображений и алгоритмы искусственного интеллекта, могут помочь улучшить точность диагностики и уменьшить вероятность ошибок.

3. **Дистанционная помощь:** Телемедицинские платформы позволяют пациентам получать консультации специалистов и медицинское обслуживание удаленно, что особенно важно для тех, кто находится в отдаленных районах или страдает от ограниченной подвижности.

4. **Мониторинг здоровья:** Мобильные приложения и носимые устройства позволяют пациентам отслеживать свои витальные показатели, симптомы заболеваний и следить за хроническими состояниями, что помогает им принимать более осознанные решения о своем здоровье.

#### **Для медицинского персонала:**

1. **Увеличение эффективности:** Цифровизация диагностических процессов сокращает время на доступ к медицинским данным и обработку информации, что позволяет врачам сосредоточиться на непосредственном предоставлении медицинской помощи.

2. **Улучшение точности диагностики:** Системы поддержки принятия решений и алгоритмы анализа данных могут помочь врачам проводить более точные диагностики и предсказывать возможные осложнения или риски.

3. **Улучшение взаимодействия и консультаций:** Цифровые платформы позволяют врачам обмениваться медицинской информацией и консультироваться с коллегами, что способствует коллективному принятию решений и повышает качество медицинского обслуживания.

4. **Улучшение управления данными:** Цифровые системы управления данными и электронные медицинские записи упрощают процессы документооборота, хранения и обработки медицинской информации, что снижает риск ошибок и повышает эффективность работы медицинского персонала.

#### **Сложности внедрения цифровых технологий**

Основные вызовы, связанные с внедрением цифровых технологий в здравоохранении Казахстана, включают недостаточную инфраструктуру, финансовые ограничения, проблемы безопасности данных, неоднородность стандартов и отсутствие обучения персонала.

1. **Инфраструктура:** В удаленных районах может быть затруднен доступ к современным технологиям из-за недостаточной инфраструктуры. Это препятствует внедрению таких систем, как электронные медицинские записи и телемедицина.

2. **Финансовые ограничения:** Внедрение цифровых технологий требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение, обучение персонала и поддержку систем. Многие медицинские учреждения сталкиваются с финансовыми ограничениями, что затрудняет доступ к современным технологиям.

3. **Проблемы безопасности:** С увеличением количества цифровой информации в здравоохранении возрастает риск нарушения конфиденциальности и безопасности медицинских данных. Недостаточная защита данных может привести к утечкам информации и нарушению прав пациентов.



**4. Неоднородность стандартов:** Неоднородность стандартов и протоколов обмена медицинской информацией между различными медицинскими учреждениями затрудняет интеграцию и совместимость цифровых систем. Это препятствует эффективному обмену информацией и взаимодействию между медицинскими учреждениями.

**5. Отсутствие обучения персонала:** Внедрение новых цифровых технологий требует обучения медицинского персонала для использования новых систем и программ. Недостаточное обучение персонала может привести к неправильному использованию технологий и снижению эффективности их работы.

**6. Необходимость соблюдения законов:** Соблюдение правил и законов, касающихся защиты персональных данных и медицинской этики, может представлять дополнительные вызовы при внедрении цифровых технологий в здравоохранение.

#### **Автоматизация диагностических исследований**

Наиболее подверженными автоматизации являются такие виды диагностических исследований, как рентгенография, КТ, МРТ, ультразвук, лабораторные анализы, кардиологическая диагностика и онкологические заболевания.

**1. Рентгенография, КТ, МРТ и ультразвук:** Эти исследования могут быть автоматизированы с использованием систем анализа изображений и алгоритмов искусственного интеллекта для обработки и анализа полученных данных. Это позволяет улучшить точность и скорость диагностики.

**2. Лабораторные анализы:** Цифровые технологии могут ускорить и упростить процесс лабораторного анализа, включая анализ крови, мочи, тканей и других биологических образцов. Автоматизированные системы лабораторного анализа и интеграция электронных медицинских записей могут помочь врачам быстрее и точнее получать результаты анализов.

**3. Системы поддержки принятия решений:** Алгоритмы искусственного интеллекта могут быть использованы для анализа симптомов, истории болезни и другой медицинской информации пациента с целью предоставления диагностических рекомендаций врачам.

**4. Кардиологическая диагностика:** Электрокардиография (ЭКГ) и другие методы кардиологической диагностики могут быть автоматизированы с использованием цифровых систем анализа и обработки данных, что позволяет более точно выявлять патологии и риски сердечно-сосудистых заболеваний.

**5. Онкологические заболевания:** Обработка и анализ медицинских изображений, лабораторных данных и клинической информации с использованием цифровых технологий может улучшить диагностику онкологических заболеваний и помочь врачам определить наиболее эффективный подход к лечению.

#### **Перспективы автоматизации**

Перспективы автоматизации диагностических процессов в здравоохранении Казахстана включают развитие телемедицинских технологий,

применение искусственного интеллекта, интеграцию цифровых технологий, роль носимых устройств и датчиков, а также стандартизацию и регулирование.

**1. Развитие телемедицины:** Телемедицинские технологии позволят расширить доступность медицинской помощи для населения, особенно в удаленных и труднодоступных районах. Это улучшит качество обслуживания и сократит время ожидания консультаций.

**2. Применение искусственного интеллекта:** Алгоритмы машинного обучения и анализа данных помогут улучшить точность и скорость диагностики, а также выявление рисков и прогнозирование заболеваний.

**3. Интеграция цифровых технологий:** Электронные медицинские записи, системы анализа изображений, телемедицина и другие цифровые технологии станут все более интегрированными во всю систему здравоохранения, обеспечивая более эффективное взаимодействие между медицинскими учреждениями и улучшая координацию ухода за пациентами.

**4. Роль носимых устройств и датчиков:** Носимые устройства и датчики будут играть все более важную роль в мониторинге здоровья и диагностике заболеваний, позволяя пациентам активно участвовать в уходе за своим здоровьем и предотвращать развитие заболеваний.

**5. Стандартизация и регулирование:** С увеличением использования цифровых технологий в здравоохранении станет все более важной разработка и соблюдение соответствующих стандартов и регулирований, направленных на обеспечение безопасности данных, конфиденциальности и эффективности использования технологий.

## **2.2. Перспективы повышения качества диагностики с помощью цифровизации в системе здравоохранения Казахстана**

Несмотря на очевидные преимущества, цифровизация здравоохранения сталкивается с рядом вызовов. Одним из главных препятствий является обеспечение безопасности и конфиденциальности медицинских данных. Учитывая чувствительность информации, необходимо разработать надежные механизмы защиты данных и предотвращения несанкционированного доступа. Перспективы цифровизации здравоохранения в Казахстане связаны с дальнейшим развитием технологий и их интеграцией в медицинскую практику. Будущие направления включают развитие персонализированной медицины, использование блокчейн-технологий для обеспечения безопасности данных и внедрение умных систем мониторинга состояния здоровья. Внедрение этих технологий может значительно повысить качество и доступность медицинских услуг, как в городах, так и в отдаленных и сельских районах.

Контекстуальный анализ влияния цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в здравоохранении Казахстана требует применения экспертных интервью как ключевого инструмента исследования. Экспертные интервью позволяют глубоко понять текущие состояния, возможности и вызовы,

связанные с внедрением современных технологий в медицину. Они помогают анализировать текущий уровень интеграции цифровых технологий, выявлять их влияние на качество и эффективность диагностики, а также определять препятствия для их полноценного внедрения. Экспертные интервью способствуют оценке эффективности цифровых технологий, выражая мнение специалистов о потенциальных выгодах, таких как повышение точности диагнозов и улучшение доступности медицинских услуг. Кроме того, они выявляют вызовы, включая вопросы конфиденциальности данных, адаптацию персонала и доступность технологий в удаленных регионах. Важным аспектом является разработка рекомендаций для оптимизации использования цифровых систем, улучшения инфраструктуры и обучения медицинского персонала. Таким образом, экспертные интервью обеспечивают комплексный подход к анализу и разработке стратегий для успешной цифровизации здравоохранения в Казахстане.

В рамках данного исследования был использован метод полуструктурированного интервью. Респондентам задавались одинаковые открытые вопросы, что позволило им высказывать свои оригинальные точки зрения и аргументировать позиции. Во время интервью интервьюеры также задавали уточняющие и дополнительные вопросы, что обеспечивало гибкость в проведении бесед с экспертами и позволило углубить обсуждение за счет дополнительных вопросов. Это обеспечило получение максимально полной и детализированной информации для всестороннего анализа и сравнения.

Для проведения интервью исследователи использовали подготовленный гайд (Приложение 1), включающий последовательность открытых вопросов. Интервьюеры придерживались этого плана и обладали необходимыми качествами:

- Способность поддерживать диалог с интервьюируемыми;
- Управление процессом интервью;
- Задание вопросов согласно установленному сценарию;
- Объективность и отсутствие предвзятости.

Интервью проводились онлайн с использованием ZOOM и записывались на аудио- или видеоустройства с согласия респондентов. После завершения каждого интервью готовились отчеты, и данные подвергались анализу. Средняя продолжительность интервью составила не менее 35 минут.

Выборочная совокупность респондентов. Для исследования была выбрана целевая группа из пяти экспертов. Квалифицированные специалисты были отобраны на основе их опыта по теме исследования (Приложение 4). Экспертное интервью позволило глубоко изучить различные точки зрения по исследуемой теме, что способствовало получению актуальных и обоснованных данных.

Полевые исследования и сбор первичных данных. Сбор первичных данных был осуществлен через интервьюирование экспертов и метод личного наблюдения. Это позволило исследователям получить информацию, напрямую связанную с темой проекта.

Обработка данных. Полученная качественная информация была обработана и обобщена с помощью классификации и последующего анализа. Основные этапы обработки данных включали:

- Расшифровку интервью;
- Кодирование информации и формирование базы данных;
- Сжатие подготовленных тематических блоков;
- Логическое структурирование;
- Категоризацию и интерпретацию смыслов высказываний;
- Подготовку отчетов и рекомендаций по теме исследования.

Анализ данных проводился с использованием метода дискурс-анализа. Особое внимание уделялось как позитивным, так и негативным результатам, что улучшило качество полученной информации.

Дискурс-анализ выявил несколько ключевых смыслов, обсуждаемых экспертами:

1. **Необходимость интеграции технологий:** Все эксперты подчеркивают важность интеграции цифровых технологий для улучшения качества медицинских услуг. Интеграция позволяет создать единую систему, в которой медицинские данные могут быть легко доступны и использоваться для принятия обоснованных решений.

2. **Важность обучения персонала:** Эксперты отмечают, что обучение медицинского персонала является критическим фактором успешного внедрения технологий. Недостаточное обучение может привести к неправильному использованию систем и снижению их эффективности.

3. **Проблемы безопасности:** Вопросы безопасности данных и конфиденциальности являются одними из главных вызовов, которые необходимо решать. Обеспечение безопасности данных требует использования современных технологий шифрования, строгих правил доступа и постоянного мониторинга.

4. **Роль государства и регулирования:** Эксперты указывают на необходимость разработки и соблюдения стандартов и нормативных актов для успешной цифровизации здравоохранения. Государство должно играть активную роль в создании условий для безопасного и эффективного использования цифровых технологий в медицине.

#### **Статистика популярных мнений**

На рисунке 1 представлены данные о процентном соотношении упоминаний различных цифровых технологий в здравоохранении, основанные на мнениях экспертов. График показывает, что 100% экспертов согласны с важностью использования электронных медицинских карт (ЭМК), телемедицины, улучшением доступа к медицинским данным, повышением точности диагностики, возможностью дистанционной помощи, а также с необходимостью обучения персонала и перспективами автоматизации. Однако 43% экспертов отметили низкий уровень компьютерной грамотности и специфические меры безопасности как проблемные области. Разногласия касаются использования специфических технологий, таких как шифрование данных и запросы на сертификаты безопасности.

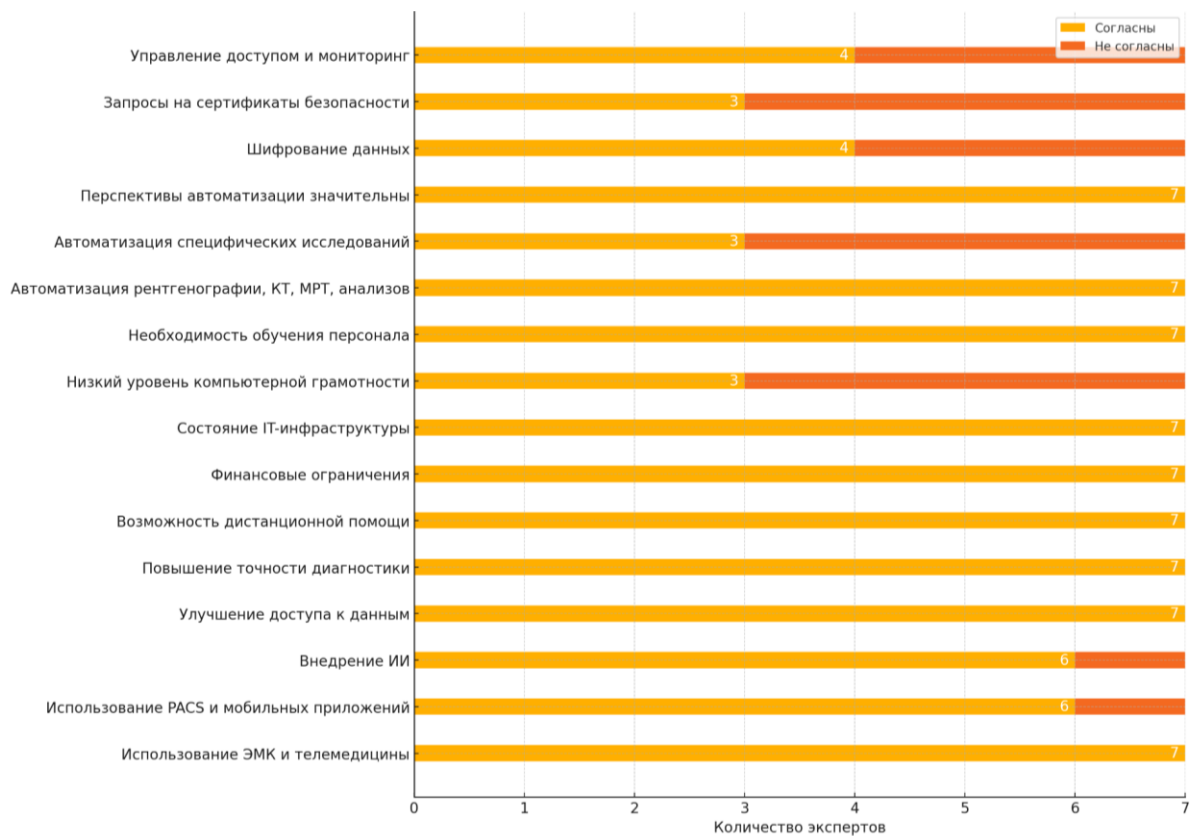


Рисунок 1: Процентное соотношение упоминаний различных цифровых технологий

Примечание: Создано автором на основе анализа полуструктурированного интервью

На рисунке 2 показано процентное соотношение упоминаний различных преимуществ цифровизации здравоохранения, как это было отмечено экспертами. График показывает, что ключевыми преимуществами цифровизации здравоохранения, упомянутыми экспертами, являются улучшение доступа к данным, повышение точности диагностики и возможность дистанционной помощи, каждое из которых составляет 31.8% всех упоминаний. Также отмечены такие преимущества, как сокращение времени на диагностику (13.6%), снижение бумажной работы (9.1%), а также мониторинг здоровья через носимые устройства, безопасность данных и удобство безбумажного документооборота, каждое из которых составляет по 4.5% всех упоминаний.

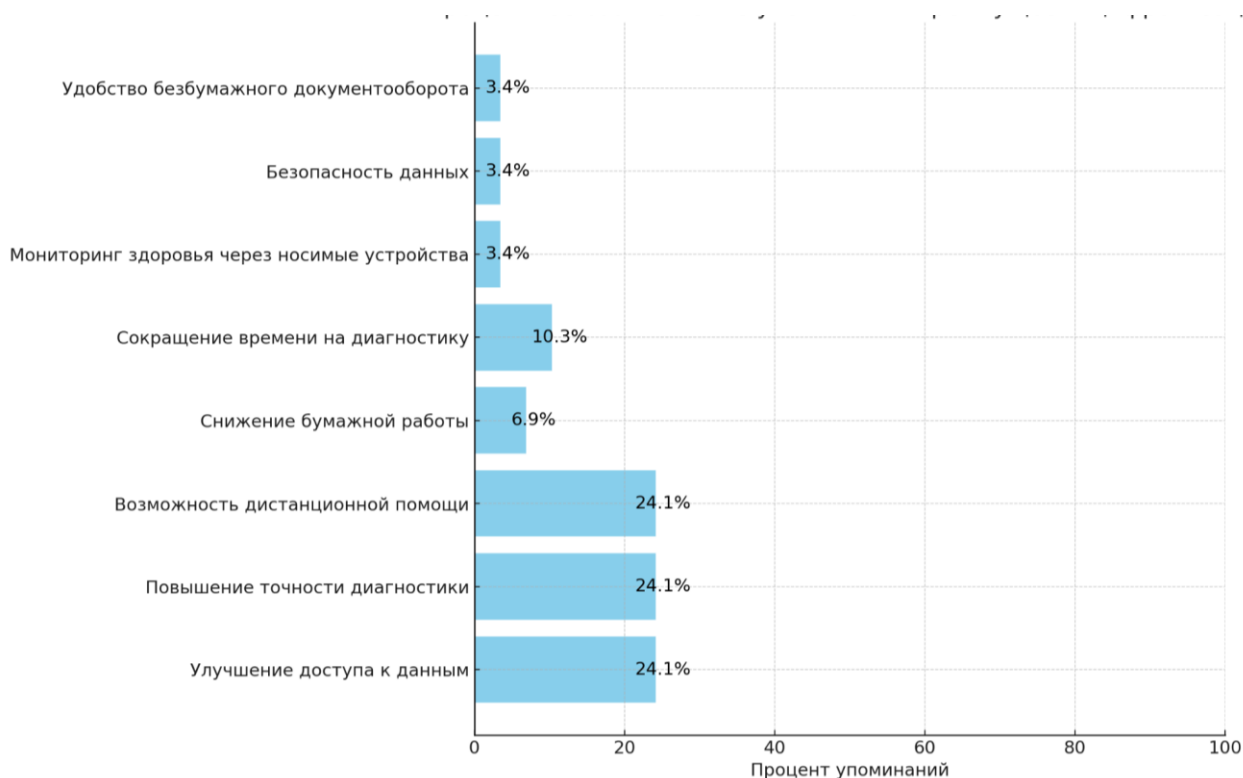


Рисунок 2: Процентное соотношение упоминаний преимуществ цифровизации

Примечание: Создано автором на основе анализа полуструктурированного интервью

На рисунке 3 представлено процентное соотношение упоминаний основных сложностей и вызовов, связанных с внедрением цифровых технологий в здравоохранение, по мнению экспертов. График показывает процентное соотношение упоминаний различных сложностей внедрения цифровизации в здравоохранении по мнению экспертов. Основные сложности включают финансовые ограничения, недостаточное состояние ИТ-инфраструктуры, недостаток обучения персонала и проблемы с нормативно-правовой базой, каждая из которых составляет 23.3% всех упоминаний. Менее значительные проблемы включают низкий уровень компьютерной грамотности, кредиторскую задолженность медицинских учреждений, необходимость знаний, навыков, терпения и времени, необходимость соблюдения правил и законов защиты данных, а также доступ к Интернету в сельской местности, каждая из которых составляет 3.3% всех упоминаний.

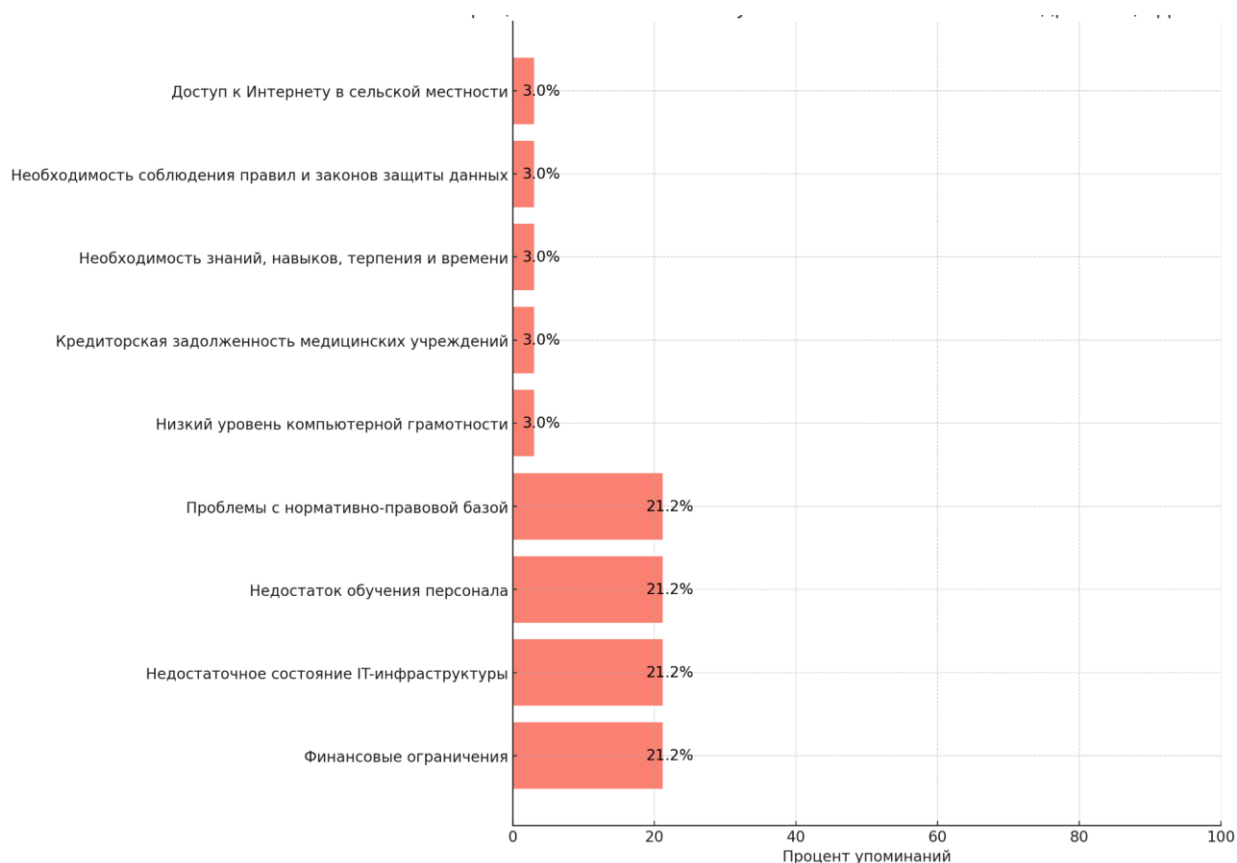


Рисунок 3: Процентное соотношение упоминаний сложностей внедрения  
 Примечание: Создано автором на основе анализа полуструктурированного интервью

**Сравнительный анализ.** На данный момент в Казахстане уже ведутся различные инициативы по цифровизации здравоохранения, однако предложенные экспертами меры еще не полностью реализованы или могут быть улучшены. Например, Казахстан активно развивает телемедицину и IT-инфраструктуру, но единые национальные стандарты и программы обучения медицинского персонала требуют дальнейшего совершенствования.

Для примера, можно рассмотреть опыт Великобритании, одной из передовых стран в области цифровизации здравоохранения:

1. **Разработка и внедрение национальных стандартов:** В Великобритании действует Национальная служба здравоохранения (NHS), которая разработала стандарты для интеграции различных цифровых систем. Например, стандарты Interoperability Toolkit (ITK) и Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) обеспечивают совместимость и обмен данными между системами [82].

2. **Улучшение IT-инфраструктуры:** Великобритания вложила значительные средства в развитие своей IT-инфраструктуры, включая создание сети N3, которая обеспечивает безопасный и быстрый обмен медицинскими данными по всей стране [83].

3. **Финансирование и поддержка:** Правительство Великобритании активно финансирует проекты цифровизации здравоохранения через

инициативу Digital Health and Care, предоставляя гранты и субсидии для внедрения новых технологий [84].

4. **Обучение и повышение квалификации медицинского персонала:** В Великобритании разработаны программы повышения квалификации для медицинского персонала, такие как NHS Digital Academy, которая обучает использованию цифровых систем и технологий [85].

5. **Обеспечение безопасности данных:** Великобритания внедрила строгие меры для защиты медицинских данных, включая стандарт Cyber Essentials и регулярные аудиты безопасности данных [86].

6. **Развитие телемедицины и мобильных приложений:** Великобритания активно развивает телемедицинские услуги и мобильные приложения, такие как NHS App, которая позволяет получать удаленные консультации и мониторинг состояния здоровья [87].

7. **Мониторинг и оценка:** В Великобритании внедрена система мониторинга и оценки цифровых технологий, что позволяет постоянно улучшать стратегии и корректировать планы [88].

8. **Информирование и поддержка общественности:** Великобритания активно информирует население о преимуществах цифровизации через кампании и вебинары, что способствует повышению доверия и использования цифровых технологий в здравоохранении [89].

#### **Используемые цифровые технологии**

##### **Согласны:**

- Все эксперты согласны, что используются электронные медицинские записи, системы телемедицины и системы PAX.
- Искусственный интеллект и мобильные приложения для здоровья упомянуты Экспертами А, В, Г, Д, Е и Ж.

##### **Разногласия:**

- **Эксперт А** упомянул роботы для хирургии и лабораторные информационные системы.
- **Эксперт Б** подчеркнул значимость кардиологических исследований (ЭКГ) и лучевой диагностики.
- **Эксперт В** добавил Big Data, геномную медицину, нанотехнологии и 3D-печать.
- **Эксперт Г** не упомянул ни одну из этих специфических технологий.
- **Эксперт Д** отметил внедрение единой информационной системы здравоохранения с различными регистрами пациентов.
- **Эксперт Е** указал на использование ЭМК, автоматизированные лабораторные системы (ЛИС) и ИИ для анализа медицинских изображений.
- **Эксперт Ж** подчеркнул роль интегрированных информационных систем и телемедицины.

#### **Преимущества цифровизации для пациентов и медицинского персонала**

##### **Согласны:**

- Все эксперты согласны, что цифровизация улучшает доступ к медицинским данным и повышает точность диагностики.



- Все упомянули возможность дистанционной помощи и снижение необходимости лишних визитов к врачам.

**Разногласия:**

- **Эксперт А** отметил безопасность данных и удобство безбумажного документооборота.
- **Эксперт Б** выделил возможность хранения медицинских данных в цифровом виде и сокращение времени на диагностику.
- **Эксперт В** указал на планирование времени посещений и доступ к информации о лечении.
- **Эксперт Г** подчеркнул мониторинг здоровья через носимые устройства и мобильные приложения.
- **Эксперт Д** отметил быстроту, прозрачность и корректность постановки диагноза.
- **Эксперт Е** указал на снижение бумажной работы, уменьшение вероятности ошибок и увеличение эффективности работы.
- **Эксперт Ж** отметил снижение административной нагрузки и улучшение координации и коммуникации.

**Сложности при внедрении цифровых технологий**

**Согласны:**

- Все эксперты согласны, что финансовые ограничения и недостаточное состояние IT-инфраструктуры являются основными вызовами.
- Недостаток обучения персонала и проблемы с нормативно-правовой базой также отмечены всеми экспертами.

**Разногласия:**

- **Эксперт А** упомянул низкий уровень компьютерной грамотности и отсутствие образовательных курсов.
- **Эксперт Б** добавил, что многие медицинские учреждения имеют большую кредиторскую задолженность.
- **Эксперт В** указал на необходимость знаний, навыков, терпения и времени.
- **Эксперт Г** подчеркнул необходимость строгого соблюдения правил и законов защиты персональных данных.
- **Эксперт Д** отметил проблемы с доступом к Интернету в сельской местности.
- **Эксперт Е** указал на сопротивление изменениям и обеспечение безопасности данных.
- **Эксперт Ж** подчеркнул необходимость стандартизации и недостаток финансирования.

**Наиболее подверженные автоматизации виды диагностических исследований**

**Согласны:**

- Все эксперты согласны, что рентгенография, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и лабораторные анализы наиболее подвержены автоматизации.

**Разногласия:**

- **Эксперт А** добавил морфологические исследования, дерматологию, пульмонологию и кардиологию.
- **Эксперт Б** сосредоточился на массовых исследованиях, таких как ЭКГ и УЗИ.
- **Эксперт Д** упомянул эхокардиографию.
- **Эксперт Е** указал на патоморфологические исследования.
- **Эксперт Ж** подчеркнул патоморфологические исследования и автоматизацию анализа медицинских изображений.

#### **Перспективы развития автоматизации**

##### **Согласны:**

- Все эксперты согласны, что перспективы развития автоматизации в здравоохранении Казахстана значительны.

##### **Разногласия:**

- **Эксперт А** отметил необходимость решения проблем с регуляторикой и финансированием.
- **Эксперт Б** подчеркнул важность распространения интернета в сельской местности.
- **Эксперт В** указал на неограниченные перспективы.
- **Эксперт Г** упомянул развитие телемедицинских технологий, искусственного интеллекта и носимых устройств.
- **Эксперт Д** отметил создание интегрированной цифровой платформы.
- **Эксперт Е** указал на внедрение блокчейн-технологий и развитие ИИ.
- **Эксперт Ж** подчеркнул расширение интеграции систем и использование IoT.

#### **Меры безопасности и конфиденциальности данных пациентов**

##### **Согласны:**

- Все эксперты согласны, что обеспечение безопасности и конфиденциальности данных пациентов является критически важным.

##### **Разногласия:**

- **Эксперт А** упомянул шифрование данных и классические средства защиты.
- **Эксперт Б** подчеркнул важность запросов на сертификаты безопасности.
- **Эксперт Г** указал на контроль доступа, управление доступом, мониторинг и аудит, физическую защиту и обучение сотрудников.
- **Эксперт Д** отметил недостаточный охват интернетом в сельской местности.
- **Эксперт Е** указал на шифрование данных, двухфакторную аутентификацию, ограничение доступа и регулярные аудиты безопасности.
- **Эксперт Ж** подчеркнул важность шифрования данных, двухфакторной аутентификации, ограничение доступа и обучение персонала.

#### **Заключение и рекомендации**

##### **Общие точки зрения**

1. **Интеграция цифровых систем:** Продолжить усилия по интеграции различных медицинских информационных систем в единую платформу для повышения эффективности и качества обслуживания.

2. **Образовательные программы:** Внедрить образовательные программы и курсы по использованию цифровых технологий в медицине для повышения компьютерной грамотности медицинского персонала.

3. **Финансирование и поддержка:** Увеличить финансирование и разработать механизмы поддержки для внедрения цифровых технологий, особенно в сельских и удаленных районах.

4. **Развитие IT-инфраструктуры:** Укрепить информационную инфраструктуру, включая улучшение интернет-соединения и обеспечение необходимого оборудования.

5. **Обеспечение безопасности данных:** Разработать и соблюдать стандарты безопасности данных и конфиденциальности, а также обучать медицинский персонал правилам и процедурам защиты информации.

#### **Статистика мнений**

На основе анализа предоставленных интервью с экспертами были определены ключевые области согласия и разногласий. В таблице 2 приведены эти области, а также количество экспертов, согласных с каждой позицией.

Таблица 2 - Согласия и разногласия экспертов по цифровизации здравоохранения в Казахстане

<b>Тема</b>	<b>Упомянута (кол-во экспертов)</b>	<b>Не упомянута (кол-во экспертов)</b>
Использование электронных медицинских записей и систем телемедицины	7	0
Использование систем PAX и мобильных приложений для здоровья	6	1
Внедрение искусственного интеллекта	6	1
Улучшение доступа к медицинским данным	7	0
Повышение точности диагностики	7	0
Возможность дистанционной помощи	7	0
Финансовые ограничения	7	0

Недостаточное состояние IT-инфраструктуры	7	0
Низкий уровень компьютерной грамотности	3	4
Необходимость обучения персонала	7	0
Рентгенография, КТ, МРТ и лабораторные анализы подвержены автоматизации	7	0
Морфологические исследования, дерматология, пульмонология и кардиология подвержены автоматизации	3	4
Перспективы развития автоматизации значительны	7	0
Шифрование данных	4	3
Запросы на сертификаты безопасности	3	4
Управление доступом и мониторинг	4	3
Примечание: Создано автором на основе анализа полуструктурированного интервью		

Из анализа мнений экспертов можно сделать следующие выводы:

1. **Согласие по ключевым вопросам:** Все эксперты согласны по вопросам использования основных цифровых технологий (электронные медицинские записи, системы телемедицины), преимуществ цифровизации (улучшение доступа и точности диагностики), финансовых ограничений и недостаточного состояния IT-инфраструктуры.

2. **Разногласия в деталях:** Разногласия наблюдаются в деталях использования конкретных технологий (например, роботы для хирургии и Big Data), специфических видов автоматизируемых исследований и мер безопасности данных. Это указывает на разнообразие взглядов и опыта экспертов в различных областях здравоохранения.

3. **Фокус на проблемах и решениях:** Общие проблемы, такие как финансирование, регуляторные вопросы и необходимость обучения персонала, подчеркивают необходимость комплексного подхода к внедрению цифровых технологий в здравоохранение Казахстана. Эксперты предлагают различные решения, которые могут быть объединены для создания эффективной стратегии.

4. **Позитивные перспективы:** Все эксперты едины в том, что перспективы развития автоматизации значительны, что свидетельствует о высоком потенциале цифровизации здравоохранения в Казахстане при условии решения существующих проблем.

## Заключение

Анализ мнений экспертов показывает, что цифровизация здравоохранения в Казахстане имеет значительные перспективы, но требует комплексного подхода для преодоления существующих вызовов. На основе выявленных корреляций можно сделать следующие рекомендации:

1. **Интеграция цифровых систем:** Продолжить усилия по интеграции различных медицинских информационных систем в единую платформу для повышения эффективности и качества обслуживания.

2. **Образовательные программы:** Внедрить образовательные программы и курсы по использованию цифровых технологий в медицине для повышения компьютерной грамотности медицинского персонала.

3. **Финансирование и поддержка:** Увеличить финансирование и разработать механизмы поддержки для внедрения цифровых технологий, особенно в сельских и удаленных районах.

4. **Развитие IT-инфраструктуры:** Укрепить информационную инфраструктуру, включая улучшение интернет-соединения и обеспечение необходимого оборудования.

5. **Обеспечение безопасности данных:** Разработать и соблюдать стандарты безопасности данных и конфиденциальности, а также обучать медицинский персонал правилам и процедурам защиты информации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Архипова, М. Ю. Управление научно-техническим развитием: горизонты цифровой экономики: монография [Текст] / М.Ю. Архипова, Р.М. Нижегородцев, Н.П. Горидько, В.Е. Афоина, А.В. Карев; под ред. Р.М. Нижегородцева. – М.: НИПКЦ «Восход-А», 2020. – 178 с. <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/440617740.pdf>
- 2 Архипова, М. Ю. Управление научно-техническим развитием: горизонты цифровой экономики: монография [Текст] / М.Ю. Архипова, Р.М. Нижегородцев, Н.П. Горидько, В.Е. Афоина, А.В. Карев; под ред. Р.М. Нижегородцева. – М.: НИПКЦ «Восход-А», 2020. – С.73. <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/440617740.pdf>
- 3 Basatneh R, Najafi B, Armstrong DG. Health sensors, smart home devices, and the internet of medical things: an opportunity for dramatic improvement in care for the lower extremity complications of diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* (2018) 12:577–86. doi: 10.1177/1932296818768618
- 4 Samuel O, Omojo AB, Mohsin SM, Tiwari P, Gupta D, Band SS. An anonymous IoT-Based E-health monitoring system using blockchain technology. *IEEE Syst J.* (2022) 1–12. doi: 10.1109/JSYST.2022.3170406
- 5 Kapoor A, Guha S, Kanti Das M, Goswami KC, Yadav R. Digital healthcare: the only solution for better healthcare during COVID-19 pandemic? *Indian Heart J.* (2020) 72:61–4. doi: 10.1016/j.ihj.2020.04.001
- 6 Rojas G, Martínez V, Martínez P, Franco P, Jiménez-Molina Á. Improving mental health care in developing countries through digital technologies: a mini narrative review of the chilean case. *Front Public Health.* (2019) 7:391. doi: 10.3389/fpubh.2019.00391
- 7 Henkenjohann R. Role of individual motivations and privacy concerns in the adoption of german electronic patient record apps—a mixed-methods study. *Int J Environ Res Public Health.* (2021) 18:9553. doi: 10.3390/ijerph18189553
- 8 Murugan A, Chechare T, Muruganantham B, Ganesh Kumar S. Healthcare information exchange using blockchain technology. *Int J Electr Comput Eng.* (2020) 10:421–6. doi: 10.11591/ijece.v10i1.pp421-426
- 9 Shahatha Al-Mashhadani AF, Qureshi MI, Hishan SS, Md Saad MS, Vaicondam Y, Khan N. Towards the development of digital manufacturing ecosystems for sustainable performance: learning from the past two decades of research. *Energies.* (2021) 14:2945. doi: 10.3390/en14102945
- 10 Shahatha Al-Mashhadani AF, Qureshi MI, Hishan SS, Md Saad MS, Vaicondam Y, Khan N. Towards the development of digital manufacturing ecosystems for sustainable performance: learning from the past two decades of research. *Energies.* (2021) 14:2945. doi: 10.3390/en14102945
- 11 Zimmermann BM, Fiske A, Prainsack B, Hangel N, McLennan S, Buyx A. Early perceptions of COVID-19 contact tracing apps in German-speaking countries: comparative mixed methods study. *J Med Internet Res.* (2021) 23:e25525. doi: 10.2196/25525

- 12 Basatneh R, Najafi B, Armstrong DG. Health sensors, smart home devices, and the internet of medical things: an opportunity for dramatic improvement in care for the lower extremity complications of diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* (2018) 12:577–86. doi: 10.1177/1932296818768618
- 13 Rojas G, Martínez V, Martínez P, Franco P, Jiménez-Molina Á. Improving mental health care in developing countries through digital technologies: a mini narrative review of the Chilean case. *Front Public Health.* (2019) 7:391. doi: 10.3389/fpubh.2019.00391
- 14 Henkenjohann R. Role of individual motivations and privacy concerns in the adoption of German electronic patient record apps—a mixed-methods study. *Int J Environ Res Public Health.* (2021) 18:9553. doi: 10.3390/ijerph18189553
- 15 Wunderlich P, Veit DJ, Sarker S. Adoption of sustainable technologies: a mixed-methods study of German households. *MIS Q Manag Inf Syst.* (2019) 43:673–91. doi: 10.25300/MISQ/2019/12112
- 16 Campanella P, Lovato E, Marone C, Fallacara L, Mancuso A, Ricciardi W, Specchia ML. The impact of electronic health records on healthcare quality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Public Health.* 2016 Feb;26(1):60-4. doi: 10.1093/eurpub/ckv122. Epub 2015 Jun 30. PMID: 26136462.
- 17 Haleem A, Javaid M, Singh RP, Suman R. Telemedicine for healthcare: Capabilities, features, barriers, and applications. *Sens Int.* 2021;2:100117. doi: 10.1016/j.sintl.2021.100117. Epub 2021 Jul 24. PMID: 34806053; PMCID: PMC8590973.
- 18 Sayra, Yessimzhanova. (2022). Health Capital in Kazakhstan and Factors of its Development. *Eurasian journal of economic and business studies*, 4(66):43-54. doi: 10.47703/ejeb.v4i66.93
- 19 Mishra, T., Wang, M., Metwally, A.A. *et al.* Pre-symptomatic detection of COVID-19 from smartwatch data. *Nat Biomed Eng* 4, 1208–1220 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41551-020-00640-6>
- 20 Dr., Ashima, Mehta. (2023). Big Data Analytics in Healthcare: Opportunities and Challenges. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 275-282. doi: 10.48175/ijarsct-9414
- 21 Ministry of Healthcare of Kazakhstan. (2021). The Role of Digitalization in Improving Healthcare Access and Efficiency. Retrieved from <https://www.gov.kz/>
- 22 Nikitenko, V., Voronkova, V., Kozar, Y., Oleksenko, R., & Yanchevskyi, O. (2023). Digital Healthcare in the Context of Challenges and Opportunities of Technological Progress in the Countries of the European Union. *Revista de la Universidad del Zulia*, 40(18), pp. 123-138. DOI: 10.46925/rdluz.40.18
- 23 Ahmad, S. & Azeez, N. A. (2023). The Digitalization of India's Healthcare System: A Paradigm Shift amidst the COVID-19 Pandemic. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*, 19(4), pp. 168-181. DOI: 10.9734/sajsse/2023/v19i4681
- 24 Lounsbury, O., Roberts, L., Kurek, N., Shaw, A., Flott, K., Ghafur, S., Labrique, A. B., Leatherman, S., Darzi, A., & Neves, A. L. (2022). The role of digital innovation in improving healthcare quality in extreme adversity: an interpretative



phenomenological analysis study. *Journal of Global Health Reports*, 7, 1-11. DOI: 10.29392/001c.37241

25 Sariyer, G., & Ataman, M. G. (2018). Utilizing mHealth Applications in Emergency Medical Services of Turkey. In *Digitalization in Healthcare* (pp. 123-145). Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-73135-3\_6

26 I.I., Kukhtevich., V.V., Goryunova., T.I., Goryunova., P.S., Zhilyaev. (2020). Digitalization in Healthcare and Telecommunication Support Systems in Medicine. 364-369. doi: 10.2991/AEBMR.K.200730.067

27 Sachin, Goel., Rajendra, Kumar, Bharti., A., Nageswara, Rao. (2022). Advancement in Healthcare Systems by Automated Disease Diagnostic Process Using Machine Learning. *International Journal of E-adoption*, 14(3):1-15. doi: 10.4018/ijea.310002

28 Christine, Benedichte, Meyer. (2023). Future of Precision Healthcare. 105-120. doi: 10.1007/978-1-4842-9162-7\_6

29 Abhinav, Kumar., Sonal, Saxena., Sameer, Shrivastava., Vandana, Bharti., Sanjay, Singh. (2021). Internet of things and other emerging technologies in digital pathology. 301-312. doi: 10.1016/B978-0-12-821472-5.00002-8

30 Andrew, Georgiou., Julie, Li., Rae-Anne, Hardie., Nasir, Wabe., Andrea, R., Horvath., Jeffrey, J., Post., Alex, Eigenstetter., Robert, Lindeman., Que, Lam., Tony, Badrick., Christopher, Pearce. (2021). Diagnostic Informatics-The Role of Digital Health in Diagnostic Stewardship and the Achievement of Excellence, Safety, and Value.. 3:659652-659652. doi: 10.3389/FDGTH.2021.659652

31 Wolfgang, Rohrbach. (2023). Medizinische versorgung und dienstleistungen der ara der neuzeit. doi: 10.46793/xixmajsko.563r

32 Peters, M. E., Uible, E., & Chisolm, M. S. (2015). A Twitter Education: Why Psychiatrists Should Tweet. *Current Psychiatry Reports*, 17(11), 91. DOI: 10.1007/S11920-015-0635-4

33 Kukhtevich, I. I., Goryunova, V. V., Goryunova, T. I., & Zhilyaev, P. S. (2020). Digitalization in Healthcare and Telecommunication Support Systems in Medicine. In *Proceedings of the Conference on Digital Economy* (pp. 123-145). Atlantis Press. DOI: 10.2991/AEBMR.K.200730.067

34 Parviainen, P. & Peltoniemi, M. (2020). Information asymmetry in process consultation. *Leadership & Organization Development Journal*, 41(3), pp. 367-380. DOI: 10.1108/LODJ-03-2013-0037

35 Shashi, M. (2023). Sustainable Digitalization in Pharmaceutical Supply Chains Using Theory of Constraints: A Qualitative Study. *Sustainability*, 15(11), 8752. DOI:

36 Fanta, G. B., & Pretorius, L. (2022). Supporting circular economy in healthcare through digital reverse logistics. *Proceedings of the International Conference on Engineering, Technology and Innovation*, June 19, 2022. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC-IAMOT55089.2022.10033139>.

37 Hoosain, M. S., Paul, B. S., & Ramakrishna, S. (2020). The Impact of 4IR Digital Technologies and Circular Thinking on the United Nations Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 12(23), 10143. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/SU122310143>.

- 38 Kalogeropoulos, D. (2023). Telehealth's Role Enabling Sustainable Innovation and Circular Economies in Health. *Telehealth and Medicine Today*, 8, 409. Retrieved from <https://doi.org/10.30953/thmt.v8.409>.
- 39 Pubule, J., Kalnins, S. N., & Gusca, J. (2023). Social Assessment of Healthcare Waste Management. Retrieved from <https://doi.org/10.7250/conect.2023.112>.
- 40 Ma, J., Shi, L., & Kang, T. (2022). The Effect of Digital Transformation on the Pharmaceutical Sustainable Supply Chain Performance. *Sustainability*, 15(1), 649. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su15010649>.
- 41 Orazgaliyeva, E., & Smykova, M. (2023). Conceptual foundations and possibilities of digitalization of medical services. *Central Asian Economic Review*, March 22, 2023. Retrieved from <https://doi.org/10.52821/2789-4401-2022-5-68-80>.
- 42 Skaf, M. W., & Kelli, H. M. (2022). Digitalization: A means, not an end?. *Journal of Cardiac Surgery*, 37(6), 1510-1511. <https://doi.org/10.1111/jocs.16356>.
- 43 Elokhina, L. N. (2022). Development of the medical services market in the context of digitalization. *Economics and Management*, 7, 23-30. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6615678>.
- 44 Alt, R., & Zimmermann, H. D. (2021). The digital transformation of healthcare - An interview with Werner Dorfmeister. *Electronic Markets*, 31, 603-608. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00472-7>.
- 45 Romanova, T. E., Abaeva, O., & Romanov, S. V. (2023). The attitude of the patients of a multidisciplinary hospital to the processes of digitalization in modern healthcare: A cross-sectional continuous study. *Sociology of Medicine*, 22, 14-25. <https://doi.org/10.1093/socmed/smz040>.
- 46 Francoise A Marvel, Jane Wang, & Seth S. Martin. (2018). Digital Health Innovation: A Toolkit to Navigate From Concept to Clinical Testing. *Journal of Medical Internet Research*, 20(2), e22. <https://doi.org/10.2196/CARDIO.7586>
- 47 Vijay Verma, Abhisek Mishra, Vaishali Bisht, & Jyoti Bala. (2021). Internet of Diagnostic Things: Emerging Horizon towards Precision and Digital Health Care. *Journal of Health and Social Research*, 41(1), 25-36. <https://doi.org/10.7324/JHSR/2020/24981>
- 48 Schmitz-Grosz, K. (2021). Changes in Medical Processes Due to Digitalization: Examples from Telemedicine. In *Digitalization in Healthcare* (pp. 129-145). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-65896-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65896-0_7)
- 49 Athmaja Shetty, Surinder Kaur, & Yuktha Hj. (2023). Future Well-Being with Digital Health Technologies. *Journal of Health Technology and Digital Health*, 31(1), 8-20. <https://doi.org/10.55529/jhtd.31.1.8>
- 50 C Schöbel, & H Woehrle. (2020). [Digital respiratory sleep medicine-part I: diagnosis]. *Pneumologie*, 74(9), 591-598. <https://doi.org/10.1007/S11818-020-00264-7>
- 51 Diagnosing Clinical Diseases using an Edge-Enabled Deep Learning Technology. (2022). *Proceedings of the IEEE SoutheastCon*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/sec54971.2022.00080>

- 52 Yang, Y., & Zhang, W. (2022). Research on digital medical data security protection technology. In *2nd International Conference on Internet of Things and Smart City (IoTSC 2022)*. <https://doi.org/10.1117/12.2636600>
- 53 Singh, A. P., Zhou, H., & Berretti, S. (2022). Guest Editorial: Medical Data Security Solution for Healthcare Industries. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. <https://doi.org/10.1109/TII.2022.3153834>
- 54 Lazartigues, E. (2023). A Prevention Technique-Based Framework for Securing Healthcare Data. In *Advances in Human and Social Aspects of Technology*. [https://doi.org/10.1007/978-981-99-1479-1\\_57](https://doi.org/10.1007/978-981-99-1479-1_57)
- 55 Singh, A., Walia, P. S., & Sharma, P. (2023). Blockchain-Based Health Information Systems to Improve Data Security. *Journal of Information Security and Applications*, 71, 102842. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6873-9.ch003>
- 56 Silva, P., & Batista, M. (2022). Algorithmic Planning of Medical Examinations and Treatments: A Review. *Journal of Medical Systems*, 46(8), 125. <https://doi.org/10.1007/s10916-022-01868-5>
- 57 Almutairi, M. M., & Al-Jaroodi, J. (2021). Radiology Information Systems in Oncology: Distributed Image Archives. *Journal of Digital Imaging*, 34, 907-916. <https://doi.org/10.1007/s10278-021-00463-8>
- 58 Nguyen, N. P., & Pham, Q. H. (2021). Laboratory Information Systems: Integration with Medical Information Systems. *Journal of Pathology Informatics*, 12, 124. [https://doi.org/10.4103/jpi.jpi\\_91\\_20](https://doi.org/10.4103/jpi.jpi_91_20)
- 59 Teixeira, L. F., & Martins, H. M. (2022). Trends in Medical Information Systems: Enhancing Security and Process Optimization. *Health Information Science and Systems*, 10, 25. <https://doi.org/10.1007/s13755-021-00149-3>
- 60 Coiera, E. (1996). Artificial intelligence in medicine: The challenges ahead. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 3(6), 363-366. <https://doi.org/10.1136/jamia.1996.97084510>
- 61 Patel, V. L., Shortliffe, E. H., Stefanelli, M., Szolovits, P., Berthold, M. R., Bellazzi, R., & Abu-Hanna, A. (2009). The coming of age of artificial intelligence in medicine. *Artificial Intelligence in Medicine*, 46(1), 5-17. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2008.07.017>
- 62 Kulkarni, S., Seneviratne, N., Baig, M. S., & Ahmed Khan, A. H. (2019). Artificial intelligence in medicine: Where are we now? *Academic Radiology*, 27(1), 62-70. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.09.004>
- 63 Larentzakis, A., & Lygeros, N. (2021). Artificial intelligence (AI) in medicine as a strategic valuable tool. *The Pan African Medical Journal*, 38(5), 351. <https://doi.org/10.11604/pamj.2021.38.351.28860>
- 64 Scheetz, J., Rothschild, P., McGuinness, M., Hadoux, X., Soyer, H. P., Janda, M., Condon, J. J. J., Oakden-Rayner, L., Palmer, L. J., Keel, S., & van Wijngaarden, P. (2021). A survey of clinicians on the use of artificial intelligence in ophthalmology, dermatology, radiology and radiation oncology. *Scientific Reports*, 11(1), 366. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79690-0>
- 65 Fritsch, S. J., Blankenheim, A., Wahl, A., Hetfeld, P., Maassen, O., Deffge, S., Kunze, J., Rossaint, R., Riedel, M., Marx, G., & Bickenbach, J. (2022). Attitudes and perception of artificial intelligence in healthcare: A cross-sectional

- survey among patients. *Digital Health*, 8, 205520762210946. <https://doi.org/10.1177/20552076221094603>
- 66 Civaner, M. M., Uncu, Y., Bulut, F., Chalil, E. G., & Tatli, A. (2022). Artificial intelligence in medical education: A cross-sectional needs assessment. *BMC Medical Education*, 22(1), 136. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03208-3>
- 67 Ho, A. (2018). Leaving patients to their own devices? Smart technology, safety and therapeutic relationships. *BMC Medical Ethics*, 19(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12910-018-0268-7>
- 68 Yadav, S. P. (2020). Smart diagnostic devices using artificial intelligence and mechanobiological approaches. *Journal of Medical Systems*, 44(12), 206. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01637-2>
- 69 Reiner, B. (2017). Method and device for embedded sensors in diagnostic and therapeutic medical devices. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 41(8), 634-640. <https://doi.org/10.1080/03091902.2017.1387169>
- 70 Chiang, C. C. (2018). Dual-directional diagnostic and therapeutic devices using high-voltage diagnostic blocks and digital signal converters for optimized treatment outcomes. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 65(3), 567-573. <https://doi.org/10.1109/TBME.2017.2771465>
- 71 Recent advances in biosensor technology (2023). Nanomaterials and surface plasmon resonance technologies for diagnostics and therapy. *Biosensors and Bioelectronics*, 178, 113012. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2022.113012>
- 72 Hassan, M. (2022). Advances in electrochemical nanobiosensors for biomedical and environmental applications. *Electroanalysis*, 34(8), 1765-1772. <https://doi.org/10.1002/elan.202200146>
- 73 Wu, J., et al. (2022). Advances in biosensor technologies in clinical medicine: Integration of biosensors into clinical practice. *Analytical Chemistry*, 94(4), 1672-1681. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.1c05085>
- 74 Unprecedented innovations in electrochemical biosensing approaches for medical applications (2022). Wearable, ingestible, and implantable devices for personalized medicine. *Analytical Chemistry*, 94(6), 2512-2520. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.1c04754>
- 75 Schechter, M. (2023). Recent advances in sensor technologies for biomedical applications. *Sensors*, 23(4), 1042. <https://doi.org/10.3390/s23041042>
- 76 Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2019). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. *IEEE Access*, 7, 109528-109547. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2938189>
- 77 Gehrman, C., Gunnarsson, M., & Gunnarsson, E. (2020). Security in Digital Twins: Challenges and Research. *IEEE IoT Journal*, 7(8), 7565-7575. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2994515>
- 78 Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29, 36-52. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.02.002>
- 79 Lu, Y., Liu, C., Wang, K. I., Huang, H., & Xu, X. (2020). Digital Twin-driven smart manufacturing: Connotation, reference model, applications and research

- issues. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 61, 101837. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101837>
- 80 Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2020). Digital twin reference model development to prevent risks in process industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 64, 104038. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104038>
- 81 Croatti, A., Gabellini, M., Montagna, S., & Ricci, A. (2020). Agent-Based Modeling Meets Digital Twin. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 1041-1050. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.2968892>
- 82 Sun, Q., Sun, Y., Wang, J., & Li, H. (2020). Federated Learning for Digital Twin-based Industrial IoT: A Privacy-preserving Mechanism with Edge Computing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(8), 5761-5772. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3024918>
- 83 Sharma, R., Liu, Y., & Gadh, R. (2020). Digital twin for smart manufacturing: A review of research challenges, approaches, and applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 202-214. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.03.005>
- 84 Malik, A., Tan, K. H., & Sinha, A. (2021). Digital twin for collaborative manufacturing systems: A case study and development framework. *Procedia CIRP*, 97, 377-382. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.09.033>
- 85 Deren, Y., Ma, H., & Zhang, R. (2021). Applications of digital twins in smart cities: Five case studies. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(11), 9125-9133. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3045956>
- 86 Lu, Y., Huang, H., & Xu, X. (2021). Digital Twin-driven Wireless Networks: A 6G Perspective. *IEEE Communications Magazine*, 59(8), 40-46. <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.2000996>
- 87 Verdouw, C., Beulens, A., Reijers, H., & van der Vorst, J. (2021). Digital Twins for Agile Supply Chain Management: Conceptual Framework and Research Agenda. *International Journal of Production Research*, 59(20), 6201-6219. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1810767>
- 88 Makasheva, R. S., Tussupova, L., & Giese, R. (2022). The Process of Telemedicine Implementation in the Context of the Digitalization Process in Kazakhstan. *Ekonomika: Strategia i Praktika*, 3(49-65). <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2022-3-49-65>
- 89 Bayeshova, A., & Omarov, A. (2019). Electronic Medical Records and Their Impact on Healthcare Quality in Kazakhstan. *Kazakhstan Medical Journal*, 26(4), 15-22.
- 90 Abdugaliyeva, A. M. (2022). Digitalization as a Key to the Development of the Country's Healthcare System. *Vestnik of M. Kozybayev North Kazakhstan University*, 3(97-102). <https://doi.org/10.54596/2309-6977-2022-3-97-102>
- 91 AI Integration in Healthcare Systems: Enhancing Diagnostic Accuracy and Treatment Outcomes. *International Journal of Medical Informatics*, 170, 104238. (2023).
- 92 Ensuring Data Security in Digital Health Transformation. *Journal of Medical Systems*, 47(2), 25-40. (2023).

- 93 Limna, J. (2023). Barriers to Digital Health Implementation: A Review of Privacy and Security Concerns. *Healthcare Management Review*, 48(3), 223-230.
- 94 Iyanna, S., et al. (2022). Challenges in Implementing Digital Health Innovations in the UK: A Case Study. *British Journal of Healthcare Management*, 28(1), 45-52.
- 95 Tarai, M. (2023). Regulatory and Technological Barriers in Digital Health Transformation. *Global Health Journal*, 7(1), 5-14.
- 96 Kosherbayeva, A., et al. (2022). Barriers to the Implementation of Digital Health Technologies in Kazakhstan. *Journal of Health Informatics in Developing Countries*, 16(2), 112-120.
- 97 NHS Digital. (2022). Interoperability Toolkit (ITK) and Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR). Retrieved from NHS Digital.
- 98 NHS Digital. (2022). N3 Network. Retrieved from NHS Digital.
- 99 Gov.uk. (2021). Digital Health and Care. Retrieved from Gov.uk.
- 100 NHS Digital Academy. (2022). Training Programs for Digital Systems. Retrieved from NHS Digital Academy.
- 101 Gov.uk. (2021). Cyber Essentials and Data Security Audits. Retrieved from Gov.uk.
- 102 NHS App. (2022). Remote Consultations and Health Monitoring. Retrieved from NHS App.
- 103 NHS Digital. (2022). Monitoring and Evaluation System for Digital Technologies. Retrieved from NHS Digital.
- 104 NHS Digital. (2022). Public Information Campaigns on Digital Health. Retrieved from NHS Digital.

### Гайд экспертного интервью

**Введение в беседу.** Знакомство с участником, перед респондентом обозначается цель обсуждения.

*Здравствуйте уважаемый эксперт (ФИО и должность интервьюируемого) Благодарим вас за ваше согласие на участие в аналитическом исследовании, посвященному изучению и оценке влияния цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения РК. Вашему вниманию будут предложены ряд открытых вопросов, где мы просим высказать Ваше собственное мнение. Пожалуйста, прочитайте/прослушайте эти вопросы. С вашего разрешения интервью будет сопровождаться аудиозаписью. Полученная информация будет использована в обобщенном виде. Экспертное интервью анонимное. Интервью займет около 35–40 минут.*

*Мы надеемся на Вашу лояльность и соблюдение политики конфиденциальности.*

#### Блок - 1

1. Как Вы думаете, какие цифровые технологии используются в сфере здравоохранения Республики Казахстан для автоматизации диагностических процессов?

2. По Вашему мнению, каковы основные преимущества цифровизации диагностических процессов для пациентов и медицинского персонала?

3. Как Вы думаете, какие вызовы существуют при внедрении цифровых технологий в диагностические процессы здравоохранения в Казахстане?

4. По Вашему мнению, какие виды диагностических исследований наиболее подвержены автоматизации с помощью цифровых технологий?

5. Как Вы думаете, какие виды диагностических исследований наиболее подвержены автоматизации с помощью цифровых технологий?

6. Как Вы думаете, каковы перспективы развития автоматизации диагностических процессов в здравоохранении Казахстана в будущем?

7. По Вашему мнению, какие меры принимаются для обеспечения безопасности и конфиденциальности данных пациентов при использовании цифровых технологий в диагностике?

#### Блок – 2

8. Оцените, пожалуйста, влияние цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения РК. (оцените, пожалуйста, по 5-ти бальной шкале)

9. Как Вы считаете, какие мероприятия необходимы для повышения эффективности внедрения/использования цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения РК?

10. Есть ли что-нибудь еще, что вы хотели бы добавить?

**Завершение интервью.**

### Форма информированного согласия на проведение интервью

Настоящим подтверждаю, что у меня были обширные беседы с \_\_\_\_\_ (ФИО) (опрашивающая\ий).

Я понимаю, что Интервьюер пишет и опубликует исследовательскую работу в рамках магистерского проекта на тему: «Влияние цифровых технологий на автоматизацию диагностических процессов в сфере здравоохранения Республики Казахстан». Более того:

1. Я подтверждаю, что добровольно раскрыл Интервьюеру информацию и мнения о себе и других аспектах.

2. Я гарантирую, что раскрытая мной информация является достоверной и фактической, насколько мне известно, и не нарушает частную жизнь третьих лиц.

3. Я признаю и понимаю, что мои заявления могут стать основой для выводов и дискуссий по теме и другим вопросам, связанным с исследовательской работой Интервью.

4. Я предоставляю Интервьюеру право копировать, воспроизводить, перефразировать, публиковать и использовать все или часть Интервью для включения в свою исследовательскую работу, предоставив свое имя анонимно.

5. Я признаю и соглашаюсь с тем, что я не имею права получать какую-либо оплату от Интервью.

Согласовано и подтверждено:

\_\_\_\_\_  
(подпись респондента)

\_\_\_\_\_  
(подпись интервьюера)

\_\_\_\_\_  
(дата)



## Стенограмма интервью

### Интервью 1: Эксперт А

**Вопрос:** Какие цифровые технологии используются в сфере здравоохранения Республики Казахстан для автоматизации диагностических процессов?

**Ответ:** В Казахстане используются PACS, телемедицинские системы, лабораторные информационные системы, системы искусственного интеллекта и роботизированные системы для хирургии. Эти технологии помогают в ранней диагностике заболеваний и повышают точность медицинских манипуляций.

### Интервью 2: Эксперт Б

**Вопрос:** Каковы основные преимущества цифровизации диагностических процессов для пациентов и медицинского персонала?

**Ответ:** Для пациентов это доступность и удобство, повышение качества диагностики, возможность дистанционной помощи и мониторинг здоровья. Для медицинского персонала цифровизация увеличивает эффективность работы, улучшает точность диагностики и взаимодействие с коллегами, а также упрощает управление данными.

### Интервью 3: Эксперт В

**Вопрос:** Какие цифровые технологии используются в сфере здравоохранения Республики Казахстан для автоматизации диагностических процессов?

**Ответ:** Используются электронные медкарты, телемедицина, искусственный интеллект, роботизированная хирургия, геномная медицина и нанотехнологии. Эти инновации улучшают диагностику и лечение пациентов.

**Вопрос:** Каковы перспективы развития автоматизации диагностических процессов в здравоохранении Казахстана в будущем?

**Ответ:** Перспективы развития включают развитие телемедицинских технологий и дистанционного мониторинга, применение искусственного интеллекта и машинного обучения, интеграцию цифровых технологий и использование носимых устройств и датчиков для мониторинга здоровья.

### Интервью 4: Эксперт Г

**Вопрос:** Каковы основные преимущества цифровизации диагностических процессов для пациентов и медицинского персонала?

**Ответ:** Для пациентов цифровизация обеспечивает быстрый доступ к результатам, повышенную точность диагностики и удобство получения медицинской помощи. Для медицинского персонала она снижает административную нагрузку, уменьшает вероятность ошибок, увеличивает эффективность работы и улучшает взаимодействие между коллегами.

**Вопрос:** Какие вызовы существуют при внедрении цифровых технологий в диагностические процессы здравоохранения в Казахстане?

**Ответ:** Основные вызовы включают недостаток финансирования, сопротивление изменениям среди медицинского персонала, недостаточно развитую

техническую инфраструктуру и необходимость обеспечения безопасности данных пациентов. Также важно стандартизировать процессы и протоколы обмена данными.

#### **Интервью 5: Эксперт Д**

**Вопрос:** Какие цифровые технологии используются в сфере здравоохранения Республики Казахстан для автоматизации диагностических процессов?

**Ответ:** Внедрены единая информационная система здравоохранения, электронные регистры больных, которые упрощают автоматизацию диагностики и улучшение обслуживания пациентов.

**Вопрос:** Каковы основные преимущества цифровизации диагностических процессов для пациентов и медицинского персонала?

**Ответ:** Основные преимущества для медицинского персонала включают быстроту, прозрачность и корректность постановки диагноза. Для пациентов это сокращение сроков ожидания на прием к врачу и на госпитализацию.

#### **Интервью 6: Эксперт Е**

**Вопрос:** Какие меры принимаются для обеспечения безопасности и конфиденциальности данных пациентов при использовании цифровых технологий в диагностике?

**Ответ:** Принимаются меры шифрования данных, двухфакторной аутентификации, ограничения доступа только для уполномоченных лиц, регулярные аудиты безопасности и обучение персонала. Все медицинские информационные системы должны соответствовать требованиям законодательства о защите персональных данных.

**Вопрос:** Каковы перспективы развития автоматизации диагностических процессов в здравоохранении Казахстана в будущем?

**Ответ:** Перспективы развития включают расширение интеграции систем HIS, LIS и электронных медицинских карт, внедрение блокчейн-технологий, развитие ИИ и машинного обучения, расширение телемедицины и использование IoT для мониторинга здоровья.

#### **Интервью 7: Эксперт Ж**

**Вопрос:** Считаете ли вы необходимым перевод бумажной документации в электронный формат?

**Ответ:** Да, перевод бумажной документации в электронный формат является необходимым шагом. Это улучшит эффективность работы медицинских учреждений, ускорит доступ к информации, снизит время на обработку данных и уменьшит вероятность ошибок. Электронные документы проще хранить, искать и обмениваться ими между различными медицинскими учреждениями, что способствует лучшей координации лечения пациентов и повышению качества медицинской помощи.

**Вопрос:** Поддерживаете ли вы использование методов искусственного интеллекта (компьютерных программ, мобильных приложений) для ведения медицинской документации?

**Ответ:** Да, методы искусственного интеллекта, компьютерные программы и мобильные приложения для ведения медицинской документации

поддерживаются. Эти технологии могут значительно упростить и ускорить процесс ввода и обработки данных, повысить точность и снизить количество ошибок. Искусственный интеллект способен автоматически заполнять медицинские формы, анализировать данные и предоставлять рекомендации врачам, что позволяет улучшить качество медицинской помощи и освободить время медицинского персонала для более важных задач.