

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-29-36

УДК 616.31-7

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РАБОТЕ ВРАЧА-СТОМАТОЛОГА. АКТУАЛЬНОСТЬ. ОБЗОР. РИСКИ

Мирошниченко В. В., Кинарова М. В., Андреева П. И., Бакина М. Л., Поленова А. А.

Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

### Аннотация

**Предмет.** В работе рассмотрены виды искусственного интеллекта (ИИ), применяемые в медицине зарубежных стран и России, освещена информация о способах наполнения информационной базы искусственного интеллекта. Приведена статистика совершаемых ошибок врачами и, в частности, врачами-стоматологами, которые возможно избежать, внедрив и обучившись применению искусственного интеллекта в своей сфере деятельности. Системы, основанные на искусственном интеллекте, могут использоваться для создания симуляторов, которые помогают студентам отрабатывать навыки в безопасной среде.

**Цель.** Предоставить обзор программ, существующих на международном стоматологическом рынке, созданных на основе возможностей искусственного интеллекта. Рассмотреть их значимость, работоспособность, критичность допускаемых ошибок. Проанализировать существующие программы, процесс их создания и способы обучения искусственного интеллекта.

**Методология.** Произведен анализ 30 литературных источников, опубликованных за период с 2019 по 2025 гг. в научных библиометрических базах данных PubMed, JCDA, Frontiersin.

**Выводы.** По данным международных исследований использование искусственного интеллекта в работе врача-стоматолога помогает снизить ошибки врачей на 5–15%, точность анализа рентгенограмм: до 100%, скорость анализа: в 6–10 раз, точность обнаружения патологий на 72–95,67%, точность классификации заболеваний пародонта на 82–87%. Искусственный интеллект помогает разрабатывать персонализированные планы лечения, становится инструментом врача, изменяя его роль в сторону интерпретации данных и стратегического планирования лечения. Способствует раннему выявлению заболеваний. Оптимизирует административные процессы и повышает эффективность работы. Однако существует опасность применения искусственного интеллекта без должного контроля со стороны человека. Несмотря на перечисленные положительные стороны, искусственный интеллект не исключает погрешности и риски, такие как утечка данных, кибератаки, несанкционированный доступ.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, диагностика, персонализация лечения, оптимизация, ошибки и риски

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Виктория Владиславовна МИРОШНИЧЕНКО** ORCID ID 0000-0001-8664-0778

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии, Институт стоматологии,  
Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (922) 0401715

vikam73@mail.ru

**Марина Владимировна КИНАРОВА** ORCID ID 0009-0005-8747-7446

Ассистент кафедры терапевтической стоматологии, Институт стоматологии, Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+79129275696

kinarova61@mail.ru

**Полина Игоревна АНДРЕЕВА** ORCID ID 0009-0001-4553-698X

студентка 5 курса, Институт стоматологии, Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (906) 8202129

summerlypie@mail.ru

**Милена Леонидовна БАКИНА** ORCID ID 0009-0009-9631-7478

студентка 5 курса, Институт стоматологии, Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (919) 9583501

milena-bakina@mail.ru

**Анастасия Алексеевна ПОЛЕНОВА** ORCID ID 0009-0004-8796-6672

студентка 5 курса, Институт стоматологии, Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

+7 (952) 7015076

an.polenova2002@yandex.ru

**Адрес для переписки: Виктория Владиславовна МИРОШНИЧЕНКО**

625023, г. Тюмень, Одесская, 54

+7 (922) 0401715

vikam73@mail.ru

### Образец цитирования:

Мирошниченко В. В., Кинарова М. В., Андреева П. И., Бакина М. Л., Поленова А. А.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В РАБОТЕ ВРАЧА-СТОМАТОЛОГА. АКТУАЛЬНОСТЬ. ОБЗОР. РИСКИ. Проблемы стоматологии. 2025; 2: 29-36.

© Мирошниченко В. В. и др., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-29-36

Поступила 16.05.2025. Принята к печати 18.06.2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-29-36

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DENTAL PRACTICE. RELEVANCE. OVERVIEW. RISKS

Miroshnichenko V.V., Kinarova M.V., Andreeva P.I., Bakina M.L., Polenova A.A.

*Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia*

### Abstract

**Subject.** This work discusses the types of artificial intelligence used in medicine in foreign countries and Russia, providing information on methods of filling the artificial intelligence information base. It presents statistics on errors made by doctors, particularly dentists, which can potentially be avoided by implementing and training in the use of artificial intelligence in their field. AI-based systems can be used to create simulators that help students practice skills in a safe environment.

**The Aim.** To provide an overview of programs available on the international dental market that are built on the capabilities of artificial intelligence. To examine their significance, functionality, and the criticality of permissible errors. To analyze existing programs, their development process, and methods of AI training.

**Methodology.** A review of modern scientific and methodological literature was conducted using scientific library databases PubMed, JCDA, and Frontiersin. A total of 30 sources published between 2019 and 2025 were reviewed.

**Conclusions.** According to international research, the use of artificial intelligence in dental practice helps reduce errors by 5-15%, improves the accuracy of X-ray analysis to up to 100%, increases analysis speed by 6–10 times, enhances pathology detection accuracy to 72–95.67%, and improves periodontal disease classification accuracy to 82–87%. AI assists in developing personalized treatment plans, becoming a tool that shifts the dentist's role toward data interpretation and strategic treatment planning. It facilitates early disease detection, optimizes administrative processes, and increases work efficiency. However, there is a risk of AI application without proper human oversight. Despite these benefits, AI does not eliminate errors and risks such as data leaks, cyberattacks, and unauthorized access.

**Keywords:** artificial intelligence, diagnostics, personalization of treatment, optimization, errors and risks

The authors declare no conflict of interest.

**Viktoriya V. MIROSHNICHENKO** ORCID ID 0000-0001-8664-0778

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Therapeutic and Pediatric Dentistry Department, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia  
+7 (922) 0401715  
vikam73@mail.ru

**Marina V. KINAROVA** ORCID ID 0009-0005-8747-7446

Assistant of the Therapeutic and Pediatric Dentistry Department, Institute of Dentistry, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia  
+79129275696  
kinarova61@mail.ru

**Polina I. ANDREEVA** ORCID ID 0009-0001-4553-698X

5<sup>th</sup> year Student, Institute of Dentistry, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia  
+7 (906) 8202129  
summerlypie@mail.ru

**Milena L. BAKINA** ORCID ID 0009-0009-9631-7478

5<sup>th</sup> year Student, Institute of Dentistry, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia  
+7 (919) 9583501  
milena-bakina@mail.ru

**Anastasia A. POLENOVA** ORCID ID 0009-0004-8796-6672

5<sup>th</sup> year Student, Institute of Dentistry, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia  
+7 (952) 7015076  
an.polenova2002@yandex.ru

**Address for correspondence: Viktoriya V. MIROSHNICHENKO**

625023, Tyumen, Odesskaya street, 54  
+7 (922) 0401715  
vikam73@mail.ru

### For citation:

Miroshnichenko V.V., Kinarova M.V., Andreeva P.I., Bakina M.L., Polenova A.A.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DENTAL PRACTICE. RELEVANCE. OVERVIEW. RISKS. Actual problems in dentistry. 2025; 2: 29-36. (In Russ.)

© Miroshnichenko V.V. et al., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-29-36

Received 16.05.2025. Accepted 18.06.2025

## Актуальность

Использование искусственного интеллекта (ИИ) в стоматологии становится все более актуальным в условиях постоянно растущих требований к точности диагностики, эффективности и качеству лечения. В последние годы мы наблюдаем активное развитие программ ИИ, что делает эту тему особенно интересной и важной. Технологии ИИ стремительно развиваются, и их внедрение в медицину открывает новые горизонты для улучшения качества медицинской помощи [1]. Интересны виды искусственного интеллекта, применяемые в зарубежных странах и России и информация о способах наполнения информационных баз ИИ [2]. Все чаще мы слышим, что часть ошибок врачей возможно избежать, внедрив и обучившись применению ИИ в своей сфере деятельности. Однако учитывает ли ИИ индивидуальные особенности пациента, такие как история болезни или аллергии, что может привести к ошибкам в лечении. Уязвимость к манипуляциям: ИИ-системы могут быть подвержены атакам, где злоумышленники могут вводить ложные данные, что может повлиять на результаты.

Искусственный интеллект исключает такие человеческие факторы, как профессиональное выгорание, физическое истощение, ошибки по невнимательности или в результате недостаточной осведомленности. Эта тема является актуальной и для обучающихся, поскольку системы, основанные на ИИ, могут использоваться для создания симуляторов, которые помогают студентам отрабатывать навыки в безопасной среде. Это особенно полезно для практических аспектов стоматологии. Также искусственный интеллект помогает анализировать и интерпретировать данные изображений рентгенологических исследований, улучшать свои диагностические навыки.

Интеграция искусственного интеллекта в образовательный процесс является важной для подготовки современных специалистов в области стоматологии [3].

## Материалы и методы

Проведен поиск и анализ современной специальной научно-методической литературы с использованием научных поисковых библиотечных баз данных PubMed, JCDA, Frontiersin. Основу для обзора литературы составили 30 источников, опубликованных за период с 2019 по 2025 год.

## Результаты исследования и их обсуждение

Искусственный интеллект (ИИ) — это технология, способная имитировать человеческий разум, распознавать речь на разных языках, выполнять различные исследовательские запросы пользователя, искать решение тех или иных проблем на основе существующих источников в сети Интернет или источников, загруженных в базу данных ИИ.

ИИ использует программы, которые предоставляют возможность анализировать большие объемы данных и сопоставлять факты на основе полученных данных.

Основываясь на этих сопоставлениях, ИИ даёт ответы на вопросы, проводит исследовательскую работу и прогнозирует вероятные исходы различных ситуаций.

Искусственный интеллект — это общий термин, обозначающий любой интеллект, не связанный с человеком. Его можно подразделить на слабый (узкий), использующий программу, обученную решать отдельные или конкретные задачи, и сильный, обладающий собственным сознанием и гибким поведением, как у человека, его цель — создать многозадачный алгоритм для принятия решений в нескольких областях.

Основную часть современных ИИ составляют слабые, к ним можно отнести, например, Google-переводчик и чат-роботы Amazon, компьютерное зрение, например, автопилот Tesla и распознавание лиц. Приложений на основе сильных ИИ на данный момент времени не существует в силу того, что исследования в этой области проводятся с осторожностью из-за опасности и возможности возникновения этических проблем.

К подгруппам слабого ИИ относится машинное обучение (МО) и экспертные системы.

Машинное обучение — это технология, созданная для обучения ИИ. В ходе этого процесса, в системе происходит самообучение, которое не требует программирования человеком. Результат достигается за счёт того, что ИИ оптимизирует свою работу для достижения заданной цели путём выполнения операций в системе. Во время обучения происходит запоминание результатов, полученных при случайном вычислении, и на основе этого получение правильного ответа [4].

В результате, происходит структуризация аналогий, которые затем ИИ может применять к новым задачам. Этот метод аналогичен тому, как взрослый показывает ребёнку несколько фотографий кошек. В конце концов ребёнок запоминает закономерности, необходимые для распознавания кошки и её идентификации на новых изображениях [5].

Экспертные системы — это третий уровень организации системы искусственного интеллекта. Они предназначены для решения задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области. Для этого применяются симуляции, тренировочные объекты и ситуационные задачи.

В качестве накопленного опыта система использует уже полученные знания о предыдущих примерах. Далее полученные знания отрабатываются на тестовых моделях. В стоматологической практике исходной информацией могут быть голосовые данные (акустические данные работы стоматологического оборудования), текстовые данные (медицинские или лечебные записи) или изображения (рентгенограммы или фотопротоколы).

Искусственный интеллект анализирует исходную информацию и предоставляет переработанную информацию, соответственно запросу пользователя. В качестве ответа система может составить примерный план

лечения, поставить предполагаемый диагноз, дать оценку исходу болезни. Также, ИИ расшифровывает симптоматику заболеваний, анализирует наличие патологий на рентгенографических и томографических изображениях.

Глубокое обучение (DL) — это подраздел машинного обучения, в котором системы пытаются изучить не только шаблон, но и иерархию составных шаблонов, которые опираются друг на друга. Комбинация и наложение шаблонов создают «глубокую» систему, которая намного мощнее простой «поверхностной» системы. Например, ребёнок не распознаёт кошку за один неразрывный шаг сопоставления с образцом; скорее, ребёнок сначала видит контуры объекта, определённая группа которых формирует текстурированный контур с простыми формами, такими как глаза и уши. Среди этих компонентов возникают более крупные группы, такие как головы и ноги, и определённая группа из них формирует целую кошку [6].

В свою очередь популярным классом алгоритмов глубокого обучения является искусственная нейронная сеть. Нейронные сети (НС) — это сети, которые можно считать основой алгоритмов глубокого обучения. Первоначально, нейронные сети применялись в медицинской практике для исследования патогенеза заболеваний. Существуют различные варианты НС, среди которых наиболее важными типами нейронных сетей являются искусственные нейронные сети (ИНС), сверточные нейронные сети (СНС) и генеративно-состязательные сети (ГНС) [7].

История применения искусственного интеллекта в медицине

Период 1950-х годов был значимым этапом оцифровки всех имеющихся баз данных, которые позже стали основой для создания и внедрения ИИ в медицину. В 1960-х годах создаются Системы анализа и поиска медицинской литературы, что стало одним из основополагающих факторов становления биомедицины. Базы данных клинической информатики и системы медицинской документации также были впервые разработаны в это время [8].

В 1970-х годах финансирование и ажиотаж вокруг искусственного интеллекта снижается, но работа над его усовершенствованием не прекращалась. Это способствовало разработке Солом Амарелом в 1971 году в Университете Рутгерса «Исследовательских ресурсов по компьютерам в биомедицине». В 1973 году в университете Стэнфорда была создана компьютерная система «Медицинские эксперименты и искусственный интеллект в медицине», которая объединяла по сети несколько научных учреждений.

В 1976 году создаётся один из первых прототипов, демонстрирующих возможность применения ИИ в медицине — программа для проведения консультаций по поводу глаукомы с использованием модели CASNET. Модель CASNET составляла рекомендации для врачей и позволяла индивидуализировать информацию о заболевании к клиническим случаям.

MYCIN — система ИИ, разработанная в начале 1970-х годов, с обратным выводом. Она способна выдать список патогенных бактериальных штаммов, индивидуализированные схемы лечения антибактериальными препаратами в соответствии с массой тела, на основе информации о пациентах, базу знаний, состоящую из 600 правил. EMYCIN — более поздняя система, основанная на базе MYCIN. Еще в более поздние сроки был разработан INTERNIST-1, в котором использовалась та же структура, но с большей базой медицинских данных для поддержки врачей-терапевтов.

DXplain — система поддержки принятия решений, которая использует для работы введенные симптомы для проведения дифференциальной диагностики, выпущенная в 1986 году Массачусетским университетом. Электронный медицинский учебник, содержащий описания болезней и ссылки. DXplain в первом выпуске предоставлял данные о 500 заболеваниях. В последующем он стал предоставлять данные, более чем для 2400 патологий. Интерес к машинному обучению восстановился к концу 1990-х годов, особенно в здравоохранении.

IBM — рентабельная открытая система ответов на вопросы Watson, более доступная для использования, обслуживания, созданная в 2007 году. Технология DeepQA, отличающаяся от традиционных систем, использовала обработку естественного языка и поиски для анализа структурированного контента для получения вероятных ответов.

Технологию DeepQA можно использовать для предоставления ответов, основанных на доказательной медицине, извлекая информацию из электронной медицинской карты пациента. Для идентификации новых РНК-связывающих белков, измененных при боковом амиотрофическом склерозе, использовали в 2017 году IBM Watson.

Pharmabot — чат-бот, используемый для обучения пациентов педиатрического отделения и их родителей информацией о лекарственных препаратах, разработанный в 2015 году. Mandy — автоматизированный процесс приема пациентов в учреждении первичной помощи, созданный в 2017 году.

Наполнение, проверка точности данных и работа искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект в медицине разрабатывается несколькими ключевыми участниками рынка:

Крупные технологические компании:

- Tempus AI (США) — специализируется на обработке медицинских данных;
- PathAI (США) — разрабатывает ИИ-решения для патоморфологической диагностики;
- Nanox Imaging (Израиль) — создает системы медицинской визуализации.

Биотехнологические стартапы:

- Owkin (Франция) — использует ИИ для предиктивной медицины и разработки лекарств;
- PAIGE (США) — лидер в области ИИ-диагностики рака;

- VizAI (США) — специализируется на ИИ-решениях для экстренной нейрорадиологии.

Эти компании сотрудничают с больницами и исследовательскими центрами для получения данных, а также активно работают над улучшением медицинских ИИ-решений, постоянно расширяя их функциональность и точность диагностики.

Используются различные подходы к обучению ИИ: от анализа медицинских изображений до обработки генетической информации. Многие решения получают одобрение FDA для клинического использования.

Наполнение искусственного интеллекта в медицине происходит несколькими способами:

Обучение на медицинских данных:

- анализ миллионов медицинских изображений (рентген, МРТ, КТ) [9];
- обработка генетических кодов;
- изучение историй болезни пациентов;
- анализ результатов лабораторных исследований.

Сбор административной информации:

- данные о назначениях лекарств;
- информация о расписании приема врачей;
- статистические данные по лечению;
- результаты анализов и обследований.

Использование специализированных алгоритмов:

- глубокое обучение для диагностики;
- алгоритмы машинного обучения для прогнозирования;
- системы поддержки принятия решений;
- гибридные модели человек-ИИ.

Особенности наполнения ИИ связаны с использованием структурированных медицинских данных, применением естественного языка для обработки медицинских текстов, интеграцией с медицинскими информационными системами, а также соблюдением строгих протоколов безопасности данных

Контроль качества включает в себя тестирование на валидационных наборах данных, проверку результатов независимыми экспертами и мониторинг точности и эффективности.

Основные метрики оценки качества:

- чувствительность (Se) — способность выявлять патологии при их наличии;
- специфичность (Sp) — способность не давать ложных срабатываний;
- точность (Ac) — процент правильных результатов относительно общего числа;
- AUC (Area Under Curve) — интегральная характеристика качества модели.

Критерии валидации данных:

- кросс-разметка — несколько врачей независимо проверяют результаты;
- верификация биопсией;
- использование «золотого датасета» (эталонного набора данных) адекватного размера.

Требования к тестовым выборкам:

- размер выборки должен соответствовать масштабу обучения;
- данные должны быть репрезентативными;
- необходимо учитывать соотношение классов (норма/патология).

Для надежной оценки точности ИИ-систем необходимо:

- достичь минимум AUC=0,8 для клинического применения;
- учитывать баланс между чувствительностью и специфичностью;
- проверять работу на разных типах данных;
- оценивать стабильность результатов.

Такой комплексный подход к наполнению искусственного интеллекта позволяет создавать эффективные медицинские системы, которые помогают врачам в диагностике, лечении и профилактике заболеваний.

Работа ИИ состоит из нескольких этапов:

1) Сбор данных. Искусственный интеллект использует большой объем информации для обучения из различных источников, например, базы данных, интернет.

2) Подготовка данных, обработка и адаптация информации.

3) Обучение моделей. Обучение искусственного интеллекта на данных для выполнения конкретных задач, например, распознавания паттернов или прогнозирования. Происходит анализ данных и нахождение в них закономерностей.

4) Тестирование и оптимизация. Проверка модели на новых данных и оценка точности и эффективности. Дополнительно оптимизируют и улучшают алгоритмы при необходимости.

5) Использование модели в реальных условиях, например, для классификации или принятия решений на основе данных.

Список программ искусственного интеллекта, используемых в российской стоматологии:

DIANA — специализируется на расчете рисков развития заболеваний полости рта. Помогает контролировать динамику гигиены полости рта, создает фото-протоколы и формирует автоматические рекомендации по уходу [10].

ДЕНТА — облачная система управления клиникой. Включает интерактивную зубную формулу и позволяет создавать планы лечения.

Улыбнись. Ai — анализирует цифровые снимки полости рта для диагностики стоматологических проблем.

3D Smile — решение на основе ИИ, помогающее создавать капы для выравнивания зубов.

Diagnocat — специализируется на диагностике и планировании лечения. Конвертирует КЛКТ в STL-модели, создает 3D модели для цифровой стоматологии, формирует диагностические отчеты и помогает в планировании лечения (включая имплантацию и хирургию).

Список программ искусственного интеллекта в стоматологии, используемых в зарубежных странах:

Dentrix AI — разработана компанией Henry Schein, более 35000 практик по всему миру используют это программное обеспечение. Особенности: мультимодальный анализ изображений и автоматизированное планирование лечения.

Pearl AI — особенности платформы: анализ анатомических особенностей, мгновенный поиск патологий и обнаружение реставраций. Одобрена Управлением по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (FDA).

Overjet — особенности платформы: анализ рентгеновских снимков, помощь в диагностике, обучение пациентов. Одобрена FDA.

Denti AI — особенности платформы: анализ рентгеновских снимков, создание отчетов для пациентов, объяснение стоматологической терминологии простым языком.

CephX — особенности платформы: цефалометрический анализ, планирование ортодонтического лечения и автоматизированный анализ [11].

SmileStream — особенности: составление карт пациентов, планирование лечения, возможность консультаций со специалистами, создание и обмен образовательными ресурсами.

AssistDent AI — специализируется на проксимальном кариесе и использует передовые алгоритмы компьютерного зрения.

Все эти программы помогают врачам повысить точность диагностики, оптимизировать рабочие процессы, улучшить коммуникацию с пациентами, автоматизировать рутинные задачи, ускорить обработку страховых случаев и повысить эффективность работы клиники [12].

Основные направления применения искусственного интеллекта в стоматологии

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно внедряется в стоматологическую практику, открывая новые горизонты в диагностике, лечении и профилактике заболеваний полости рта. ИИ-технологии позволяют анализировать рентгеновские снимки и КТ-изображения с высокой точностью, выявляя даже мельчайшие аномалии. Программа «Diagnocat» на основе нейронных сетей анализирует 3D-изображения зубов, помогая обнаружить проблемы, которые могут быть не замечены при визуальном осмотре.

ИИ оценивает состояние дёсен, зубного ряда и слизистой оболочки полости рта, составляя подробные отчёты с диагнозом, рекомендациями по лечению и индивидуальными советами [13].

В восстановительной стоматологии ИИ используется для создания зубных протезов [14]. Технология CAD/CAM сканирует ротовую полость, моделирует протезы и изготавливает их с высокой точностью [15]. В терапевтической стоматологии ИИ выявляет реставрации и кариес, анализируя окклюзионные контакты [16]. Программа CranioCatch AI помогает более

точно планировать лечение. В эндодонтии ИИ оценивает топографию корней, выявляет периапикальные очаги поражения и прогнозирует повторное эндодонтическое лечение [17, 18].

В хирургии ИИ анализирует трёхмерные сканы челюстей, выявляя дефицит костной ткани, моделирует трансплантаты и определяет маркировки имплантатов, помогая хирургам планировать операции, минимизируя риски [19–21].

ИИ находит применение в ортодонтии, определяя необходимость лечения, планируя его, принимая решения об удалении зубов по ортодонтическим показаниям и оптимизируя расположение брекетов [23]. С помощью ИИ можно проводить разнообразные анализы, такие как стоматологический, цефалометрический, лицевой, анализ скелета и верхних дыхательных путей [24]. Также ИИ используется в случае применения элайнеров (прозрачных кап) для создания сетапа — виртуальной объемной модели перемещения зубов [25].

Эффективность программ искусственного интеллекта

Diagnocat — снижение диагностических ошибок на 30%, увеличение пропускной способности клиники на 25%. Обнаружение 30 патологий на 2D-изображениях и обнаружение более 65 патологий на 3D-изображениях.

Orca Dental AI — повышение точности диагностики, улучшение планирования лечения, предоставление объективных клинических прогнозов.

AssistDent AI — значительное улучшение раннего выявления кариеса и повышение точности оценок при анализе рентгенограмм.

Adra AI — повышение точности диагностики, улучшение интеграции с системами управления практикой.

DentXcel AI — оптимизация управления стоматологической практикой, улучшение административных процессов, повышение эффективности работы.

Статистика эффективности применения искусственного интеллекта в разных странах:

1. США: Согласно отчету Национальной комиссии по безопасности здравоохранения (National Patient Safety Foundation), использование ИИ в здравоохранении может снизить количество медицинских ошибок на 4–6%. Однако, в отдельных случаях были зафиксированы ошибки, связанные с неправильной интерпретацией данных ИИ.

2. Германия: В Германии проводятся исследования, направленные на повышение безопасности и точности ИИ в медицине. Например, в одном из исследований было показано, что использование ИИ в радиологии может уменьшить количество неправильных диагнозов на 15%.

3. Канада: В Канаде также активно внедряют ИИ в здравоохранение. Удалось научить искусственный интеллект за 6–10 секунд выявлять пациентов с диабетом 2-го типа. Система диагностирует диабет 2-го типа с точностью 89% у женщин и 86% у мужчин.

4. Россия: В России проводятся исследования по использованию ИИ в различных областях медицины. Например, в 2019 году было объявлено о разработке системы ИИ для диагностики заболеваний легких, которая показывает точность до 95%.

Таким образом, внедрение ИИ в здравоохранение может значительно снизить количество врачебных ошибок, однако важно учитывать индивидуальные особенности и качество данных систем [26].

Риски, связанные с применением искусственного интеллекта в стоматологии

1. Для предупреждения принятия ошибочных решений при анализе и диагностике патологии с использованием искусственного интеллекта, окончательное решение принимается врачом-стоматологом [27].

2. Контроль работы ИИ и оценка точности получаемых результатов должны производиться по стандартам безопасности.

3. Хотя искусственный интеллект активно используется в стоматологии, процедуры, осуществляемые искусственными системами без участия человека, не являются клиническими. Существует опасность применения искусственного интеллекта в стоматологии без должного контроля со стороны человека.

4. Вопросы этики, безопасности и конфиденциальности становятся актуальными. Утечки данных, кибератаки и несанкционированный доступ могут подорвать конфиденциальность пациентов [28].

5. Сложности с «черным ящиком». Из-за особенностей технологий некоторые алгоритмы искусственного интеллекта не могут дать четкое объяснение своих выводов. Это может привести к недопониманию со стороны врачей, которые не смогут понять, почему ИИ делает те или иные выводы.

6. Вопрос ответственности за действия систем искусственного интеллекта. При использовании алгоритмов ИИ для медицинских диагнозов, лечебных рекомендаций или хирургических вмешательств встают вопросы об определении ответственных лиц в случае возникновения проблем [29].

## Выводы

ИИ помогает врачам принимать обоснованные решения, минимизируя риски, определяя необходимость лечения, планируя его. В частности, ИИ позволяет анализировать рентгеновские снимки и КТ-изображения с высокой точностью, выявляя даже мельчайшие аномалии [28]. Оценивает состояние дёсен, зубного ряда и слизистой оболочки полости рта, составляя подробные отчёты с диагнозом, рекомендациями по лечению и индивидуальными советами. В восстановительной стоматологии ИИ сканирует ротовую полость, моделирует протезы и изготавливает их с высокой точностью. Выявляет реставрации и кариес, анализируя окклюзионные контакты. Помогает более точно планировать лечение, оценивает структуру корней, прогнозирует повторное лечение и выявляет периапикальные патологии, выявляет дефицит костной ткани, моделирует трансплантаты и определяет маркировку имплантов, помогая планировать операции. Помогает принимать решения об удалении зубов по ортодонтическим показаниям и оптимизирует расположение брекетов. С помощью ИИ можно проводить разнообразные анализы, такие как стоматологический, цефалометрический, лицевой, анализ скелета и верхних дыхательных путей. Также ИИ используется в случае применения элайнеров для создания сетапа — виртуальной объемной модели перемещения зубов.

По данным международных исследований ИИ помогает снизить ошибки врачей от 5% до 15%, точность работы ИИ составляет от 82% до 100%. Скорость анализа: в 6–10 раз быстрее человеческого специалиста. С помощью ИИ происходит оптимизация рабочих процессов. Он помогает разрабатывать персонализированные планы лечения, учитывая особенности пациента. ИИ становится инструментом врача, изменяя его роль в сторону интерпретации данных и стратегического планирования лечения [30]. Однако существуют риски и опасность применения искусственного интеллекта в стоматологии без должного контроля со стороны человека. Вопросы этики, безопасности и конфиденциальности становятся актуальными. Утечки данных, кибератаки и несанкционированный доступ могут подорвать конфиденциальность пациентов.

## Литература/References

1. Khanagar S.B., Al-ehtadeb A., Maganur P.C., Vishwanathaiah S., Patil S., Baeshen H.A. et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry—a systematic review. *Journal of dental sciences*. 2021;16(1):508-522. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.06.019>
2. Briganti G., Le Moine O. Artificial Intelligence in Medicine: Today and Tomorrow. *Frontiers in medicine* (Lausanne). 2020;7:27. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00027>
3. He J., Baxter S.L., Xu J., Xu J., Zhou X., Zhang K. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature medicine*. 2019;25(1):30-6. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0307-0>
4. Ray S. A quick review of machine learning algorithms. *International conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing (COMITCon)*. IEEEExplore. <http://dx.doi.org/10.1109/COMITCon.2019.8862451>
5. Ting Sim J.Z., Fong Q.W., Huang W., Tan C.H. Machine learning in medicine: What clinicians should know. *Singapore medical journal*. 2023;64(2):91-97. <https://doi.org/10.11622/smedj.2021054>
6. Castiglioni I., Rundo L., Codari M., Di Leo G., Salvatore C., Interlenghi M. et al. AI applications to medical images: from machine learning to deep learning. *Physica medica*. 2021;83:9-24. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.02.006>
7. AbuSalim S., Zakaria N., Islam M.R., Kumar G., Mokhtar N., Abdulkadir S.J. Analysis of deep learning techniques for dental informatics: a systematic literature review. *Healthcare*. 2022;10(10):1892. <https://doi.org/10.3390/healthcare10101892>
8. Kaul V., Enslin S., Gross S.A. History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy*. 2020;92(4):807-812. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040>
9. Farook T.H., Jamayet N.B., Abdullah J.Y., Alam M.K. Machine learning and intelligent diagnostics in dental and orofacial pain management: a systematic review. *Pain research & management*. 2021;2021:6659133. <https://doi.org/10.1155/2021/6659133>

10. Серикова О.В., Елькова Н.Л., Соболева Н.А., Щербаченко О.И. Применение нейросетевых технологий для дифференциальной диагностики тяжелых заболеваний с проявлениями в полости рта. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019;(5):39-46. [Serikova O.V., El'kova N.L., Soboleva N.A., Shcherbachenko O.I. Application of neural network technology for differential diagnosis of severe diseases with manifestations in the oral cavity. Journal of New Medical Technologies. 2019;(5):39-46. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41211788>
11. Khanagar S.B., Al-Ehaideb A., Vishwanathaiah S., Maganur P.C., Patil S., Naik S. et al. Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical decision-making—a systematic review. Journal of dental sciences. 2021;16(1):482-492. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.05.022>
12. Lee S.J., Chung D., Asano A., Sasaki D., Maeno M., Ishida Y. et al. Diagnosis of Tooth Prognosis Using Artificial Intelligence. Diagnostics. 2022;12(6):1422. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12061422>
13. Patil S., Albogami S., Hosmani J., Mujoo S., Kamil M.A., Mansour M.A. et al. Artificial Intelligence in the Diagnosis of Oral Diseases: Applications and Pitfalls. Diagnostics. 2022;12(5):1029. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12051029>
14. Cho J.H., Çakmak G., Yi Y., Yoon H.I., Yilmaz B., Schimmel M. Tooth morphology, internal fit, occlusion and proximal contacts of dental crowns designed by deep learning-based dental software: a comparative study. Journal of dentistry. 2024;141:104830. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104830>
15. Yamaguchi S., Lee C., Karaer O., Ban S., Mine A., Imazato S. Predicting the debonding of cad/cam composite resin crowns with ai. Journal of dental research. 2019;98(11):1234-1238. <https://doi.org/10.1177/0022034519867641>
16. Wenzel A., Hintze H., Kold L.M., Kold S. Accuracy of computer-automated caries detection in digital radiographs compared with human observers. European journal of oral sciences. 2002;110(3):199-203. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0447.2002.21245.x>
17. Aminoshariae A., Kulild J., Nagendrababu V. Artificial intelligence in endodontics: current applications and future directions. Journal of endodontics. 2021;47(9):1352-1357. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.06.003>
18. Ahmed Z.H., Almuharib A.M., Abdulkarim A.A., Alhassoon A.H., Alanazi A.F., Alhaqbani M.A. et al. Artificial intelligence and its application in endodontics: a review. The journal of contemporary dental practice. 2023;24(11):912-917. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3593>
19. Hadj Said M., Le Roux M.K., Catherine J.H., Lan R. Development of an Artificial Intelligence Model to Identify a Dental Implant from a Radiograph. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2020;36(6):1077-1082. <https://doi.org/10.11607/jomi.8060>
20. Sukegawa S., Yoshii K., Hara T., Yamashita K., Nakano K., Yamamoto N. et al. Deep neural networks for dental implant system classification. Biomolecules. 2020;10(7):984. <https://doi.org/10.3390/biom10070984>
21. Alqutaibi A.Y., Algabri R.S., Elawady D., Ibrahim W.I. Advancements in artificial intelligence algorithms for dental implant identification: A systematic review with meta-analysis. The Journal of prosthetic dentistry. 2023. Article in Press. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.11.027>
22. Loftus T.J., Altieri M.S., Balch J.A., Abbott K.L., Choi J., Marwaha J.S. et al. Artificial intelligence-enabled decision support in surgery: State-of-the-art and future directions. Annals of surgery. 2023;278(1):51-58. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005853>
23. Малахова Н.Е., Силин А.В., Шматко А.Д., Падун Б.С. Повышение эффективности ортодонтического лечения зубочелюстных аномалий с использованием информационных систем. Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова. 2019;10(4):23-30. [Malahova N.E., Silin A.V., Shmatko A.D., Padun B.S. Improving the efficiency of orthodontic treatment of dentofacial anomalies using information systems. HERALD of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. 2019;10(4):23-30. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/mechnikov201810423-30>
24. Тутуров Н.С., Оборотистов Н.Ю., Иванов С.С., Аль Хаффар Ж.М.Б. Разработка web-интерфейса для автоматизированного цефалометрического анализа прямых и боковых телерентгенограмм. В: Стоматология славянских государств: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции; Белгород; 08–12 ноября 2021 года. Белгород: Издательский дом «Белгород»; 2021. С. 283-284. [Tuturov N.S., Obortistov N.Yu., Ivanov S.S., Al Khaffar J.M.B. Development of a web interface for automated cephalometric analysis of forward and lateral telerecentenograms. In: Dentistry of the Slavic States: proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference; Belgorod; November 08-12, 2021. Belgorod: Belgorod Publishing House; 2021. P. 283-284. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49047636>
25. Xie X., Wang L., Wang A. Artificial Neural Network Modeling for Deciding if Extractions Are Necessary Prior to Orthodontic Treatment. The Angle orthodontist. 2010;80(2):262-266. <https://doi.org/10.2319/111608-588.1>
26. НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента. Искусственный интеллект в мировом здравоохранении. От начала до наших дней. Московская медицина. 2024;(1). <https://niioz.ru/moskovskaya-medsina/zhurnal-moskovskaya-medsina/tema-nomera/iskusstvennyy-intellekt-v-mirovom-zdravookhraneni-ot-nachala-do-nashikh-dney/>
27. Pethani F. Promises and perils of artificial intelligence in dentistry. Australian dental journal. 2021;66(2):124-135. <https://doi.org/10.1111/adj.12812>
28. Schwendicke F., Samek W., Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. Journal of dental research. 2020;99(7):769-774. <https://doi.org/10.1177/0022034520915714>
29. Имамеева Р.Д. Риски создания и функционирования искусственного интеллекта в медицине. Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 2. Юридические науки. 2021;(1):33-40. [Imameeva R.D. The risks of creation and functioning of artificial intelligence in medicine. Journal of Legal Sciences. 2021;(1):33-40. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21777/2587-9472-2021-1-33-40>
30. Ahmed N., Abbasi M.S., Zuberi F., Qamar W., Halim M.S.B., Maqsood A. et al. Artificial intelligence techniques: analysis, application, and outcome in dentistry—a systematic review. BioMed research international. 2021;2021:9751564. <https://doi.org/10.1155/2021/9751564>