

**Искусственный интеллект: проблемы и перспективы развития
в стоматологии (обзор и клинический пример)**

Луцкая Ирина Константиновна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры терапевтической стоматологии Института повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения Белорусского государственного медицинского университета, Республики Беларусь, г. Минск, e-mail: lutskaja@mail.ru

Аннотация. Новые термины находят все более широкое применение в медицинской науке, не будучи для нее специфичны. К ним можно отнести понятие «искусственный интеллект», поскольку специалисты видят перспективные направления его использования. Целью исследования является анализ данных литературы и собственного опыта работы в области программирования и применения ИИ в стоматологии. Материалом исследования служат публикации в данной области, а также собственные разработки по выбору клинического метода лечения постоянных зубов. Результаты обсуждения проблем и перспектив создания компьютерных программ, правового регулирования в сфере ИИ, а также обучения, внедрения искусственного интеллекта показали высокий интерес к использованию систем в медицине, и в частности в стоматологии.

Ключевые слова: искусственный интеллект; компьютерные цифровые программы.

**Artificial Intelligence: Problems and Development Prospects in Dentistry
(Review and Clinical Example)**

Lutskaya Irina Konstantinovna, Ph.D in Medicine, Professor, Professor of the Department of Therapeutic Dentistry of the Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of the Educational Institution of the Belarusian State Medical University, Minsk, e-mail: lutskaja@mail.ru

Annotation. New terms are increasingly used in medical science, without being specific to it. These include the concept of artificial intelligence (AI), since specialists see promising areas for its use. The purpose of this study was to analyze literature data and the author's own experience in the field of programming and the use of AI in dentistry. The research material were publications in this field, as well as the institution's own developments in choosing a clinical method

for treating permanent teeth. The results of the discussion of the problems and prospects of creating computer programs, legal regulation in the field of AI, as well as training and implementation of AI showed high interest in the use of AI systems in medicine and in dentistry, in particular.

Keywords: artificial intelligence; computer digital programs.

Введение. Термин «искусственный интеллект», зародившийся в середине прошлого столетия, пережил несколько взлетов и снижений интереса среди ученых различных областей науки и практики, достигнув очередного максимума ко второму десятилетию 21 в. [1]. Появление данного феномена объясняется активным развитием компьютерных программ и робототехники. В первых рядах перспективных направлений стоят медицинские науки, что отражено в различных обзорах и публикациях, касающихся терминов, понятий, описаний возможных путей применения ИИ [2; 3]. В этой области клиническая медицина имеет серьезную историю становления, начиная от систем поддержки принятия врачебных решений до создания современных цифровых программ с обучением искусственного интеллекта [4; 5]. Широкое признание находит медицинская система электронного документооборота в организациях здравоохранения [6]. Технологии, использующие нейросети, стремительно развиваются, играя все более значимую роль в прогнозировании, диагностике, планировании лечения, статистической обработке и анализу медицинских данных. Seriously обсуждается вопрос о внедрении технологий искусственного интеллекта в учебный процесс.

Отношение исследователей и потребителей программ ИИ к перспективному их внедрению существенно различается: от оптимистичного использования во всех областях медицины до осторожного недоверия или страха перед риском замены искусственным интеллектом природных способностей и профессиональных знаний человека. Ученые, преподаватели и практические врачи, сделавшие первые шаги по укоренению цифровых технологий, считают свои действия хорошим примером для коллег или руководителей, которые опасаются активного внедрения ИИ [7]. Разработчики и потребители систем ИИ видят необходимость в развитии законодательной базы и правового регулирования в сфере искусственного интеллекта.

Цель исследования – анализ данных литературы и собственного опыта работы в области программирования, обучения и применения искусственного интеллекта в стоматологии.

Материалами исследования являются отечественные и зарубежные публикации в области разработки, клинического использования программ и проектов развития, а также результатов применения ИИ. Приведены сведения о создании компьютерной программы «Эстетическая стоматология.

Выбор метода лечения постоянных зубов» и опыте ее использования в клинике и в учебном процессе.

Результаты исследования изложены на конкретных примерах.

В журнале «Стоматология» (№ 2, 2021; № 2, 2023) (Республика Беларусь) опубликованы статьи об использовании цифровых компьютерных программ в историческом аспекте и в настоящее время. Руководители и врачи-стоматологи считают перспективным внедрение систем искусственного интеллекта, в виде вспомогательного инструмента и полезного помощника для специалиста. Так, они способны облегчить медикам выявление и описание симптомов заболеваний путем сокращения затрат времени и прилагаемых усилий. Специалисты, хорошо знакомые с функциями ИИ в области стоматологии, в качестве преимуществ называют возможность быстрого распознавания анатомических структур, а также положительных свойств стоматологических материалов уже в рамках первичного осмотра пациента. ИИ может выявлять кариозные и другие поражения зубов, экономя время врача. Также прослеживается потенциал коммуникации с пациентом путем качественной визуализации процесса обследования и лечения.

Изменение облика современной стоматологии под влиянием внедрения нейросетей освещается в специальном журнале, издаваемом в Лейпциге (Германия). Маркетинговые проработки свидетельствуют о прогрессивной направленности специалистов. В частности, доктор Robert A. Gaudin, главный редактор журнала «A1 Dentistry» (Университетский медицинский комплекс Шарите, Берлин), высказывает мнение, что искусственный интеллект – полезный инструмент в стоматологии при оптимальном его использовании.

Уже сегодня активно применяются цифровые программы, которые апробированы на большом количестве клинических случаев. Так, медицинская информационная система для эффективного управления бизнес-процессами стоматологических отделений любого масштаба – Dental PRO – разработана с учетом потребностей различных пользователей, включая руководителей, администраторов, координаторов, врачей и пациентов.

В свою очередь, Diagnocat – программа, которая на основе 2D- и 3D-снимков в течение 10 мин предоставляет информацию о состоянии зубочелюстной системы посредством анализа рентгенограмм с автоматическим описанием состояния каждого зуба. ИИ может идентифицировать 20 возможных показателей для 2D-изображений и более 65 – для КЛКТ. Стоматолог дополняет отчет по каждому зубу своими замечаниями. Искусственный интеллект позволяет собрать, дифференцировать и сгруппировать большой объем сведений. Таким образом, к началу консультационного приема получается пакет информации, который необходим для составления плана

лечения, появляется понятная картина для обсуждения с пациентом. Аналогично работают и другие лечебно-диагностические программы.

Сведения об интересе к развитию и применению искусственного интеллекта сообщают стоматологи, работающие совместно со специалистами в области высоких технологий. Так, британские исследователи трудятся над созданием модели ИИ, распознающей особенности структур органов полости рта и их аномалий. Авторы приводят сведения о создании прототипа, пригодного для использования в клинике. На основе собранной базы рентгенограмм они обучали специально разработанную модель ИИ читать стоматологические снимки. Yunpeng Li, Owen Addison – руководители проекта, который реализуется Университетом Суррея совместно с Королевским Колледжем Лондона – отмечают необходимость обеспечения высокой надежности таких систем.

Американские исследователи создали программу на базе ИИ, которая дает независимое заключение и способствует оптимальному выбору лечения в ортодонтии, считая, что искусственный интеллект помогает врачам улучшить диагностику, планирование лечения, а также управление клиникой. ИИ способен проанализировать большой объем научных данных и выдать объективные рекомендации. Инновационный алгоритм использует сведения из обширного массива медицинской литературы, экспертных заключений, научных статей, указывая на необходимость дополнительной информации в случае отсутствия верного решения. Доцент Коннектикутской стоматологической школы Madhur Upadhyay считает, что новый инструмент на базе ИИ поможет избежать нежелательных побочных эффектов ортодонтического лечения, будет способствовать повышению качества диагностики и возьмет на себя часть рутинной работы, выполняемой врачом.

Финские ученые из Университета Аалто в Эспоо и Финского центра искусственного интеллекта разработали систему ИИ на основе глубокого обучения и ознакомления ее с трехмерными изображениями конусно-лучевой компьютерной томографии. База данных включает более 1000 сканов, полученных с пяти томографов. Модель продемонстрировала хорошую способность обобщать полученные ранее сведения и использовать их при получении новой информации. Таким образом, ИИ может систематизировать и оптимизировать собственные внутренние параметры. Экспертиза работы системы показала, что в 96 % случаев результаты были пригодны для применения в клинических условиях. Помимо этого, одним из серьезных преимуществ является значительная экономия времени, затрачиваемого на диагностический поиск.

В свою очередь, преподаватели стоматологического факультета Университета Гонконга использовали программу обучения искусственного интел-

лекта для разработки алгоритма индивидуального моделирования коронок, который должен упростить и ускорить ортопедические процессы. В основе разработок лежат 600 наборов цифровых оттисков, полученных в клинике ранее. Изготовленные в согласно программе ИИ коронки соответствовали требованиям по всем параметрам качества. Разработчики считают, что предложенный алгоритм можно использовать для точного моделирования индивидуализированных искусственных коронок, полностью аналогичных натуральным зубам.

Исследователи из Лахора (Пакистан) создали модель машинного обучения – разновидность искусственного интеллекта – для прогнозирования степени тяжести течения пародонтита после лечения. Сведения о состоянии 1000 пациентов включали возраст и многие клинические характеристики заболевания. Авторы данной программы показали корреляционную связь эффективности терапии с отдельными факторами, однако отметили определенные сложности с использованием системы ИИ, а также необходимость доработки алгоритма использования.

Значительную роль в процессе развития и создания программ играет дефицит технических и финансовых ресурсов. Если применение искусственного интеллекта не будет экономически обосновано, то процесс его внедрения может замедлиться. Кроме того, необходимость более глубокого изучения компьютерных программ, приложений, устройств отпугивает многих стоматологов. Следует также учитывать, что обработка и анализ данных с помощью ИИ требуют сотрудничества клиницистов, исследователей, законодателей, специалистов в области компьютерных технологий. Также важное значение для создания и применения цифровых компьютерных программ играет степень подготовленности специалистов-медиков к сознательному восприятию систем искусственного интеллекта.

В частности, на базе восьми стоматологических школ в Индии был проведен опрос аспирантов и студентов об их осведомленности в области ИИ, который показал, что 62,8 % респондентов понимают принципы работы программ. Главным источником информации для студентов были социальные сети (55,4 %). Опрошенные предполагают, что ИИ можно успешно применять в таких областях, как чтение рентгенограмм, диагностика заболеваний, установление патологий мягких тканей, позиционирование имплантатов. Среди затруднений в понимании и сознательном внедрении искусственного интеллекта названы недостаточная подготовка специалистов медицинской отрасли, их низкая осведомленность в рассматриваемой сфере высоких технологий. Отсюда последовало предложение: включить в программы обучения студентов вопросы применения ИИ.

Активное внедрение систем искусственного интеллекта практически во все области жизнедеятельности человека выявило вопрос законодатель-

ного контроля в сфере создания и применения технологий компьютерных программ разработчиками и пользователями. Так, в марте 2024 г. Европейский парламент одобрил первый в мире комплексный закон по регулированию искусственного интеллекта, который распределяет основанные на ИИ системы по уровню риска – от низкого до неприемлемого. В Документе Российской Федерации «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г.» указано, что «одной из основных проблем в правовом регулировании является правовой режим результатов интеллектуальной деятельности, созданных с использованием систем искусственного интеллекта. Автором произведения, в соответствии с Гражданским кодексом, является гражданин, творческим трудом которого создано произведение». На проводимых в 2024–2025 гг. форумах «Технологии искусственного интеллекта» отмечалось, что внедрение искусственного интеллекта – главный технологический тренд последних лет. Однако с точки зрения законодательства применение ИИ пока недостаточно регулировано, что приводит к серьезным проблемам доверия к технологии, в особенности с точки зрения ее безопасности.

На проводимых в Минске международных форумах IT-Академграда одной из главных тем было обсуждение направлений развития законодательной базы в области искусственного интеллекта в Республике Беларусь. По его итогам предполагается последовательное правовое урегулирование в сфере ИИ. В частности, разработчики программы 1С (стоматология: автоматизация бизнес-процессов в клинике) в своем докладе уделили серьезное внимание защите информационных и персональных данных.

В рамках освещаемой темы «Развитие и применение системы искусственного интеллекта» нами были предприняты первые шаги к построению алгоритма лечения постоянных зубов на основании анализа 550 клинических случаев пломбирования кариозных дефектов твердых тканей. В соответствии с поставленной задачей разработана компьютерная программа «Эстетическая стоматология. Выбор метода лечения постоянных зубов», которая представляет собой электронный справочник, разделенный на главы, последние имеют древовидную структуру, являясь сложным алгоритмом. Она включает детальное воспроизведение этапов эстетической реставрации при различных клинических ситуациях с визуализацией и описанием методики и этапов работы в виде фотоиллюстраций. На основе оптимальных способов пломбирования обеспечивается качественное определение средств и методов восстановления постоянных зубов с дефектами твердых тканей. Для создания программы использовалось оборудование со следующими основными параметрами: марка ЭВМ – сервер не ниже Pentium 111 500, ОЗУ – 256 Мб, HDD – не менее 6 Гб, рабочие станции – не ниже Pentium 160,

операционная память – 128 Мб, операционная система – Windows 98/2000, язык программирования – Borland Delphi 6, СУБД – Sybase5.5.

Защита авторских прав осуществлялась в соответствии с законодательством Республики Беларусь: компьютерная программа «Эстетическая стоматология: выбор метода лечения постоянных зубов» зарегистрирована в отраслевом фонде алгоритмов и программ Министерства здравоохранения (№ 000227).

Благодаря визуализации и подробному описанию каждого шага клинического реставрирования зубов правильный выбор метода лечения позволяет сократить длительность вмешательства и повысить качество лечения при различных диагнозах и клинических ситуациях. Применение программы «Эстетическая стоматология. Выбор метода лечения постоянных зубов» в учебном процессе расширяет возможности, а также способствует оптимизации профессиональной подготовки и совершенствования практических навыков врачей-стоматологов.

Заключение. Многие представители медицинских специальностей с оптимизмом смотрят на возможности применения компьютерных программ на основе искусственного интеллекта, в том числе в стоматологии. Современные так называемые большие языковые модели способствуют развитию активного цифрового анализа. Они используют обширный объем знаний, накопленный за многие десятилетия. Одной из серьезных задач развития и внедрения искусственного интеллекта является совершенствование законодательной базы защиты авторских прав и безопасного использования ИИ. Несомненно, сложные технологии требуют серьезной работы компетентной команды и специального обучения медицинских работников – потребителей программ. Предназначение ИИ, по мнению исследователей, – служить врачу, а не соперничать с ним. Искусственный интеллект, обладая потенциалом повышения скорости и точности диагностики, не ставит задачу вытеснить или заменить врача и его помощников, а способствует повышению качества лечения и сокращению времени выполнения манипуляций.

Список источников:

1. *Наумович, С. А., Наумович, С. С. Системы поддержки принятия врачебных решений / С. А. Наумович, С. С. Наумович // Современная стоматология. – 2023. – № 2. – С. 2–7.*
2. *Ойсиева, К. Ш., Розов, Р. А. Искусственный интеллект в стоматологии как веление времени / К. Ш. Ойсиева, Р. А. Розов // Стоматология. – 2025 – 104(1) – С. 87–92.*
3. *Hao Ding / Morphology and mechanical performance of dental crown designed by 3D-DCGAN/ Dental Materials 2023. Цум. Dental tribune Russia 2023 5 P 10-11*

4. Miller, R. A., Masarie, F. E. Jr. *The demise of the «Greek Oracle» model for medical diagnostic systems / R. A. Miller, F. E. Jr. Masarie // Methods Inf Med. – 1990. – Vol. 29. – P. 1–2.*

5. Vesa Varjonen, Jaakko Sahlsten // *Comparison of deep learning segmentation and multigrader-annotated mandibular canals of multicenter CBCT scans. – Scientific Reports. – 3 ноября 2022 г.*

6. Абельская, И. С., Хоружик, С. А., Александрович, А. С. *Рейтинг медицинских информационных систем в лучевой диагностике / И. С. Абельская // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2025 – №1 – С. 75–80.*

7. Луцкая, И. К., Новак, Н. В. *Компьютерная программа «Эстетическая стоматология. Выбор метода лечения постоянных зубов» / И. К. Луцкая, Н. В. Новак // Наука и инновации. – 2014. – № 2. – С. 70–72.*

Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь

Государственное учреждение
«Национальный центр интеллектуальной собственности»

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ
В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ:
ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Материалы
V Международной научно-практической конференции
(Минск, 7 октября 2025 г.)

В трех частях
Часть 2

Минск
СтройМедиаПроект
2025