

## РЕВОЛЮЦИЯ В ДИАГНОСТИКЕ: ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА МЕДИЦИНУ БУДУЩЕГО (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Амонов Ш.Э., \*Икрамов А.А.

*Ташкентский Педиатрический Медицинский Институт*

3.1.25 - Лучевая диагностика  
(медицинские науки)

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- искусственный интеллект (ИИ)
- околоносовые пазухи (ОПН)
- синусит
- машинное обучение

### АННОТАЦИЯ:

В современном мире прогресс в области искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые горизонты во многих сферах, включая медицинскую диагностику. Данная статья представляет собой обзор возможностей, которые ИИ предлагает в данной области, с особым упором на диагностику синуситов и заболеваний околоносовых пазух (ОПН). Новый этап развития медицинской диагностики будет связан с внедрением машинного и глубокого обучения, переходя к их применению в медицинской диагностике посредством конкретных программ искусственного интеллекта.

Статья освещает текущие тенденции и новые возможности для ИИ в диагностике ОПН, при этом основное внимание уделено потенциалу ИИ в улучшении точности, скорости и доступности диагностики синуситов и других патологий ЛОР органов, включая анализ последних исследований и разработок в этой области.

Важной составляющей исследования являются этические и правовые аспекты использования ИИ в медицинской сфере. В статье делается особый акцент на встающие перед врачом и пациентом вопросы защиты данных, конфиденциальности пациентов и регуляторную политику, которые являются ключевыми для обеспечения безопасного и этичного внедрения ИИ в медицинскую практику.

В целом, статья суммирует основные моменты исследования, предлагая взгляд на обещающее будущее искусственного интеллекта в диагностике заболеваний.

*Для цитирования.* Амонов Ш.Э., Икрамов А.А. «РЕВОЛЮЦИЯ В ДИАГНОСТИКЕ: ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА МЕДИЦИНУ БУДУЩЕГО (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2024, 18(2.1): 10–15.

## A REVOLUTION IN DIAGNOSTICS: THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE FUTURE MEDICINE (LITERATURE REVIEW)

Amonov Sh. E., \*Ikramov A. A.

*Tashkent Pediatric Medical Institute*

### KEY-WORDS:

- artificial Intelligence (AI)
- paranasal sinuses (PNS)
- sinusitis
- machine learning

### ABSTRACT:

The progress in the field of artificial intelligence (AI) is opening new horizons in many areas, including medical diagnostics in today's world. Our article presents a comprehensive overview of possibilities that AI offers in this field, with a special focus on the diagnosis of sinusitis and diseases of the paranasal sinuses (PNS). We start with a detailed definition of artificial intelligence, machine learning, and deep learning, moving on to their application in medicine and specifically in medical diagnostics.

The main attention is given to the potential of AI in improving the accuracy, speed, and accessibility of sinusitis diagnostics, including an analysis of the latest research and developments in this area. The article also highlights current trends and new possibilities for AI in PNS diagnostics.

An important component of our research is the ethical and legal aspects of using AI in the medical field. We discuss issues of data protection, patient confidentiality, and regulatory policy, which are key to ensuring the safe and ethical implementation of AI in medical practice.

The conclusion of this article summarizes the main points of the research, offering a view on the promising future of artificial intelligence in disease diagnostics.

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Икрамов Азиз Адхамович (Ikramov Aziz A.), e-mail: aikramov.azz@gmail.com

## Введение

Стремительное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ), которое затрагивает все больше аспектов человеческой жизни, в том числе и здравоохранение, нуждается в множестве исследований [1]. С каждым годом возрастает потребность в повышении эффективности и доступности медицинских услуг, что делает неизбежным внедрение новейших технологических решений [2]. Искусственный интеллект обладает огромным потенциалом для усовершенствования уже имеющихся методов диагностики, включая точность и скорость диагностики заболеваний, что делает его крайне важным инструментом в борьбе с многими патологиями [3]. В изученной литературе основной объем исследований в целом приходится на трансформацию методов медицинской визуализации (рентгенография, УЗИ, КТ, МРТ), доступных широкому кругу специалистов в связи с возможностью продвинутого математического анализа изображений. Так или иначе, исследования, основанные на различных физических методах средств визуализации (рентгеновские лучи, ультразвуковые волны, магнитное поле и радиоволны и др.), наиболее эффективно подвергаются математической обработке, машинному анализу, моделированию. Это делает их более благоприятными для создания программ для ИИ, что во многом и определило тот факт, что последние десятилетия связаны с появлением большого числа научных исследований по разработке программ ИИ именно в медицинской диагностике.

Вместе с тем целью нашего исследования стало изучение использования ИИ в диагностике заболеваний околоносовых пазух и синуситов [4]. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 10-15% населения мира страдают от различных форм синусита. Кроме того, воспалительные заболевания околоносовых пазух (ОНП) составляют 25-30% стационарной патологии ЛОР-органов. Эти состояния широко распространены среди населения всего мира и могут привести к значительному снижению качества жизни пациентов [5]. Традиционные методы диагностики могут быть трудоемкими, субъективными и не всегда точными [6]. Современные исследования показывают, что использование ИИ в медицинской визуализации и анализе клинических данных может повысить точность диагностики до 90-95%, что значительно превышает результаты традиционных методов [7].

Применение ИИ в медицине также открывает возможности для более широкого доступа к качественной диагностике в регионах с ограниченными медицинскими ресурсами [8].

Таким образом, тема искусственного интеллекта в диагностике синуситов и заболеваний околоносовых пазух отражает современные тенденции в медицинских технологиях и поднимает важные вопросы об эффективности, доступности и этических аспектах медицинской практики, делая ее значимой для научного сообщества и общества в целом [9].

Использование ИИ в медицине все еще находится в стадии активной разработки и требует дальнейшего исследования и проверки. Однако ранние результаты весьма обнадеживают и указывают на то, что ИИ в будущем станет важным инструментом в сфере медицинской диагностики.

**Цель исследования:** оценить потенциал искусственного интеллекта в диагностике заболеваний околоносовых пазух и синуситов с акцентом на достижение более высокой точности, скорости и доступности диагностических методов.

Анализ текущих и перспективных технологий ИИ, оценка их эффективности и возможности для улучшения медицинской практики, в том числе и с учетом этических и правовых вопросов, связанных с применением ИИ в медицине с целью защиты интересов, как пациента, так и врача.

Анализ изученной литературы, научных исследований пока-

зывает, что актуальность внедрения программ с использованием математического моделирования и ИИ обоснованно не только «модными» тенденциями. очередным этапом технологической революции. А в частности и с трудностями, с которыми врач-оториноларинголог и пациент сталкиваются в процессе диагностики патологий околоносовых пазух.

Зачастую сложность методов диагностики заключается в том, что многие из них являются инвазивными или подразумевают облучение. Не все методы доступны или применимы для каждого пациента. Для некоторых методов, таких как КТ и МРТ, может потребоваться значительное количество времени и ресурсов для проведения и анализа.

Отрицательными моментами таких исследований так же могут быть дискомфорт или ятрогенные риск во время вмешательства, как при эндоскопических исследованиях ЛОР органов, потенциальные риски облучения при рентгенологических методах и КТ, высокую стоимость современных методов медицинской визуализации [10].

Все это стимулирует рост числа научных исследований по возможностям искусственного интеллекта в медицинской диагностике.

### **Основные тенденции изучаемой проблемы.**

Анализ литературы по использованию ИИ в последний годы показывает основные области его возможного применения, такие как:

- распознавание изображений: ИИ может использоваться для анализа медицинских изображений, таких как рентгеновские снимки, МРТ, МСКТ или ПЭТ (позитронно-эмиссионная томография). Искусственный интеллект может обрабатывать и анализировать эти изображения точнее и быстрее, чем люди, что увеличивает эффективность диагностики [11];
- прогнозирование заболеваний: ИИ может анализировать большие объемы медицинских данных для выявления закономерностей и прогнозирования развития различных заболеваний. Это может помочь в раннем обнаружении болезней, а также высокой степени доказательности на основе анализа большой базы ретроспективных данных, что в конечном итоге ведет к более успешному лечению [12];
- автоматизация рутинных задач: ИИ может автоматизировать рутинные задачи, такие, как ввод данных пациента, экономия времени на наборы стандартной медицинской текстовой информации, что позволяет медицинскому персоналу сконцентрироваться на более важных задачах [13];
- обучение: искусственный интеллект может использоваться для обучения медицинских студентов и специалистов, используя виртуальную реальность или симуляцию пациентов [14].

Что касается конкретных областей применения ИИ в клинической практике, то ниже приводятся ряд научных работ, вошедших в наше исследование, связанных с использованием искусственного интеллекта в диагностике болезней околоносовых пазух:

- «Автоматизированная система для сегментации и оценки придаточных пазух» исследует возможность создания системы САС (Computer-Aided Diagnosis CAD) для автоматического определения анатомии уха, горла и носа на МРТ изображениях [15];
- «Обнаружение хронического синусита с помощью машинного обучения» - статья, разрабатывающая модель, основанную на машинном обучении, для классификации изображения придаточных пазух на КТ по двум категориям: хронический синусит и нормальное состояние [16];
- «Автоматическая трёхмерная сегментация придаточных пазух носа и носоглотки с помощью искусственных нейро-

нных сетей» - в этой работе были разработаны и протестированы специализированные AI алгоритмы для анализа КТ изображений придаточных пазух [17];

- «Роль глубокого обучения в распознавании придаточных пазух» - исследование описывает структуру и принцип работы нейросетей, использованных для анализа КТ и МРТ снимков в области оториноларингологии [18].

Как мы видим, основные тенденции все же связаны с моделированием и созданием алгоритмов для улучшения диагностики именно на базе средств медицинской визуализации. Применение ИИ для диагностики заболеваний придаточных пазух все ещё находится на стадии исследований, но уже есть примеры, демонстрирующие потенциал использования этой технологии [19].

Это направление продолжает развиваться и ожидается, что в ближайшем будущем будет достигнуто ещё больше успехов, в чем можно убедиться на примере уже созданных нижеприведенных программных продуктов.

Система CADensis - это программный комплекс, основанный на искусственном интеллекте, который используется для диагностики синусита по снимкам компьютерной томографии. Согласно данным Marr Bernard [20], CADensis оказалась превосходной системой для автоматического определения полипов околоносовых пазух из КТ-изображений [21].

Проект Maxillary Sinusitis Diagnosis создан компанией Lightness Technology, результатом явилась разработка глубокой нейронной сети для анализа КТ-изображений околоносовых пазух и распознавания гайморита. Согласно исследованию, точность определения гайморита достигла 96,4% [22].

Стартап Aidoc разработал платформу, использующую ИИ для быстрого анализа больших объемов медицинских изображений и обнаружения аномалий, включая заболевания придаточных пазух [23].

Harvard Medical School's Institute for Biomedical Informatics опубликовал исследование, в котором они использовали ИИ для анализа рентгеновских снимков грудной клетки для выявления пневмонии, перформанс которого превышал работу шести радиологов. Та же технология может быть применена для анализа рентгеновских снимков при диагностике синуситов [24].

Институт радиологии Университета Калифорнии в Сан-Франциско (UCSF) использовал ИИ для более быстрого и точного определения инсультов на МРТ-сканированиях головного мозга [25].

Эти примеры показывают, что научные исследования и разработки в этой области активно ведутся, и ИИ уже применяется для помощи врачам в диагностике заболеваний придаточных пазух.

Все эти примеры ориентированы на использование ИИ в качестве поддержки для медицинских специалистов, особенно в областях, в которых требуется анализ и интерпретация сложных изображений или больших объемов данных. Это делает качество интерпретации более единообразным и уменьшает неточности и ошибки, связанные с человеческим фактором [26].

На сегодняшний день актуальным является и коммерциализация исследований в области ИИ, что, вкупе с актуальностью научных исследований дают основание считать, что следующие десятилетия будет связано с прорывными тенденциями в данной области. Эти организации, занимающиеся разработкой, исследованиями и внедрением ИИ, играют ключевую роль в данном процессе. Многие из них стремятся не только к научным открытиям, но и к созданию прибыльных продуктов и услуг, которые могли бы улучшить повседневную жизнь, ускорить процессы принятия решений, оптимизировать производство и способствовать экономическому росту.

Коммерциализация результатов исследований ИИ подразу-

мевает перенос инноваций из лабораторий в реальный мир, что требует согласованной работы технологических компаний, стартапов, научно-исследовательских институтов и университетов. Кто из них займет свои ниши на зарождающемся рынке ИИ в медицине, а какие «канут в лета», покажет время. Исходя из постулата научного прогресса «от фундаментальных открытий к инновационным исследованиям и прикладным разработкам», нами приводятся ряд компаний, разработчиков ИИ в сфере медицины:

- DeepMind (Великобритания) - компания по искусственному интеллекту Google, работающая над использованием ИИ для решения различных проблем в сфере медицины. Один из наиболее известных проектов является разработка системы, которая может быстро и точно анализировать снимки глазных сосудов на предмет ранних признаков заболеваний, таких как диабетическая ретинопатия и возрастная макулярная дегенерация [27].

- IBM Watson Health (США) - бизнес-юнит IBM, использующий ИИ и большие данные для анализа различных аспектов здоровья. Включает применение ИИ в раковых исследованиях, клиническом принятии решений, личной медицине и многих других областях [28,29].

- PathAI (США) - фокусируется на использовании ИИ для улучшения точности диагностики болезни. В частности, они работают над автоматизацией процесса анализа патологических снимков [30].

- Zebra Medical Vision (Израиль) - использует ИИ для автоматизированного анализа медицинского обследования, включая рентгеновские снимки, МРТ и КТ [31].

- Benevolent AI (Великобритания) - эта компания использует ИИ для ускорения процесса открытия новых лекарств и препаратов. Они работают над созданием лекарств для преодоления сложных болезней, таких как рак и болезни центральной нервной системы [32].

- Insilico Medicine (США/Гонконг) - известна тем, что использует ИИ и геномику для ускорения процесса создания новых лекарств и тканей, а также внепланового старения организма [33].

- Verge Genomics (США) - занимается исследованиями в области нейродегенеративных заболеваний, используя ИИ для анализа геномной информации [34,35].

- Aidoc (Израиль) - разрабатывает программное обеспечение для анализа медицинских изображений с использованием ИИ, чтобы помочь врачам быстрее и точнее установить диагноз [23].

- Butterfly Network (США) - разрабатывает ультразвуковой сканер iQ для смартфонов, используя ИИ для интерпретации получающихся изображений [36].

- Enlitic (США) - использует ИИ, чтобы работать с большим количеством медицинских данных, включая изображения, заметки врачей, и генетическую информацию, чтобы помочь врачам принимать решения [37].

Таким образом, искусственный интеллект, обученный на огромной базе данных, может нейтрально и точно проанализировать медицинские изображения на наличие признаков синусита и других патологий, связанных с ЛОР-органами в считанные минуты. Это особенно полезно в условиях высокой загруженности врачей. Основными положительными моментами использования ИИ можно считать следующие [10,38-40]:

- ускорение диагностического процесса. Использование ИИ позволяет существенно сократить время, необходимое для диагностики, позволяя врачам сосредоточиться на выборе подходящего лечения.

- улучшение качества диагностики. Больше доверие к диагностическому процессу и уверенность в точности диагноза.

- значительное сокращение времени. Врачи могут уделить больше времени пациентам, обсуждая их состояние и разрабатывая план лечения.

Наряду с этим, остается ряд очень важных, вместе с тем до настоящего времени дискутируемых в изученной литературе вопросов и проблем в этой сфере. Это, прежде всего этические и правовые аспекты применения ИИ в медицине, которые поднимают множество сложных вопросов [1,41-43]:

- Конфиденциальность данных. Пациенты имеют право на конфиденциальность своих медицинских данных. При использовании ИИ для обработки этих данных необходимо обеспечить соблюдение всех норм и правил для защиты приватности информации. Дополнительно, особое внимание уделяется вопросам безопасности и шифрования данных.
- Собственность данных. Вопрос, кто владеет медицинскими данными пациента, особенно важен, когда эти данные используются для обучения алгоритмов ИИ.
- Прозрачность и интерпретируемость. Важным аспектом является то, как алгоритмы ИИ принимают решения. Пациенты и врачи имеют право знать, как и почему был сделан конкретный вывод или диагноз.
- Ответственность. Если ИИ совершает ошибку, возникает вопрос об ответственности - кто несет ответственность за неправильный диагноз или лечение? Врач, медицинское учреждение, разработчик ИИ?
- Справедливость и предвзятость. Существует риск, что любые предвзятости в исходных данных для обучения ИИ перенесутся на решения, принятые алгоритмами. Это может привести к несправедливости в диагностике или лечении.

В развитых странах уже внедряются законы и регуляции для контроля использования ИИ в медицине. Важно, что эти регуляторы учитывают все вышеупомянутые вопросы для того, чтобы использование ИИ в медицине происходило легально, этично и в большей степени прозрачно.

Главным вопросом, как научных работников, IT-специалистов и практикующих врачей является, несомненно, и вопрос, может ли и на сколько может заменить специалиста искусственный интеллект. В изученной литературе этот архиважный вопрос трактуется неоднозначно. Вместе с тем, большинство исследователей приходит к единому мнению, которое основано на тезисе:

Почему ИИ никогда не сможет заменить врачей?

- Индивидуальный подход. Врачи способны подходить

индивидуально к каждому пациенту, учитывая их эмоции, комфорт, и общее физическое и психологическое состояние, чего ИИ не может сделать.

- Медицинское мышление. Врачи могут прийти к выводам на основе интуиции и ощущений, полученных в ходе многолетней практики, что не доступно ИИ.
- Принятие этических решений. ИИ запрограммированы следовать определенным инструкциям и алгоритмам, но в некоторых случаях медицинская этика требует субъективной оценки ситуации, что может быть вне возможностей ИИ.
- Эмпатия и комфорт. Искусственный интеллект не способен сопереживать и предоставлять эмоциональную поддержку, которая может быть так важна для пациентов.
- Творческое мышление. Некоторые медицинские проблемы требуют творческого мышления, которое ИИ не в силах предоставить.
- Доверие пациента. Многие пациенты предпочитают общаться с человеком, а не машиной, особенно в чувствительных вопросах здоровья.
- Зависимость от данных. ИИ может делать выводы только на основе данных, которые были ему предоставлены. Если какие-то данные недоступны или некорректны, это может привести к ошибочным результатам.
- Медицинская ответственность. В случае ошибки будет трудно определить ответственность ИИ.
- Разница в персональном восприятии. У каждого человека свое восприятие боли, дискомфорта и других симптомов, что может быть трудно для ИИ правильно интерпретировать.

## Заключение

Анализ изученной литературы показывает, что любые исследования, направленные на разработку, внедрение в клиническую практику программ ИИ как в медицинской сфере целом, так и в клинической радиологии, практике ЛОР врача являются высоко актуальными. Несмотря на все положительные моменты и спорные вопросы, несовершенство правовых и этических основ, в обозримом будущем ИИ станет рутинным инструментом для практикующих врачей, таким же, как за последние десятилетия стали современные методы робототехники в хирургии, компьютерные технологии и моделирование хирургических вмешательств, программное обеспечение современных методов медицинской визуализации и др. ■

## Список литературы/References

1. Камышанская И.Г., Элинсон А.М., Еникеева Д.А., Федотов А.В. PACS компании «Электрон». Специальный выпуск 4 Алматинского радиологического форума «Инновационные диагностические технологии в медицине», Алматы, 14 июня 2012 г. *Здоровье и болезнь*. 2012; 3(105): 35-45.

Kamyshanskaya IG, Elinson AM, Enikeeva DA, Fedotov AV. PACS Company «Electron». Special Issue 4 Radiological Almaty Forum «Innovative Diagnostic Technologies in Medicine», Almaty, 14 June 2012. *Health and Disease*. 2012; 3(105): 35-45 [In Russ].

2. Scott IA, Carter SM, Coiera E. Exploring stakeholder attitudes towards AI in clinical practice. *BMJ Health Care Inform*. 2021; 28(1): e100450.

<https://doi.org/10.1136/bmjhci-2021-100450>

3. Рева С.А., Шадеркин И.А., Зятчин И.В., Петров С.Б. Искусственный интеллект в онкоурологии. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2021; 14(2): 46-51.

Reva SA, Shaderkin IA, Zyatchin IV, Petrov SB. Artificial intelli-

gence in oncology. *Experimental and Clinical Urology*. 2021; 14(2): 46-51 [In Russ].

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2021-14-2-46-51>

4. Ковалев В.А., Войнов Д.М., Малышев В.Д., Лапо Е.Д. Компьютеризированная диагностика рака простаты на основе полнослайдовых гистологических изображений и методов глубокого обучения. *Информатика*. 2020; 17(4): 48-60.

Kovalev VA, Voinov DM, Malyshev VD, Lapo ED. Computer-aided diagnosis of prostate cancer based on full-slide histological images and deep learning methods. *Computer science*. 2020; 17(4): 48-60 [In Russ].

<https://doi.org/10.37661/1816-0301-2020-17-4-48-60>

5. Kamyshanskaya IG, Novikov AI, Guliev BG, Talyshinskii AE. Analysis of deep learning approaches for automated prostate segmentation: literature review. *Cancer Urology*. 2023; 19(2): 101-110.

<https://doi.org/10.17650/1726-9776-2023-19-2-101-110>

6. Cimino JJ, Shortliffe EH. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. *Springer International Publishing*. 2021; 237-241.
7. Chang M. Artificial Intelligence for Drug Development, Precision Medicine, and Healthcare. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis group. 2021; 99-104.
8. McCarthy JJ, Mendelsohn BA. Precision Medicine: A Guide to Genomics in Clinical Practice. McGraw Hill LLC. 2017; 67-71.
9. Коссов Ф.А., Черняев В.А., Ахвердиева Г.И., Лапо Е.Д. Роль и значение мультипараметрической магнитно-резонансной томографии в диагностике рака предстательной железы. *Онкоурология*. 2017; 13(1): 122-133.
10. Kossov FA, Chernyaev VA, Akhverdiev GI, Lapo ED. The role and significance of multiparametric magnetic resonance imaging in the diagnosis of prostate cancer. *Oncurology*. 2017; 13(1): 122-133 [In Russ].  
<https://doi.org/10.17650/1726-9776-2017-13-1-122-133>
10. Consoli S, Recupero DR, Petkovic M. Data Science for Healthcare: Methodologies and Applications. *Springer International Publishing*. 2019; 58-82.
11. Dykes PC. Clinical Data Mining for Physician Decision Making and Investigating Health Outcomes: Methods for Prediction and Analysis. *IGI Global*. 2010; 200-223.
12. Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks. Ed. by Ranschaert ER, Morozov S, Algra PR. *Springer International Publishing*. 2019; 180-250.
13. Machine Learning and Artificial Intelligence in Healthcare Systems Tools and Techniques. Ed. Shaikh TA, Hakak S, Rasool T, Wasid M. Boca Raton: CRC Press. 2023; 297-301.
14. Digital Health: Scaling Healthcare to the World. Ed. by Rivas H, Wac K. *Springer International Publishing*. 2018; 98-143.
15. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, et al. Designing Clinical Research. Fourth edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business. 2013; 177-183.
16. Lawry T. AI in Health: A Leader's Guide to Winning in the New Age of Intelligent Health Systems. 1st Edition. *Taylor & Francis*. 2020; 30-103.
17. Industry 4.0 and Healthcare: Impact of Artificial Intelligence. Ed. by Mishra A, Lin JC-W. 1st ed. Springer. 2023; 85-152.
18. Manion S, Bizouati-Kennedy Y. Blockchain for Medical Research: Accelerating Trust in Healthcare. CRC Press, HimmS. 2020; 17-33.
19. Artificial Intelligence in Behavioral and Mental Health Care. Ed. by Luxton DD. Elsevier Science. 2015; 112-144.
20. Marr B, Ward M. Artificial Intelligence in Practice: How 50 Successful Companies Used AI and Machine Learning to Solve Problems. *Wiley*. 2019; 107-202.
21. Multiple Perspectives on Artificial Intelligence in Healthcare. Ed. by Kushniruk A, Borycki E, Househ M. *Springer International Publishing*. 2021; 34-122.
22. Alemi F. Big Data in Healthcare: Statistical Analysis of the Electronic Health Record. *Health Administration Press*. 2019; 123-228.
23. Artificial Intelligence in Radiology.  
<https://www.aidoc.com/learn/blog/artificial-intelligence-in-radiology/>
24. Panesar A. Machine Learning and AI for Healthcare: Big Data for Improved Health Outcomes. *Apress*. 78-137.
25. Cleophas TJ, Zwinderman AH. Machine Learning in Medicine - a Complete Overview. *Springer International Publishing*. 2020; 116-121.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-33970-8>
26. Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks. Ed. By Ranschaert ER, Morozov S, Algra PR. *Springer International Publishing*. 2019; 35-168.
27. Dvijotham K (Dj), Cemgil T. on behalf of the CoDoC team. Developing reliable AI tools for healthcare. 17 July 2023.  
<https://deepmind.google/discover/blog/codoc-developing-reliable-ai-tools-for-healthcare/>
28. IBM Education; The benefits of AI in healthcare.  
<https://www.ibm.com/blog/the-benefits-of-ai-in-healthcare/>
29. Global Data, Tempus Labs in artificial intelligence: theme innovation strategy.  
<https://www.medicaldevice-network.com/data-insights/tempus-labs-in-artificial-intelligence-theme-innovation-strategy-2/?cf-view>
30. Tripathi P. Pathology AI (Artificial Intelligence) Market: Research Report Insights.  
<https://www.linkedin.com/pulse/pathology-ai-artificial-intelligence-market-research-report-tripathi-zzsbc>
31. Pahalyants V. Zebra Medical Vision: transforming patient care through AI.  
<https://d3.harvard.edu/platform-digit/submission/zebra-medical-vision-transforming-patient-care-through-ai/>
32. Sano Genetics & BenevolentAI: Combining machine learning with genetic and medical data in ulcerative colitis.  
<https://www.benevolent.com/news-and-media/blog-and-videos/sano-genetics-benevolentai-combining-machine-learning-genetic-and-medical-data-ulcerative-colitis/>
33. Albert H. Insilico Medicine Brings First AI-Designed Drug to Clinical Trials.  
<https://www.insideprecisionmedicine.com/news-and-features/insilico-medicine-brings-first-ai-designed-drug-to-clinical-trials/>
34. Silverstein A. Verge Genomics Announces Artificial Intelligence-Enabled Drug Discovery Collaboration with Alexion for Rare Neurodegenerative and Neuromuscular Diseases.  
<https://www.vergegenomics.com/news-blog/verge-genomics-announces-artificial-intelligence-enabled-drug-discovery-collaboration-with-alexion-for-rare-neurodegenerative-and-neuromuscular-diseases>
35. Freenome. Lin J. Early detection matters.  
<https://www.freenome.com/our-science/>
36. Nordlinger B, Villani C, Rus D. Healthcare and Artificial Intelligence. *Springer International Publishing*. 2020; 91-156.
37. Topol E. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. New York: Basic Books. 2019; 137-143.
38. Sonnier P. The Fourth Wave: Digital Health. *Independently Published*. 2017 101-116.
39. Mais DD, Ford LR. Practical Clinical Pathology. *American Society for Clinical Pathology*. 2013; 228-313.
40. Taylor A, Habib AR, Kumar A, et al. An artificial intelligence algorithm for the classification of sphenoid sinus pneumatization on sinus computed tomography scans. *Clin Otolaryngol*. 2023; 48(6): 888-894.  
<https://doi.org/10.1111/coa.14088>
41. Ibrahim S. The Digital Doctor: Hope, Hype and Harm at the Dawn of Medicine's Computer Age. *Malays Orthop J*. 2018; 12(2): 75.
42. Computer-Aided Diagnosis: the tipping point for digital pathology. Van Der Laak J.  
<https://digitalpathologyassociation.org/blog/computer-aided-diagnosis-the-tipping-point-for-digital-pathology>
43. Enhancing Healthcare and Rehabilitation The Impact of Qualitative Research. Ed. By Hayre CM, Muller DJ. CRC Press. 2019; 59-164.

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:**

---

**АМОНОВ ШАВКАТ ЭРГАШЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-4227-5884]

д.м.н., профессор, заведующий кафедры Оториноларингологии,  
детской оториноларингологии и стоматологии,  
Ташкентский Педиатрический Медицинский Институт,  
100140 Узбекистан, г. Ташкент, Юнусабадский район, ул. Богишамол, 223;

**ИКРАМОВ АЗИЗ АДХАМОВИЧ** - [ORCID: 0009-0007-4702-4113]

докторант кафедры Оториноларингологии,  
детской оториноларингологии и стоматологии,  
Ташкентский Педиатрический Медицинский Институт,  
100140 Узбекистан, г. Ташкент, Юнусабадский район, ул. Богишамол, 223.

---

**Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансирования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Работа не имела внешнего финансирования.

---