

СТОМАТОЛОГИЯ / DENTISTRY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.132.40>

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТОМАТОЛОГИИ

Обзор

Шанина А.Ю.^{1,*}

¹ORCID : 0009-0003-5676-5715;

¹Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (artitova99[at]yandex.ru)

Аннотация

Искусственный интеллект — это быстроразвивающаяся технология, которая все больше внедряется в жизнь современного человека. Одним из перспективных направлений его применения является стоматология. Современные технологии позволяют использовать искусственный интеллект для повышения эффективности диагностики, лечения и предотвращения заболеваний полости рта. Использование искусственного интеллекта в стоматологии позволяет врачам работать более эффективно и точно. Помимо этого, применение современных технологий ускоряет процесс лечения, делает его более комфортным для пациентов и повышает качество получаемых результатов.

В данной статье рассмотрены области применения искусственного интеллекта, его преимущества и недостатки. Были проанализированы методы и технологии, которые способствуют оптимизации процессов диагностики, лечения и профилактики. Новые технологии могут кардинально изменить систему здравоохранения, повысив качество услуг при одновременном снижении расходов для клиник.

В будущем использование искусственного интеллекта станет неотъемлемой частью стоматологической практики, что позволит достичь максимальных результатов в диагностике, лечении и профилактике заболеваний полости рта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, стоматология, диагностика, лечение, профилактика, инновации.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DENTISTRY

Review article

Shanina A.I.^{1,*}

¹ORCID : 0009-0003-5676-5715;

¹Novgorod State University Yaroslav the Wise, Veliky Novgorod, Russian Federation

* Corresponding author (artitova99[at]yandex.ru)

Abstract

Artificial Intelligence is a rapidly evolving technology that is increasingly being implemented into the lives of modern humans. One of its promising applications is in dentistry. Modern technology makes it possible to use artificial intelligence to improve the effectiveness of diagnosis, treatment and prevention of oral diseases. The use of artificial intelligence in dentistry allows doctors to work more efficiently and precisely. It also makes treatment faster, more comfortable for patients, and improves the quality of the patient's experience.

This article examined the applications of artificial intelligence, its pros and cons. Methods and technologies that help to optimize diagnosis, treatment and prevention processes were analysed. New technologies can dramatically change the healthcare system, improving the quality of services while reducing clinics' costs.

In the future, the use of artificial intelligence will become an integral part of dental practice, maximizing results in the diagnosis, treatment and prevention of oral diseases.

Keywords: artificial intelligence, dentistry, diagnosis, treatment, prevention, innovations.

Введение

Каждый день современная медицина становится все более технологичной и инновационной. В связи с этим использование искусственного интеллекта (далее – ИИ) становится все более распространенным во многих областях медицинской практики. Одной из таких областей является стоматология, где ИИ уже нашел свое применение. Современные технологии позволяют использовать ИИ для повышения эффективности диагностики, лечения и предотвращения заболеваний полости рта. В данной статье мы рассмотрим различные аспекты использования ИИ в стоматологии и проанализируем его возможности, преимущества и ограничения.

Основная часть

2.1. Обзор применения искусственного интеллекта в стоматологии

Искусственный интеллект является одной из самых перспективных областей развития в медицине [1]. В стоматологии ИИ может быть использован для улучшения диагностики, лечения и профилактики заболеваний полости рта. Рассмотрим подробнее, как ИИ может быть применен в стоматологии.

2.1.1. Диагностика

Для начала рассмотрим использование ИИ в диагностике заболеваний полости рта. Наиболее часто встречающимися заболеваниями являются кариес и пародонтоз. Для определения заболеваний полости рта используются методы визуальной оценки и рентгенологические исследования. Однако визуальная оценка не всегда

позволяет точно определить наличие заболевания и его степень, а рентгенологические исследования могут нанести вред здоровью пациента. Именно здесь ИИ может оказаться очень полезным.

Одним из методов использования ИИ в диагностике заболеваний полости рта является анализ изображений. При этом ИИ используется для анализа рентгеновских снимков и фотографий зубов и десен [2], [3]. Нейронные сети, обученные на большом количестве данных, могут с большой точностью определять наличие кариеса, пародонтоза и других заболеваний полости рта.

Одним из проектов, использующих ИИ в стоматологии, является «Диагностика кариеса» от компании Dental Monitoring. Этот проект использует ИИ для определения наличия кариеса на фотографии зубов. На основе данных, полученных в результате анализа, пациентам предоставляется точная диагностика и рекомендации по лечению.

2.1.2. Лечение

Кроме диагностики ИИ может быть использован для повышения эффективности лечения заболеваний полости рта. Например, при лечении пародонтоза может быть использован ИИ для определения оптимального курса лечения, который будет наиболее эффективным для каждого конкретного пациента.

Еще одним примером применения ИИ в лечении заболеваний полости рта является создание индивидуальных протезов и имплантатов. Используя ИИ, можно создавать протезы и имплантаты, которые идеально подходят для каждого пациента, учитывая его индивидуальные анатомические особенности и потребности [4].

Примером такой технологии является проект «3D-печать зубов» от компании NextDent [5]. В этом проекте ИИ используется для создания точных 3D-моделей зубов и десен пациента. На основе этих моделей создаются индивидуальные протезы и имплантаты, которые обеспечивают максимальную точность и комфорт для пациента [2], [4], [6].

2.1.3. Профилактика

Кроме диагностики и лечения ИИ может быть использован для профилактики заболеваний полости рта. Например, при помощи ИИ можно разрабатывать индивидуальные программы профилактики для каждого пациента, учитывая его анатомические особенности, образ жизни и пищевые привычки.

Примером такой технологии является проект «Умная зубная щетка» от компании Oral-B. В этом проекте ИИ используется для анализа образа жизни и пищевых привычек пациента, а также для разработки индивидуальной программы ухода за полостью рта. Пациентам предоставляется персональный анализ состояния полости рта и индивидуальные рекомендации по уходу за ней.

Итак, использование ИИ в стоматологии может значительно повысить эффективность диагностики, лечения и профилактики заболеваний полости рта. С помощью ИИ можно создавать индивидуальные протезы и имплантаты, определять оптимальный курс лечения и разрабатывать индивидуальные программы профилактики.

Выводом можно отметить, что использование ИИ в стоматологии представляет огромный потенциал для улучшения качества здравоохранения. ИИ может быть использован для повышения точности диагностики, определения оптимального курса лечения и профилактики заболеваний полости рта [6]. Кроме того, ИИ позволяет создавать индивидуальные протезы и имплантаты, учитывая анатомические особенности пациентов [2].

Несмотря на то, что применение ИИ в стоматологии еще относительно новое направление, уже существует множество проектов и технологий, которые успешно используют ИИ в стоматологической практике. В будущем, вероятно, использование ИИ станет неотъемлемой частью стоматологической практики, что позволит достичь максимальных результатов в лечении и профилактике заболеваний полости рта.

2.2. Особенности применения искусственного интеллекта в стоматологии

Применение ИИ в стоматологии имеет свои преимущества и недостатки. В данной главе рассмотрим основные из них.

Преимущества использования ИИ в стоматологии:

- увеличение точности диагностики: использование ИИ позволяет добиться высокой точности диагностики заболеваний полости рта. ИИ может анализировать данные с помощью алгоритмов машинного обучения [7, С. 97] и исследовать большие объемы информации для обнаружения патологий, которые могут быть пропущены при обычной визуальной оценке;

- оптимизация курса лечения: ИИ может помочь стоматологам определить оптимальный курс лечения для пациента на основе медицинских данных и информации о результатах предыдущих лечений. Это позволяет создать индивидуальный подход к лечению, который учитывает индивидуальные потребности и анатомические особенности пациента;

- разработка индивидуальных программ профилактики: использование ИИ позволяет разработать индивидуальные программы профилактики заболеваний полости рта для каждого пациента. С помощью алгоритмов машинного обучения [7, С. 97] и анализа медицинских данных, ИИ может определить риски возникновения заболеваний и предложить индивидуальные меры профилактики;

- создание индивидуальных протезов и имплантатов: ИИ может использоваться для создания индивидуальных протезов и имплантатов. С помощью 3D-моделирования и анализа медицинских данных, ИИ может создавать протезы и имплантаты, которые точно соответствуют анатомическим особенностям пациента [2].

Недостатки:

- высокая стоимость технологии: ограниченное использование ИИ в стоматологии может быть связано с высокой стоимостью технологии и необходимостью долгого и сложного обучения персонала;

- ограниченный доступ к технологии: одним из основных ограничений использования ИИ в стоматологии является отсутствие доступа к соответствующей технологии. Искусственный интеллект — это дорогостоящая технология, требующая больших финансовых вложений и квалифицированных специалистов для ее разработки и внедрения. Однако, с развитием технологий и появлением новых методов финансирования, становится возможным более широкое

распространение и использование ИИ в стоматологии. Например, некоторые компании предлагают решения, которые позволяют стоматологическим клиникам использовать технологии ИИ без необходимости приобретения собственных вычислительных мощностей и программных продуктов;

- риск ошибок: еще одним ограничением использования ИИ в стоматологии является риск возникновения ошибок. Хотя ИИ способен обрабатывать большие объемы данных и принимать решения на основе анализа этих данных, он не является безошибочным. Кроме того, ошибки могут возникнуть из-за того, что ИИ работает на основе алгоритмов, которые могут не учитывать все возможные сценарии;

- недостаточность данных: другим ограничением для использования ИИ в стоматологии является недостаточность данных. Для того чтобы ИИ работал корректно, ему необходимо иметь достаточное количество данных для анализа. Однако в некоторых областях стоматологии может отсутствовать достаточное количество данных для обучения ИИ;

- необходимость в квалифицированных специалистах: использование ИИ в стоматологии также требует наличия квалифицированных специалистов, которые могут обрабатывать данные и использовать соответствующий инструментарий;

- этические и юридические вопросы: использование ИИ в стоматологии также поднимает вопросы этики и права. Например, есть опасность, что использование ИИ может привести к ухудшению качества медицинского обслуживания для людей, у которых нет доступа к этой технологии. Также возможны вопросы конфиденциальности и защиты данных пациентов.

Кроме того, существует риск, что ИИ может стать заменой человека. Это может привести к уменьшению значимости врачей-стоматологов и зубных врачей, что может негативно повлиять на их профессиональный рост и развитие.

В заключении можно сказать, что использование ИИ в стоматологии имеет множество преимуществ, которые могут помочь улучшить качество диагностики, лечения и профилактики заболеваний полости рта. Это включает в себя автоматизацию задач, сокращение времени обработки данных и уменьшение вероятности ошибок.

Однако также существуют и ограничения в использовании технологий ИИ в стоматологии. Одно из основных ограничений заключается в том, что AI-алгоритмы (англ. AI – Artificial Intelligence, ИИ – искусственный интеллект) [8, С. 38] нуждаются в большом количестве данных для обучения и настройки, что может привести к сложностям при использовании в небольших клиниках.

Также AI-технологии не могут полностью заменить работу специалистов и требуют определенного уровня знаний и обучения для правильной интерпретации результатов.

Тем не менее преимущества, которые принесет использование ИИ в стоматологии, значительны. С точки зрения эффективности и экономии времени, AI-технологии смогут повысить эффективность работы стоматологов и сделать лечение более доступным и качественным для пациентов. Поэтому, несмотря на некоторые ограничения, можно сделать вывод о том, что использование ИИ в стоматологии представляет огромный потенциал для улучшения качества жизни и здоровья людей.

2.3. Перспективы применения ИИ в стоматологии

Роботизация стоматологической практики может помочь врачам справиться с трудоемкими и монотонными задачами, такими как обработка каналов, установка имплантатов и снятие оттисков. В качестве примера можно привести стоматологическую систему роботизации Yomi, которая используется для хирургических процедур, таких как установка имплантатов. Yomi использует технологию навигации ИИ, чтобы помочь стоматологам точно определить положение имплантата и осуществлять его установку.

Еще один потенциальный пример использования роботизации в стоматологии — это автоматизация процесса обработки корневых каналов. Корневые каналы представляют сложную систему, которая может вызвать затруднения у стоматологов при их обработке. Однако роботизированные системы, основанные на ИИ, могут точно определять глубину и ширину канала и автоматически проводить обработку [2].

Еще одна возможность использования ИИ в стоматологии — это область теледентистрии. Теледентистрия является новым способом обеспечения стоматологической помощи, который позволяет пациентам получать консультации и диагностику удаленно, без необходимости посещения клиники. С помощью ИИ можно создать системы теледентистрии, которые смогут анализировать данные, получаемые от пациента, и проводить диагностику, основываясь на этих данных.

В целом будущее использования ИИ в стоматологии связано с автоматизацией рутинных процессов, оптимизацией процесса лечения и улучшением диагностики. Будет происходить улучшение качества медицинской помощи и повышение уровня точности и эффективности врачей. Однако необходимо учитывать и ограничения, связанные с недостаточной точностью некоторых алгоритмов, а также проблемами с безопасностью и конфиденциальностью данных пациентов.

Кроме того, использование роботов может помочь в стоматологических операциях, которые требуют высокой точности. Например, роботизированные системы могут использоваться для имплантации зубов, планирования и выполнения ортодонтических процедур [9], [10]. Это может уменьшить риски ошибок, связанных с человеческим фактором, и улучшить результаты процедур.

Однако, несмотря на потенциальные преимущества, роботизация стоматологической практики также имеет свои ограничения. Например, стоимость приобретения и обслуживания роботов может быть очень высокой. Кроме того, в некоторых случаях может потребоваться присутствие человеческого оператора для надлежащего контроля процедуры, что может привести к увеличению затрат на персонал.

В целом будущее использования ИИ и роботизации в стоматологии светлое. Новые технологии позволят врачам более точно диагностировать и лечить заболевания, снизить количество ошибок и улучшить результаты процедур.

Однако необходимо учитывать ограничения и осторожно внедрять новые технологии, чтобы минимизировать риски для пациентов и соблюдать требования законодательства.

Заключение

В ходе обзора использования ИИ в стоматологии были проанализированы различные исследования и практические применения технологий ИИ в данной области медицины. Были выявлены следующие преимущества использования ИИ в стоматологии:

- улучшение точности диагностики заболеваний полости рта и зубов;
- улучшение качества лечения и предотвращение ошибок в лечебном процессе;
- сокращение времени и стоимости лечения;
- оптимизация работы стоматологических клиник и улучшение обслуживания пациентов;
- снижение нагрузки на врачей и улучшение их работоспособности.

Однако также были выявлены некоторые ограничения использования ИИ в стоматологии, такие как ограниченный доступ к технологиям, необходимость большого объема данных для тренировки алгоритмов, а также риск неправильной интерпретации данных и неправильного использования ИИ в лечебном процессе.

Несмотря на некоторые ограничения, использование ИИ в стоматологии имеет большой потенциал для улучшения качества медицинского обслуживания и оптимизации работы стоматологических клиник. Роботизация стоматологической практики, использование автоматической диагностики и прогнозирования являются ключевыми направлениями развития технологий ИИ в стоматологии.

Однако, чтобы использование ИИ стало более широко распространенным в стоматологической практике, необходимо решить несколько важных проблем, таких как разработка единой методологии сбора и обработки данных, создание стандартов и регулирования использования технологий ИИ, а также улучшение доступности этих технологий для малых и средних стоматологических клиник, их доступность и простота использования станут еще большим преимуществом и помогут сделать здравоохранение более доступным и эффективным.

В целом использование ИИ в стоматологии имеет большой потенциал для улучшения качества лечения и оптимизации рабочих процессов в стоматологических клиниках. Однако необходимо учитывать ограничения и риски, связанные с этими технологиями, и принимать соответствующие меры для защиты конфиденциальности пациентов и предотвращения ошибок в диагностике и лечении.

В будущем ожидается, что развитие ИИ и технологий роботизации приведет к еще более точной и быстрой диагностике, лечению и реабилитации пациентов, а также оптимизации процессов управления стоматологическими клиниками и сокращению затрат на здравоохранение [6].

Несмотря на все свои преимущества, ИИ не заменит врача, а будет использоваться как инструмент в работе специалистов. Совместное использование технологий и человеческого опыта и интуиции может привести к наилучшим результатам в лечении пациентов и оптимизации работы стоматологических клиник.

Таким образом, использование ИИ в стоматологии уже дает положительные результаты, и перспективы его дальнейшего развития в этой сфере остаются очень многообещающими.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Khanaga S.B. Developments, Application, and Performance of Artificial Intelligence in Dentistry – a Systematic Review [Electronic source] / S.B. Khanaga, A. Al-Ehaideb, P.C. Maganur // Developments, Application, and Performance of Artificial Intelligence in Dentistry – a Systematic Review. — 2021. — №16. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790220301434?via%3Dihub>. (accessed: 01.03.23) doi: 10.1016/j.jds.2020.06.019
2. Thurzo A Where is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis [Electronic source] / A Thurzo, W Urbanova, B Novak // Where is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. — 2022. — №10. — URL: <https://www.mdpi.com/2227-9032/10/7/1269>. (accessed: 10.03.23) doi: 10.3390/healthcare10071269
3. Yasa Y An Artificial Intelligence Proposal to Automatic Teeth Detection and Numbering in Dental Bite-Wing Radiographs [Electronic source] / Y Yasa, Ö Çelik, I.S. Bayrakdar // An Artificial Intelligence Proposal to Automatic Teeth Detection and Numbering in Dental Bite-Wing Radiographs. — 2021. — №79. — URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016357.2020.1840624?journalCode=iode20>. (accessed: 12.03.23) doi: 10.1080/00016357.2020.1840624
4. Kim J.E. Transfer Learning via Deep Neural Networks for Implant Fixture System Classification Using Periapical Radiographs [Electronic source] / J.E. Kim, N.E. Nam, J.S. Shim et al. // Transfer Learning via Deep Neural Networks for Implant Fixture System Classification Using Periapical Radiographs. — 2020. — №9. — URL: <https://www.mdpi.com/2077-0383/9/4/1117>. (accessed: 17.03.23) doi: 10.3390/jcm9041117

5. NextDent. — 2012. — URL: <https://nextdent.com/> (accessed: 17.03.2023).
6. Shan T. Application of Artificial Intelligence in Dentistry / T. Shan, F.R. Tay, L. Gu // Application of Artificial Intelligence in Dentistry. — 2020. — №100. — DOI: 10.1177/0022034520969115
7. Goodfellow I. Deep Learning / I. Goodfellow, A. Bengio, A. Courville — Cambridge: The MIT Press, 2016. — 800 p.
8. Аверкин А.Н. Толковый словарь по искусственному интеллекту / А.Н. Аверкин, М.Г. Гаазе-Рапопорт, Д.А. Поспелов — М.: Радио и связь, 1992. — 256 с.
9. Kunz F. Artificial Intelligence in Orthodontics: Evaluation of a Fully Automated Cephalometric Analysis Using a Customized Convolutional Neural Network [Electronic source] / F. Kunz, A. Stellzig-Eisenhauer, F. Zeman et al. // Artificial Intelligence in Orthodontics: Evaluation of a Fully Automated Cephalometric Analysis Using a customized Convolutional Neural Network. — 2020. — №81. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00056-019-00203-8>. (accessed: 17.03.23) doi: 10.1007/s00056-019-00203-8
10. Xie X. Artificial Neural Network Modeling for Deciding if Extractions Are Necessary Prior to Orthodontic Treatment [Electronic source] / X. Xie, L. Wang, A. Wang // Artificial Neural Network Modeling for Deciding if Extractions Are Necessary Prior to Orthodontic Treatment. — 2010. — №80. — URL: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/80/2/262/58521/Artificial-Neural-Network-Modeling-for-Deciding-if>. (accessed: 23.03.23) doi: 10.2319/111608-588.1

Список литературы на английском языке / References in English

1. Khanaga S.B. Developments, Application, and Performance of Artificial Intelligence in Dentistry – a Systematic Review [Electronic source] / S.B. Khanaga, A. Al-Ehaideb, P.C. Maganur // Developments, Application, and Performance of Artificial Intelligence in Dentistry – a Systematic Review. — 2021. — №16. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790220301434?via%3Dihub>. (accessed: 01.03.23) doi: 10.1016/j.jds.2020.06.019
2. Thurzo A Where is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis [Electronic source] / A Thurzo, W Urbanova, B Novak // Where is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. — 2022. — №10. — URL: <https://www.mdpi.com/2227-9032/10/7/1269>. (accessed: 10.03.23) doi: 10.3390/healthcare10071269
3. Yasa Y An Artificial Intelligence Proposal to Automatic Teeth Detection and Numbering in Dental Bite-Wing Radiographs [Electronic source] / Y Yasa, Ö Çelik, I.S. Bayrakdar // An Artificial Intelligence Proposal to Automatic Teeth Detection and Numbering in Dental Bite-Wing Radiographs. — 2021. — №79. — URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016357.2020.1840624?journalCode=iode20>. (accessed: 12.03.23) doi: 10.1080/00016357.2020.1840624
4. Kim J.E. Transfer Learning via Deep Neural Networks for Implant Fixture System Classification Using Periapical Radiographs [Electronic source] / J.E. Kim, N.E. Nam, J.S. Shim et al. // Transfer Learning via Deep Neural Networks for Implant Fixture System Classification Using Periapical Radiographs. — 2020. — №9. — URL: <https://www.mdpi.com/2077-0383/9/4/1117>. (accessed: 17.03.23) doi: 10.3390/jcm9041117
5. NextDent. — 2012. — URL: <https://nextdent.com/> (accessed: 17.03.2023).
6. Shan T. Application of Artificial Intelligence in Dentistry / T. Shan, F.R. Tay, L. Gu // Application of Artificial Intelligence in Dentistry. — 2020. — №100. — DOI: 10.1177/0022034520969115
7. Goodfellow I. Deep Learning / I. Goodfellow, A. Bengio, A. Courville — Cambridge: The MIT Press, 2016. — 800 p.
8. Аверкин А.Н. Толковый словарь по искусственному интеллекту [Explanatory Dictionary of Artificial Intelligence] / А.Н. Аверкин, М.Г. Гаазе-Рапопорт, Д.А. Поспелов — М.: Радио и связь, 1992. — 256 p. [in Russian]
9. Kunz F. Artificial Intelligence in Orthodontics: Evaluation of a Fully Automated Cephalometric Analysis Using a Customized Convolutional Neural Network [Electronic source] / F. Kunz, A. Stellzig-Eisenhauer, F. Zeman et al. // Artificial Intelligence in Orthodontics: Evaluation of a Fully Automated Cephalometric Analysis Using a customized Convolutional Neural Network. — 2020. — №81. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00056-019-00203-8>. (accessed: 17.03.23) doi: 10.1007/s00056-019-00203-8
10. Xie X. Artificial Neural Network Modeling for Deciding if Extractions Are Necessary Prior to Orthodontic Treatment [Electronic source] / X. Xie, L. Wang, A. Wang // Artificial Neural Network Modeling for Deciding if Extractions Are Necessary Prior to Orthodontic Treatment. — 2010. — №80. — URL: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/80/2/262/58521/Artificial-Neural-Network-Modeling-for-Deciding-if>. (accessed: 23.03.23) doi: 10.2319/111608-588.1