

<https://doi.org/10.32921/2225-9929-2022-3-48-37-43>

УДК 614; 614.2; 614.33; 61:001.894/895

МРНТИ 76.75.75; 76.01.25

Обзорная статья

Перспективы использования и потенциальные проблемы внедрения искусственного интеллекта в медицинскую практику

Тұрар О.А.¹, Авдеев А.В.², Кисикова С.Д.³, Шаназаров Н.А.⁴, Алчимбаева М.А.⁵,
Океш М.С.⁶, Айманова Т.Б.⁷, Ахметова М.Ж.⁸, Ақжол А.О.⁹

¹ Специалист Центра оценки технологий здравоохранения и стратегического развития, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан.

E-mail: Turar@bmc.mcupd.kz.

² Руководитель Центра оценки технологий здравоохранения и стратегического развития, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан.

E-mail: Avdeyev@bmc.mcupd.kz.

³ Руководитель Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан.

E-mail: Priemnaya@mcupd.kz.

⁴ Заместитель директора по стратегическому развитию, науке и образованию, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан. E-mail: Shanazarov@bmc.mcupd.kz.

⁵ Старший специалист отдела науки и профессионального образования, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан. E-mail: Alchimbayeva@bmc.mcupd.kz.

⁶ Специалист Центра оценки технологий здравоохранения и стратегического развития, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан.

E-mail: Koishibaeva@bmc.mcupd.kz.

⁷ Специалист Центра оценки технологий здравоохранения и стратегического развития, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан.

E-mail: Aimanova@bmc.mcupd.kz.

⁸ Специалист Центра оценки технологий здравоохранения и стратегического развития, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан.

E-mail: AkhmetovaMZh@bmc.mcupd.kz.

⁹ Специалист Центра оценки технологий здравоохранения и стратегического развития, Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан, Астана, Казахстан.

E-mail: Akzhol@bmc.mcupd.kz.

Резюме

Колоссальное применение в производстве IT-решений для современной медицины получило одно из ветвей искусственного интеллекта – машинное обучение, которое позволяет идентифицировать определенные шаблоны и производить дальнейшие прогнозы.

Информационно-телекоммуникационные системы, основанные на алгоритмах искусственного интеллекта, однозначно имеют возможность предать серьезный импульс для значительных изменений в системе здравоохранения в ближайшие десятилетия. Корректное внедрение искусственного интеллекта может существенно изменить положение здравоохранения в целом, последствия которого не будут ограничены только повышением эффективности и качества оказания медицинской помощи.

Учитывая необходимость обеспечения высокой надежности систем в здравоохранении, изучение безопасности искусственного интеллекта должна стать предметом специальных исследований международного уровня.

Ключевые слова: информационные технологии, система здравоохранения, искусственный интеллект, машинное обучение, клиническая медицина, принятие клинических решений.

Corresponding author: Olzhas Turar, Specialist of the Center for Health Technology Assessment and Strategic Development, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.
Postal code: 010000
Address: Kazakhstan, Astana, 187 st. 20
Phone: +7 707 371 08 79
E-mail: Turar@bmc.mcupd.kz

J Health Dev 2021; 3 (48): 37-43

Received: 23-07-2022

Accepted: 09-08-2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Сегодня процесс трансформации, основанный на внедрении информационных технологий в различные сферы жизни, затронул практически все мировые государства. При этом, приоритетные направления цифрового развития каждая страна определяет самостоятельно. В настоящее время более 15 стран осуществляют реализацию национальных программ по цифровизации, передовыми из которых являются Китай, Сингапур, Новая Зеландия, Южная Корея и Дания [1].

Внедрение инновационных технологий в различные отрасли экономики способствует повышению эффективности и скорости производства путем автоматизации процесса, что в свою очередь приводит к развитию человеческого капитала.

Одним из ярких примеров программ по внедрению IT-технологий в национальную экономику является концепция Smart Nation в Сингапуре. Инициатором данной концепции выступает государство, установившее в качестве приоритетного направления повышение качества жизни путем внедрения информационных технологий в повседневную жизнь граждан [1].

В рамках курса по поднятию IT-отрасли страны на новый уровень Казахстан, как активный участник международного сообщества, ставит перед собой цели по ускорению темпов развития экономики и улучшению качества жизни населения, путем перехода на цифровую экономику будущего. Так, Правительством государства в 2017 году была утверждена программа «Цифровой Казахстан», которая предполагала создание инновационной экономики, преобразование общества и производства с учетом непрерывного развития инновационных технологий, методов и инструментов [1].

Трансферт современных цифровых технологий, возвращение и усиление отечественного IT-сектора является одним из приоритетных вопросов Послания Главы государства народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» [2].

В отчете Всемирной Организации Здравоохранения «Будущее цифровых систем здравоохранения в Европейском регионе» важным условием обеспечения эффективной работы систем здравоохранения признается внедрение цифровых технологий, которое позволит расширить возможности граждан в получении комплексной медицинской помощи [3].

Мировой опыт разработки и применения информационно-технологических решений в сфере здравоохранения свидетельствует о его неограниченном

Методология

Проведен поиск литературных источников в базах данных PubMed, Cochrane Database of Systematic Reviews, Embase путем использования ключевых слов: «artificial intelligence», «machine learning», «opportunity», «possibility», «difficulty», «complexity», «challenge», «clinical practice», «clinical decision». Научная литература была отобрана с использованием следующих фильтров: включены полнотекстовые статьи, опубликованные за последние 5 лет на английском языке, в которых представлены результаты внедрения и эксплуатации систем, функционирующих на

Основная часть

На сегодняшний день центральное место в вопросе цифровизации сферы здравоохранения принадлежит передовым государствам занимает искусственный интеллект (ИИ), который может быть использован в решении широкого круга задач как в клинической практике, так и в общественном здравоохранении [7-9].

Одним из первоочередных направлений по использованию ИИ, имеющих практическое применение в медицинской среде на данный момент, являются приложения, способные прогнозировать болезни и стадии

потенциале в решении множества задач современной медицины.

Использование информационно-телекоммуникационных технологий в медицине позволяет сократить количество посещений пациентами медицинских организаций для получения справок, рецептов и иных документов, уменьшить затрачиваемое врачом время на непрофильную деятельность, обеспечить врача всей необходимой информацией о состоянии здоровья пациента, что в целом способствует повышению доступности и качества оказания медицинской помощи [4].

Основная задача врача заключается в определении диагноза на основе исходной информации о пациенте, присутствия характерных признаков расстройства по результатам пройденных исследований и представлениям врача о данном заболевании. При этом современные медицинские информационные технологии с помощью моделирования развития патологического процесса на основе математических закономерностей позволяют выйти на качественно новый уровень представления течения заболевания. Экспертные системы в медицине дают возможность врачу не только проверить собственные знания и диагностические предположения, но и получить консультацию в выборе тактики диагностики и лечения [5].

Задачи современных информационно-телекоммуникационных систем в клинической медицине должны выполнять следующий набор функций: дифференциальная диагностика и выбор лечения во множестве нозологических форм, эффективность решения вне зависимости от степени выраженности клинических проявлений (в том числе при стертой картине заболевания), учет фоновых состояний пациента, возможность анализа динамики патологического процесса, оценки состояния в режиме реального времени [6].

Таким образом, высокоточная диагностика нозологий и выбор максимально эффективного лечения при различных формах заболеваний, учет результатов пройденных пациентом исследований с возможностью дальнейшего анализа динамики патологического процесса, эффективность принятых решений вне зависимости от степени выраженности клинических проявлений позволяет существенно повысить эффективность оказания медицинской помощи и сэкономить значительные материальные ресурсы.

Цель обзора: изучить международный опыт использования в системе здравоохранения технологий искусственного интеллекта и выявить основные проблемы их внедрения

основе искусственного интеллекта, в медицинской среде и проблемах их интеграции, существующие на сегодняшний день.

Всего по результатам проведенного литературного поиска в базах данных было представлено 1 687 публикаций. После применения вышеуказанных фильтров было отобрано 779 статей для проведения дальнейшего изучения абстрактов. В итоге было отобрано 16 статей согласно поставленной цели настоящего исследования.

их развития. Однако данное применение является далеко не единственным возможным.

Согласно исследованию, James Shaw et al. (2016) корректное внедрение ИИ может существенно изменить положение здравоохранения в целом, последствия которого не будут ограничены только повышением эффективности и качества оказания медицинской помощи [11].

Авторы предлагают основные 3 направления, наиболее подходящие для внедрения ИИ: клиническое, операционное, и эпидемиологическое (таблица 1).

Таблица 1 - Примеры использования ИИ-систем в конкретных направлениях

Типы решений	Клиническое	Операционное	Эпидемиологическое
Системы поддержки принятия решений	Максимально точное прогнозирование вероятного результата медицинского вмешательства	Выявление возможных изменений в графике работы персонала, связанных с прогнозируемыми объемами отделений неотложной помощи	Системы предупреждения о возможных вспышках заболеваний
Устройства автоматизация процессов	Автоматическое изменение инсулинотерапии в ответ на отслеживаемую динамику глюкозы-инсулина	Использование робототехники для оперативных задач при лечении деменции, таких как доставка еды	Неприменимо

Данная таблица демонстрирует возможные варианты использования ИИ в здравоохранении, которые можно разделить на 2 основные категории: системы поддержки принятия решений и устройства автоматизация процессов. Поскольку примеров чистой автоматизации эпидемиологических задач не существует, данная ячейка не содержит примеров [10-13].

Исследование A. Martorell et al. представляет ряд основных концепций ИИ, применяемых в дерматологии, которые могут быть использованы как в диагностике, так и в индивидуальном лечении заболеваний, а также в прогнозировании результатов лечения. Использование ИИ способно положительно повлиять на процесс стандартизации процедур и сокращение времени, необходимого для оценки состояния пациентов [14].

Согласно информации исследователей первая программа для лечения псориаза, основанной на ИИ, была создана Guo et al. в 2014 году. Программа была направлена на предсказание развития псориаза и достигла общей точности при бинарной классификации 99,81%. Помимо этого, разрабатывались модели, оценивающие степень тяжести псориаза, последние из которых достигли точности 99,84%, чувствительности 99,76% и специфичности 99,99% [15].

Одной из ветвей ИИ, позволяющей идентифицировать определенные шаблоны и производить дальнейшие прогнозы является машинное обучение (далее – МО), которое пользуется колоссальным спросом при разработке IT-решений в медицине. Так, на основе электронных медицинских записей был составлен алгоритм МО для выявления атопического дерматита, в основе разработки которого было 562 электронных медицинские карты, а показатели положительной прогностической ценности и чувствительности составляли 84% и 75% соответственно [14].

Достаточно успешное применение ИИ в качестве вспомогательного средства систем обнаружения наблюдается и в лучевой терапии. Так согласно Astrid Galsgaard et al. данные системы способны помочь начинающим рентгенологам в диагностике степени остеоартрита коленного сустава, выявлении переломов конечностей и позвонков, обнаружении узлов в легких и т.д. Также, ИИ используется для улучшения качества изображения, оптимизации дозы облучения, уменьшения шума изображения и др. [16].

Значительный интерес вызывают современные системы компьютерного зрения, направленные на диагностику рака и онкологических заболеваний в целом [17]. В 2017 году Esteva A et al. обучили нейронную сеть на 129 450 изображениях 2032 различных заболеваний, которая, по сообщениям авторов, способна классифицировать рак кожи на уровне врача дерматолога [18].

Говоря о системах прогнозирования, следует отметить систему поддержки принятия решений,

основанную на алгоритме прогнозирования уровня глюкозы, описанную в исследовании Carmen Pérez-Gandía et al. Данное решение позволяет людям с сахарным диабетом 1 типа без каких-либо вмешательств со стороны непрерывно отслеживать уровень глюкозы. Система автоматически сигнализирует пациента, если прогноз, основанный на ИИ предполагает, что уровень глюкозы выходит за пределы определенного нормального диапазона. Дальнейшее развитие данного решения заключается в дополнительной интеграции возможности обработки информации о приеме пищи или инсулина, что позволит повысить точность модели. Точность прогнозирования можно повысить и за счет интеграции других физиологических параметров (например, частоты сердечных сокращений, качества сна, физической активности и т.д.), которые имеют тесную связь с метаболическим контролем и становятся доступными в коммерческих носимых устройствах, регистрирующих их беспрепятственно [19].

Несмотря на все вышеописанные возможности ИИ, имеется ряд вопросов, затрудняющих беспрепятственную его интеграцию в клиническую практику.

В ходе анализа отобранных в настоящем исследовании литературных источников проблемные вопросы были объединены в отдельные группы:

1) Конфиденциальность информации. Искусственный интеллект, в особенности машинное обучение, основано на обработке большого объема данных, которые напрямую связаны с ретроспективной информацией о здоровье пациентов, полученной в рамках стандартных процедур лечения. Получение этического одобрения на сбор информации для машинного обучения не вызывает каких-либо сложностей, однако в части стран могут возникнуть трудности, связанные с правом собственности и этической составляющей, если полученные данные используются для обучения алгоритма с намерением дальнейшей продажи продукта и получения прибыли, особенно если данные изначально были получены в системе здравоохранения, финансируемой государством. Например, в Европе действуют Общие правила защиты данных, которые применимы к полученной информации, не являющейся полностью анонимной. В таком случае обработка персональных данных должна проводиться в соответствии с указанными правилами [20].

2) Репрезентативность неоднородных данных. Качество алгоритма зависит от качества данных, используемых при его обучении. В связи с наличием недостаточного объема обучающей информации тестирование алгоритмов часто выполняются на ограниченных наборах данных, которые не могут отражать клинику в полном объеме. В случаях, когда обучающие данные недостаточно полно отражают картину, получившаяся модель будет актуальна только для решения задач, представленных в обучающих источниках.

Одна из проблем, относящихся к качеству обучающих данных, связана с термином «дрейф понятий», который особенно тесно пересекается с медициной. Данный термин объясняется явлением, когда данные, на которых обучается алгоритм, со временем изменяются или устаревают, что напрямую влияет на точность алгоритма [21].

3) **Безопасность данных.** Работа с большим объемом информации, используемой для машинного обучения, приводит к потенциальному риску ее безопасности. Глобальная атака организаций здравоохранения в 2017 году с использованием программы-вымогателя WannaCry продемонстрировала уязвимость даже хорошо защищенных медицинских данных. Данная атака затронула 200 000 систем в более чем 150 странах, что указывает на потенциальный масштаб проблем безопасности по мере роста цифровой информации [22].

4) **Вычислительные ресурсы.** Алгоритмы машинного обучения требуют значительных вычислительных мощностей, от которых напрямую зависит эффективность разрабатываемых приложений, в связи с чем возникает вопрос о доступности таких передовых вычислительных мощностей ввиду их стоимости.

Частично решить проблему мощности вычислительных ресурсов можно путем использования «облачной аналитики», которая позволит организациям не владеть вычислительными ресурсами напрямую. Однако также возникает вопрос безопасности данных [23].

5) **Политика в области здравоохранения.** Проблемы, связанные с ИИ на уровне политики здравоохранения, обширны. К ним относятся множественные законодательные рамки, связанные с внедрением новых технологий [24], системами проведения закупок инноваций, которые имеют значительные различия в зависимости от системы здравоохранения [25]. Однако в связи с ростом интереса общественности к продуктам ИИ, данные вопросы постепенно находят свое решение в отдельных странах.

Также в данную группу мы отнесли и скептический настрой некоторого числа медицинских работников по отношению к внедрению ИИ в свою клиническую практику. Это связано со множеством различных причин: озабоченность профессионалов точностью действий ИИ, существующие этические вопросы внедрения ИИ, страх потерять свои профессиональные навыки и другие.

Сложности внедрения и использования ИИ в здравоохранении, описанные в исследованных литературных источниках, в целом пересекались и были упомянуты практически в каждой рассмотренной статье. Однако в исследовании James Shaw et al. была описана еще одна проблема, которую мы не смогли отнести ни к одной из групп – проблема масштабируемости МО, которая связана с непредвиденными последствиями в результате взаимодействия нескольких технологий машинного обучения. По мере того, как приложения ИИ, будут распространяться в медицинской среде, неизбежен эффект их взаимодействия друг с другом и в конечном итоге одни

Выводы

Проведенный обзор международного опыта показывает, что в мировой медицинской практике использование IT-систем, основанных на алгоритмах ИИ, имеет высокий потенциал и способствует повышению уровня эффективности, путем увеличения точности и стабильности выполняемых операций, снижению количества ошибок, обуславливаемых человеческим фактором, а также сокращению времени выполнения отдельных процедур.

На сегодняшний день одним из наиболее развитых направлений ИИ, имеющих практическое применение в медицинской среде, являются приложения, способные производить различные прогнозы. Однако неуклонный рост интереса к технологиям предал импульс для развития и других направлений применения ИИ в медицине: продукты, применяемые в распознавании медицинских изображений, в разработке лекарственных препаратов, использование

алгоритмические результаты будут противостоять другим. Эффекты этого взаимодействия невозможно предсказать заранее ввиду того, что отдельные технологии, которые будут взаимодействовать, являются недостаточно апробированы, т.к. еще не реализованы в ходе лечения [10].

Здравоохранение представляет собой сложную систему, в которой процессы тесно связаны друг с другом и находятся в постоянном взаимодействии. Учитывая необходимость обеспечения высокой надежности систем в здравоохранении, изучение безопасности искусственного интеллекта должна стать предметом специальных исследований международного уровня.

Сегодня использование технологий искусственного интеллекта в мировом здравоохранении распространяется на множественные области как клинической практики, так и организационной деятельности медицинских учреждений. Данное направление имеет высокий интерес и продвигается ускоренными темпами, однако находится на начальном этапе своего развития ввиду новизны.

Информационно-телекоммуникационные системы, основанные на алгоритмах ИИ, однозначно имеют возможность предать серьезный импульс для значительных изменений в системе здравоохранения в ближайшие десятилетия. На данный момент рядом разработчиков уже предложены полнофункциональные системы поддержки принятия решений, которые используются в кардиологии, онкологии, хирургии, дерматологии, лучевой диагностике и еще множестве других направлений медицины.

Конечно, внедрению в ближайшее время технологий ИИ во всех областях здравоохранения препятствует ряд сложностей. Например, значительные затраты на ресурсы, необходимые для внедрения технологий, что обусловлено их новизной.

Одним из факторов, значительно препятствующих широкому внедрению ИИ, является то, что баланс между потенциальными преимуществами и вероятными затратами на данные технологии в настоящее время серьезно нарушен в пользу затрат.

Однако фундаментальные изменения, направленные на решение сложившихся вопросов, уже начинают внедряться. Например, правительство Великобритании рассматривает вопрос о внедрении рекомендаций индустриальной стратегии в области биологических наук, где говорится о необходимости внедрения искусственного интеллекта и его финансирования для продвижения технологий за рамки исследовательской сферы.

Темпы развития технологий ИИ сегодня зависят от специалистов, занимающихся их продвижением в различных областях здравоохранения, которым необходимо разработать точную стратегию по урегулированию вышеописанных вопросов.

технологий машинного обучения в сфере протезирования, приложения для удаленной помощи пациенту и т.д.

Конечно, полная автоматизация всего процесса оказания медицинской помощи пока невозможна, так как назначение лечения на основе дифференциального диагноза, объединяющего данные лабораторных исследований, визуального наблюдения и анамнеза пациента, все еще слишком сложны для автоматизации. Однако дальнейшие исследования в области применения ИИ в реальной клинической практике, ориентированные на решение описанных в настоящей статье вопросов, будет способствовать скорейшему продвижению систем ИИ в сфере здравоохранения.

Конфликт интересов: отсутствует.

Вклад авторов: Концептуализация – О.Т., А.А.; методология – О.Т.; поиск – А.А., Н.Ш.; анализ-синтез – О.Т., А.А., М.А., М.О., Т.А., М.А. и А.А.; написание (оригинальная черновая подготовка) – О.Т., М.А.; написание и редактирование – Н.Ш., С.К.

Все авторы прочитали, согласились с окончательной версией рукописи и подписали форму передачи авторских прав.

Литература

1. Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Государственной программы "Цифровой Казахстан": от 12 декабря 2017 года, №827. Утратило силу постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 мая 2022 года № 311. Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827>.
2. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan. Ob utverzhenii Gosudarstvennoi programmy "Tsifrovoy Kazakhstan" (Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan. About approval of the State program "Digital Kazakhstan") [in Russian]: ot 12 dekabria 2017 goda, №827. Utratilo silu postanovleniem Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 17 maia 2022 goda № 311. Rezhim dostupa: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827>.
3. Послание Главы государства народу Казахстана. Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны: от 1 сентября 2021 года. Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100002021>.
4. Poslanie Glavy gosudarstva narodu Kazakhstana. Edinstvo naroda i sistemnye reformy – prochnaia osnova protsvetaniia strany (Message of the Head of State to the people of Kazakhstan. The unity of the people and systemic reforms are a solid foundation for the country's prosperity) [in Russian]: ot 1 sentiabria 2021 goda. Rezhim dostupa: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100002021>.
5. Будущее цифровых систем здравоохранения: Отчет о проведении симпозиума ВОЗ «Будущее цифровых систем здравоохранения в европейском регионе»: Копенгаген, Дания, 6–8 февраля 2019 г. ВОЗ. Веб-сайт [Дата обращения 25 июня 2022 года] Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330370/9789289059985-rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
6. Budushchee tsifrovyykh sistem zdavookhraneniia: Otchet o provedenii simpoziuma VOZ «Budushchee tsifrovyykh sistem zdavookhraneniia v evropeiskom regione»: Kopingagen, Daniia, 6–8 fevralia 2019 g. VOZ (The Future of Digital Health Systems: Report of the WHO Symposium on the Future of Digital Health Systems in the European Region: Copenhagen, Denmark, 6–8 February 2019. WHO) [in Russian]. Veb-sait [Data obrashcheniia 25 iunia 2022 goda] Rezhim dostupa: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330370/9789289059985-rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
7. Фролов С.В., Куликов А.Ю., Остапенко О.А., Стрыгина Е.В. Медицинские системы поддержки принятия решений // Аллея Науки. – 2018. – Т.3. – №11(27). – С. 900-910. [Google Scholar].
8. Frolov S.V., Kulikov A.Iu., Ostapenko O.A., Strygina E.V. Meditsinskie sistemy podderzhki priiniatia reshenii (Medical Decision Support Systems) [in Russian]. Alleia Nauki. 2018; 3(11(27)): 900-910. [Google Scholar].
9. Линденбратен А.А., Котонский И.Н. Формализация клинического мышления как один из путей повышения качества медицинской помощи // Вестник Росздрава. – 2016. – №2. – С. 42-45. [Google Scholar].
10. Lindenbraten A.A., Kotonskii I.N. Formalizatsiia klinicheskogo myshleniia kak odin iz putei povysheniia kachestva meditsinskoi pomoshchi (Formalization of clinical thinking as one of the ways to improve the quality of medical care) [in Russian]. Vestnik Roszdravnadzora. 2016; 2: 42-45. [Google Scholar].
11. Зарипова Г.Р., Богданова Ю.А., Галимов О.В., Катаев В.А. и др. Современные модели систем поддержки принятия врачебных решений в хирургической практике. Состояние проблемы // Медицинский вестник Башкортостана. – 2016. – Т.11. – №6(66). – С. 96-101. [Google Scholar].
12. Zaripova G.R., Bogdanova Iu.A., Galimov O.V., Kataev V.A. i dr. Sovremennye modeli sistem podderzhki priiniatia vrachebnykh reshenii v khirurgicheskoi praktike. Sostoianie problemy (Modern models of medical decision support systems in surgical practice. Problem Status) [in Russian]. Meditsinskii vestnik Bashkortostana. 2016; 11(6(66)): 96-101. [Google Scholar].
13. Jha S., Topol E.J. Adapting to artificial intelligence: radiologists and pathologists as information specialists. The Journal of the American Medical Association. 2016; 316(22): 2353–2354. [Crossref].
14. Naylor C.D. On the prospects for a (deep) learning health care system. JAMA. 2018; 320(11): 1099–1100. [Crossref].
15. Thiebaut R., Thiessard F. Section Editors for the IMIA Yearbook Section on Public Health and Epidemiology Informatics Artificial intelligence in public health and epidemiology. Yearbook of Medical Informatics. 2018; 27(1): 207–210. [Crossref].
16. Shaw J., Rudzicz F., Jamieson T., Goldfarb A. Artificial Intelligence and the Implementation Challenge. Journal of Medical Internet Research. 2019; 21(7): e13659. [Crossref].
17. Chekroud A.M., Zotti R.J., Shehzad Z., Gueorguieva R. et al. Cross-trial prediction of treatment outcome in depression: a machine learning approach. The Lancet Psychiatry. 2016; 3(3): 243–250. [Crossref].
18. Chen M., Hao Y., Hwang K., Wang L. et al. Disease prediction by machine learning over big data from healthcare communities. IEEE Access: The Multidisciplinary Open Access Journal. 2017; 5: 8869–8879. [Crossref].
19. Casey D., Beyan O., Murphy K., Felzmann H. Robot-Assisted Care for Elderly With Dementia: Is There a Potential for Genuine End-User Empowerment? Academa. 2015; 247–248. [Google Scholar].
20. Martorell A., Martin-Gorgojo A., Rios-Vinuela E., Rueda-Carnero J.M. et al. Artificial intelligence in dermatology: A threat or an opportunity? Actas Dermo-Sifiliográficas. 2022; 113(1): 30-46. [Crossref].
21. Guo P., Luo Y., Mai G., Zhang M. et al. Gene expression profile based classification models of psoriasis. Genomics. 2014; 103(1): 48-55. [Crossref].
22. Galsgaard A., Doorschodt T., Holten A., Müller F.C. et al. Artificial intelligence and multidisciplinary team meetings; a communication challenge for radiologists' sense of agency and position as spider in a web? European Journal of Radiology. 2022; 155: 110231. [Crossref].
23. Marchetti M.A., Codella N.C.F., Dusza S.W., Gutman D.A. et al. Results of the 2016 International Skin Imaging Collaboration ISBI Challenge: Comparison of the accuracy of computer algorithms to dermatologists for the diagnosis of melanoma from dermoscopic images. Journal of the American Academy of Dermatology. 2018; 78(2): 270–277. [Crossref].
24. Esteva A., Kuprel B., Novoa R.A., Ko J. et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature. 2017; 542(7639): 115–118. [Crossref].
25. Pérez-Gandía C., García-Sáez G., Subías D., Rodríguez-Herrero A. et al. Decision Support in Diabetes Care: The Challenge of Supporting Patients in Their Daily Living Using a Mobile Glucose Predictor. Journal of Diabetes Science and Technology. 2018; 12(2): 243-250. [Crossref].
26. Taylor J., Fenner J. The challenge of clinical adoption-the insurmountable obstacle that will stop machine learning? BJR Open. 2018; 1(1): 20180017. [Crossref].

21. Mittelstadt B.D., Allo P., Taddeo M., Wachter S. et al. The ethics of algorithms: mapping the debate. *Big Data & Society*. 2016; 3(2): 205395171667967. [[Crossref](#)].
22. Martin G., Martin P., Hankin C., Darzi A. et al. Cybersecurity and healthcare: how safe are we? *British Medical Journal*. 2017; 358: j3179. [[Crossref](#)].
23. Collins B. Adoption and spread of innovation in the NHS. *The Kings Fund*. 2018; 1-52. [[Google Scholar](#)].
24. Jogova M., Shaw J., Jamieson T. The regulatory challenge of mobile health: lessons for Canada. *Health Policy*. 2019; 14(3): 19–28. [[Crossref](#)].
25. Allen B., Wade E., Dickinson H. Bridging the divide – commercial procurement and supply chain management: are there lessons for health care commissioning in England? *Journal of Public Procurement*. 2009; 9(1): 79–108. [[Crossref](#)].

Медициналық практикаға жасанды интеллектті енгізу перспективалары мен ықтимал проблемалары

Тұрар О.А.¹, Авдеев А.В.², Кисикова С.Д.³, Шаназаров Н.А.⁴, Алчимбаева М.А.⁵, Океш М.С.⁶, Айманова Т.Б.⁷, Ахметова М.Ж.⁸, Аққол А.О.⁹

¹ Денсаулық сақтау технологияларын бағалау және стратегиялық даму орталығының маманы, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан.

E-mail: Turar@bmc.mcupd.kz

² Денсаулық сақтау технологияларын бағалау және стратегиялық даму орталығының басшысы, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан.

E-mail: Avdeyev@bmc.mcupd.kz

³ Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының басшысы, Астана, Қазақстан.

E-mail: Priemnaya@mcupd.kz

⁴ Директордың стратегиялық даму, ғылым және білім жөніндегі орынбасары, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан. E-mail:

Shanazarov@bmc.mcupd.kz

⁵ Ғылым және кәсіптік білім бөлімінің аға маманы, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан. E-mail: Alchimbayeva@bmc.mcupd.kz

⁶ Денсаулық сақтау технологияларын бағалау және стратегиялық даму орталығының маманы, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан.

E-mail: Koishibaeva@bmc.mcupd.kz

⁷ Денсаулық сақтау технологияларын бағалау және стратегиялық даму орталығының маманы, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан.

E-mail: Aimanova@bmc.mcupd.kz

⁸ Денсаулық сақтау технологияларын бағалау және стратегиялық даму орталығының маманы, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан.

E-mail: AkhmetovaMZh@bmc.mcupd.kz

⁹ Денсаулық сақтау технологияларын бағалау және стратегиялық даму орталығының маманы, Қазақстан Республикасы Президентінің Іс Басқармасы Медициналық орталығының ауруханасы, Астана, Қазақстан.

E-mail: Akzhol@bmc.mcupd.kz

Түйіндеме

Экономиканың әртүрлі салаларына инновациялық технологияларды енгізу процесті автоматтандыру арқылы өндіріс тиімділігі мен жылдамдығын арттыруға ықпал етеді, бұл өз кезегінде адами капиталдың дамуына әкеледі. Денсаулық сақтау саласында ақпараттық-технологиялық шешімдерді әзірлеу мен қолданудың әлемдік тәжірибесі заманауи медицинаның көптеген міндеттерін шешуде оның шексіз әлеуетін көрсетеді.

Жасанды интеллект алгоритмдеріне негізделген ақпараттық-телекоммуникациялық жүйелер алдағы онжылдықтарда денсаулық сақтау жүйесіндегі маңызды өзгерістерге елеулі серпін беру мүмкіндігіне ие. Жасанды интеллектті дұрыс енгізуі жалпы денсаулық сақтау жағдайын айтарлықтай өзгерте алады, оның салдары медициналық көмек көрсетудің тиімділігі мен сапасын арттырумен ғана шектелмейді.

Денсаулық сақтаудағы жүйелердің жоғары сенімділігін қамтамасыз ету қажеттілігін ескере отырып, жасанды интеллект қауіпсіздігін зерттеу халықаралық деңгейдегі арнайы зерттеулердің нысанасына айналуы тиіс.

Түйін сөздер: Денсаулық сақтау саласындағы ақпараттық технологиялар, жасанды интеллект, машиналық оқыту, клиникалық медицина, клиникалық шешім қабылдау

Prospects for the use and potential problems of the introduction of artificial intelligence into medical practice

Turar Olzhas¹, Avdeyev Andrey², Kisikova Saule³, Shanazarov Nasrulla⁴, Alchimbayeva Makpal⁵, Okesh Makhabbat⁶, Aimanova Tansholpan⁷, Akhmetova Makpal⁸, Akzhol Aizhan⁹

¹ Specialist of the Center for Health Technology Assessment and Strategic Development, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Turar@bmc.mcupd.kz

² Head of the Center for Health Technology Assessment and Strategic Development, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Avdeyev@bmc.mcupd.kz.

³ Head of the Medical Centre Of President's Affairs Administration Of The Republic Of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Priemnaya@mcudp.kz.

⁴ Deputy Director for Strategic Development, Science and Education, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Shanazarov@bmc.mcupd.kz.

⁵ Senior specialist of the Department of Science and Vocational Education, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Alchimbayeva@bmc.mcupd.kz

⁶ Specialist of the Center for Health Technology Assessment and Strategic Development, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Koishibaeva@bmc.mcupd.kz.

⁷ Specialist of the Center for Health Technology Assessment and Strategic Development, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Aimanova@bmc.mcupd.kz.

⁸ Specialist of the Center for Health Technology Assessment and Strategic Development, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: AkhmetovaMZh@bmc.mcupd.kz.

⁹ Specialist of the Center for Health Technology Assessment and Strategic Development, Medical Centre Hospital of President's Affairs Administration of The Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: Akzhol@bmc.mcupd.kz.

Abstract

The introduction of innovative technologies in various sectors of the economy contributes to increasing the efficiency and speed of production by automating the process, which in turn leads to the development of human capital. The world experience in the development and application of information technology solutions in the field of healthcare testifies to its unlimited potential in solving many problems of modern medicine and the key place in this issue is occupied by artificial intelligence, which can be used in solving a wide range of tasks both in clinical practice and in public health.

Healthcare is a complex system in which processes are closely related to each other and are in constant interaction, which creates the need for specialists involved in the promotion of artificial intelligence technologies in various fields of medicine to develop an accurate strategy to resolve issues that hinder their widespread implementation.

Taking into account the need to ensure high reliability of systems in healthcare, the study of the safety of artificial intelligence should become the subject of special research at the international level.

Keywords: Health Information Technology, Artificial Intelligence, Machine Learning, Clinical Medicine, Clinical Decision-Making.