

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ - КАК ИНСТРУМЕНТ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОРТОДОНТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Нигматов Р.Н.¹, Ханова Д.Н.²

¹ д.м.н., профессор, кафедры Ортодонтии и зубного протезирования Ташкентского государственного медицинского университета. <https://orcid.org/0009-0004-2326-1876>

² PhD докторант и ассистент кафедры Ортодонтии и зубного протезирования Ташкентского государственного медицинского университета. <https://orcid.org/0009-0006-7324-0852>

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены современные возможности применения искусственного интеллекта (ИИ) в ортодонтии как инструмента стандартизации диагностического процесса. Показано, что внедрение ИИ-алгоритмов позволяет снизить субъективность интерпретации диагностических данных, повысить воспроизводимость цефалометрических измерений и обеспечить единый диагностический подход при обследовании пациентов с зубочелюстными аномалиями. Особое внимание уделено применению ИИ при анализе телерентгенограмм и диагностике вертикальных нарушений прикуса, включая глубокий прикус. Сделан вывод о высокой клинической и методической значимости ИИ для повышения качества ортодонтической помощи.

Ключевые слова: искусственный интеллект, ортодонтия, стандартизация диагностики, цефалометрия, глубокий прикус.

Для цитирования:

Нигматов Р.Н., Ханова Д.Н. Искусственный интеллект - как инструмент стандартизации ортодонтической диагностики. *Интегративная стоматология и челюстно-лицевая хирургия*. 2026;5(2):262–266. <https://doi.org/10.57231/j.idmfs.2026.5.2.038>

AI AS A TOOL FOR STANDARDIZING ORTHODONTIC DIAGNOSTICS

Nigmatov R.N.¹, Khanova D.N.²

¹ DSc, professor of the Department of Orthodontics and dental prosthetics, Tashkent State Medical University. <https://orcid.org/0009-0004-2326-1876>

² basic doctoral student and assistant of the Department of Orthodontics and dental prosthetics, Tashkent State Medical University. <https://orcid.org/0009-0006-7324-0852>

ABSTRACT

This article examines the current potential of artificial intelligence (AI) in orthodontics as a tool for standardizing the diagnostic process. It is demonstrated that the implementation of AI algorithms reduces the subjectivity of diagnostic data interpretation, improves the reproducibility of cephalometric measurements, and ensures a unified diagnostic approach when examining patients with dentofacial anomalies. Particular attention is paid to the use of AI in teleradiography analysis and the diagnosis of vertical malocclusions, including deep bite. It is concluded that AI has high clinical and methodological significance for improving the quality of orthodontic care.

Keywords: artificial intelligence, orthodontics, diagnostic standardization, cephalometry, deep bite.

For citation:

Nigmatov R.N., Khanova D.N. AI as a tool for standardizing orthodontic diagnostics. *Integrative dentistry and maxillofacial surgery*. 2026;5(2):262–266. <https://doi.org/10.57231/j.idmfs.2026.5.2.038>

АКТУАЛЬНОСТЬ

В условиях стремительного развития цифровой медицины внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в ортодонтию становится объективной необходимостью. Ортодонтическая диагностика традиционно основывается на клиническом опыте врача, анализе телерентгенограмм, фотопротокола, гипсовых или цифровых моделей челюстей. Однако интерпретация данных во многом зависит от субъективных факторов, что приводит к вариативности диагностических заключений и тактических решений даже среди специалистов одинаковой квалификации.[2,7,14]

Рост распространённости зубочелюстных аномалий у детей и подростков, увеличение объёма диагностической информации (ТРГ, КЛКТ, 3D-сканирование, цифровые модели) и необходимость комплексной оценки функциональных параметров требуют инструментов, способных обеспечить стандартизированный, воспроизводимый и объективный анализ. Искусственный интеллект позволяет автоматизировать цефалометрические измерения, сегментацию зубов, анализ окклюзии и биомеханическое моделирование, минимизируя человеческий фактор и снижая вероятность диагностических ошибок.[4,7]

Использование ИИ как инструмента стандартизации особенно актуально в условиях цифровой трансформации здравоохранения, телемедицины и междисциплинарного взаимодействия.[8,1] Алгоритмы машинного обучения обеспечивают унификацию диагностических протоколов, ускоряют обработку данных, повышают точность планирования лечения и создают основу для формирования единых клинических стандартов.

Таким образом, исследование возможностей искусственного интеллекта как инструмента стандартизации ортодонтической диагностики является своевременным и научно значимым направлением, способствующим повышению качества медицинской помощи, снижению врачебной вариативности и оптимизации лечебных результатов у пациентов с зубочелюстными аномалиями.[7,9,11]

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Оценить возможности искусственного интеллекта в стандартизации ортодонтической

диагностики и снижении субъективности интерпретации диагностических данных при обследовании пациентов с зубочелюстными аномалиями, включая глубокий прикус.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.

В исследование были включены пациенты с предварительным диагнозом - глубоким прикусом в возрасте от 6 до 35 лет, обратившиеся за ортодонтической консультацией в поликлинику клиники Ташкентского государственного медицинского университета в период с 2024-2025 гг. Всего обследовано и отобрано на ортодонтическое лечение 65 пациентов с глубоким прикусом (основная группа). Группа сравнения (контрольную группу) составили также 22 пациентов с физиологической окклюзией и отсутствием аномалий и деформации ЗЧС, сопоставимых по возрасту и полу. Из всего 65 обследованных было 21 (77,5%) женского пола и 34 (22,5%) мужского пола.

Для каждого пациента использовались следующие диагностические материалы:

- телерентгенограммы головы в боковой проекции;
- внутриротовые и внеполостные фотографии;
- данные клинического осмотра и медицинской документации.

Методы исследования

Диагностика проводилась с применением традиционного ортодонтического анализа и с использованием искусственного интеллекта.

Традиционный метод диагностики

Цефалометрический анализ телерентгенограмм выполнялся вручную врачами-ортодонтами с различным уровнем клинического опыта с использованием общепринятых методик. Определялись основные линейные и угловые показатели, характеризующие вертикальные и сагиттальные соотношения челюстей.

ИИ-диагностика

Автоматизированный анализ телерентгенограмм проводился с использованием программных ИИ-платформ (Diagnocat, WebCeph). Алгоритмы искусственного интеллекта осуществляли автоматическое распознавание анатомических ориентиров и расчёт цефалометрических показателей по стандартизированному протоколу.

Оценка врачебной вариабельности и стандартизации

Сравнивались результаты измерений, полученные:

- разными врачами при ручной разметке;
- при автоматизированном ИИ-анализе.

Оценивались расхождения в значениях основных диагностических параметров и воспроизводимость результатов при повторном анализе.

Методы статистической обработки

Статистическая обработка данных проводилась с использованием методов вариационной статистики. Рассчитывались средние значения (M), стандартные отклонения (SD). Для оценки достоверности различий применялся t-критерий Стьюдента, различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$ [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В ходе исследования проведён сравнительный анализ результатов ортодонтической диагностики, выполненной традиционным (ручным) методом и с применением искусственного интеллекта. Основное внимание уделялось оценке воспроизводимости измерений и степени стандартизации диагностических показателей.

Результаты цефалометрических измерений
Анализ данных показал, что при ручной

разметке телерентгенограмм наблюдались статистически значимые расхождения в значениях основных цефалометрических показателей, особенно при оценке вертикальных параметров [4,5]. Наибольшая вариабельность отмечалась при измерении глубины резцового перекрытия (overbite), углов SN–MP и FMA.

При использовании ИИ-анализа полученные показатели отличались высокой стабильностью. Повторный анализ одних и тех же телерентгенограмм с помощью ИИ-алгоритмов демонстрировал идентичные значения измерений, что свидетельствует о высокой воспроизводимости метода.

Сравнительная оценка врачебной вариабельности

При сопоставлении результатов ручного анализа, выполненного разными врачами-ортодонтами, выявлены расхождения в интерпретации диагностических данных.[3,12,7] В то же время результаты, полученные с применением ИИ-платформ (Diagnocat, WebCeph), характеризовались минимальными отклонениями и отсутствием межоператорской вариабельности (таб.1).

Таким образом, ИИ позволил существенно снизить влияние субъективного фактора и различий в клиническом опыте специалистов на результаты диагностики.

Таблица 1

Сравнительные результаты цефалометрических измерений (M ± SD)

Показатель	Ручной анализ	ИИ-анализ	p
Overbite, мм	5,1 ± 1,2	4,8 ± 0,6	>0,05
SN–MP, °	28,4 ± 2,9	27,9 ± 1,4	>0,05
FMA, °	30,1 ± 3,1	29,6 ± 1,6	>0,05
ANB, °	3,4 ± 1,1	3,2 ± 0,8	>0,05

Результаты оценки стандартизации диагностики

Использование ИИ обеспечило единый диагностический подход при обследовании пациентов независимо от исполнителя анализа. Количество расхождений в диагностических заключениях при применении ИИ было значительно ниже по сравнению с традиционным методом. Особенно выраженный эффект стандартизации отмечен у пациентов с глубоким прикусом, где ИИ позволял чётко дифференцировать степень выраженности вертикальной аномалии и унифицировать

классификацию клинических форм. (таб.2)

Временные показатели диагностики

Дополнительно установлено, что автоматизированный ИИ-анализ позволял сократить время диагностики в среднем в 2–3 раза по сравнению с ручным цефалометрическим анализом, что имеет существенное практическое значение в условиях клинического приёма [8,10].

ВЫВОД.

Полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что применение искус-

Таблица 2

Сравнение времени выполнения диагностического анализа

Метод диагностики	Среднее время анализа, мин
Ручной анализ	15-20
ИИ-анализ	5-7

ственного интеллекта в ортодонтической диагностике является клинически обоснованным и перспективным направлением цифровой медицины.

Использование ИИ-алгоритмов:

- существенно снижает межоператорскую (врачебную) вариабельность при интерпретации телерентгенограмм и других диагностических материалов;
- повышает воспроизводимость цефалометрических измерений при повторном анализе;
- обеспечивает стандартизацию диагностических критериев независимо от опыта специалиста;
- минимизирует влияние субъективного фактора при определении степени выраженности аномалий прикуса;
- сокращает время проведения диагностического анализа в 2–3 раза, что повышает эффективность клинического приёма;
- способствует унификации классификации вертикальных нарушений окклюзии, включая различные формы глубокого прикуса;
- повышает точность определения анатомических ориентиров и угловых/линейных параметров;
- создаёт основу для объективного мониторинга динамики лечения;
- улучшает качество планирования ортодонтического лечения за счёт более точных исходных данных;
- способствует внедрению единых цифровых протоколов диагностики в клиническую практику.

Кроме того, интеграция ИИ в ортодонтическую диагностику формирует предпосылки для развития персонализированного подхода к лечению пациентов, расширяет возможности телемедицинских консультаций и повышает общий уровень доказательности принимаемых клинических решений.

Таким образом, искусственный интеллект следует рассматривать не только как вспо-

могательный инструмент анализа, но и как стратегический фактор стандартизации ортодонтической диагностики, направленный на повышение качества, объективности и эффективности оказания ортодонтической помощи, особенно при диагностике глубокого прикуса.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

ДОСТУПНОСТЬ ДАННЫХ И МАТЕРИАЛОВ

Все данные, полученные или проанализированные в ходе этого исследования, включены в настоящую опубликованную статью.

ВКЛАД ОТДЕЛЬНЫХ АВТОРОВ

Все авторы внесли свой вклад в подготовку исследования и толкование его результатов, а также в подготовку последующих редакций. Все авторы прочитали и одобрили итоговый вариант рукописи.

ЭТИЧЕСКОЕ ОДОБРЕНИЕ И СОГЛАСИЕ НА УЧАСТИЕ

Были соблюдены все применимые международные, национальные и/или институциональные руководящие этические принципы.

СОГЛАСИЕ НА ПУБЛИКАЦИЮ

Не применимо.

ПРИМЕЧАНИЕ ИЗДАТЕЛЯ

Журнал "Интегративная стоматология и челюстно-лицевая хирургия" сохраняет нейтралитет в отношении юрисдикционных претензий по опубликованным картам и указаниям институциональной принадлежности.

ETHICAL STATEMENT AND CONSENT TO PARTICIPATION

The study was conducted in accordance with the local ethical committee.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCES OF FUNDING

The authors state that there is no external funding for the study.

AVAILABILITY OF DATA AND MATERIALS

All data generated or analysed during this study are included in this published article.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

All authors contributed to the design and interpretation of the study and to further drafts. All authors read and approved the final manuscript.

ETHICS APPROVAL AND CONSENT TO PARTICIPATE

All applicable international, national and/or institutional ethical guidelines have been followed.

CONSENT FOR PUBLICATION

Not applicable.

PUBLISHER'S NOTE

Journal of *"Integrative dentistry and maxillofacial surgery"* remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Alexander B., John S.- Artificial Intelligence in Dentistry: Current Concepts and a Peep Into the Future (Int J Adv Res. 2018;30:1105–1108). [Google Scholar]
- Tandon D., Rajawat J- Present and future of artificial intelligence in dentistry (PMC free article) [Бесплатная статья о PMC] [PubMed] [Google Scholar]
- Aminoshariae A., Kulild J., Nagendrababu V. -Artificial intelligence in endodontics: Current applications and future directions (PubMed). 2021;47:1352 –1357. [PubMed] [Академия Google]
- Deshmukh S.- Artificial intelligence in dentistry — обзорная статья Deshmukh S. (аннотация). 2018;10:47. [Google Scholar]
- Paridhi Agrawal, Pradnya Nikhade, Alexander Muacevic, John R Adler-Application and performance of artificial intelligence in oral cancer diagnosis and prognosis (Diagnostics, PMC). Диагностика (Базель) 2021;11 [Бесплатная статья PMC] [PubMed] [Google Scholar]
- Vorik-Эффективность приложений ИИ для эндодонтической диагностики — Опубликовано в Contemporary Dental PracticeContemp Dent Pract . 2020;30:926 –934. [PubMed] [Академия Google]
- Использование искусственного интеллекта в стоматологии: современные клинические тенденции и достижения исследований. Нгуен Т.Т., Ларриве Н., Ли А., Биланюк О., Дюран Р. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34343070/> Джей Кан Дент доц. 2021;87:0. [PubMed] [Академия Google]
- Искусственный интеллект в стоматологии. Мегил М.М., Раджпурохит П., Авад М.Е., Макки Дж., Шахуми Л.А., Гали М. Дент, ред. 2022; 2:100009. [Google Scholar]
- Искусственный интеллект в стоматологии: концепции, приложения и задачи исследования. Бабу А., Эндрю Онисиму Дж., Мартин Сагаям К. 3:1074. [Google Scholar]
- Броди МЛ. Международное издательство Спрингер; 2019. Что такое наука о данных? [Google Scholar]
- Большие данные и аналитика больших данных: понятия, виды и технологии. Риахи Ю, Риахи С. Int J Res Eng. 2018;5:524–528. [Google Scholar]
- Schwendicke F., Samek W., Krois J.- Artificial intelligence in dentistry: opportunities and challenges (PubMed).. Дж. Дент Рез. 2020;99:769–774. [Бесплатная статья о PMC] [PubMed] [Google Scholar]
- Применение искусственного интеллекта в стоматологии. Шан Т., Тай Ф.Р., Гу Л.Дж. Дент Рез. 2021;100:232–244. [PubMed] [Академия Google]
- Искусственный интеллект в стоматологии – повествовательный обзор. Оссовска А., Кусяк А., Светлик Д. Int J Environ Res Public Health. 2022;19 [Бесплатная статья PMC] [PubMed] [Google Scholar]