

TIBBIYOT



TA'LIMI & INNOVATSIYALARI



U.S. National Library of Medicine
National Institutes of Health

Advancing Health
Through Knowledge



- 14.00.00 - Tibbiyot fanlari;
- 14.00.01 - Akusherlik va ginekologiya;
- 14.00.02 - Morfologiya;
- 14.00.03 - Endokrinologiya;
- 14.00.04 - Otorinolaringologiya;
- 14.00.05 - Ichki kasalliklar;
- 14.00.06 - Kardiologiya;
- 14.00.07 - Gigiena;
- 14.00.08 - Oftal'mologiya;
- 14.00.09 - Pediatriya;
- 14.00.10 - Yuqumli kasalliklar;
- 14.00.11 - Dermatologiya va venerologiya;
- 14.00.12 - Tibbiy rehabilitologiya;
- 14.00.13 - Nevrologiya;
- 14.00.14 - Onkologiya;
- 14.00.15 - Patologik anatomiya;
- 14.00.16 - Normal va patologik fiziologiya;
- 14.00.17 - Farmakologiya va klinik farmakologiya;
- 14.00.18 - Psixiatriya va narkologiya;
- 14.00.19 - Klinik radiologiya;
- 14.00.20 - Tibbiy genetika;
- 14.00.21 - Stomatologiya;
- 14.00.22 - Travmatologiya va ortopediya;
- 14.00.23 - Hamshiralik ishini tashkil etish;
- 14.00.24 - Sud tibbiyoti;
- 14.00.27 - Xirurgiya;
- 14.00.28 - Neyroxirurgiya;
- 14.00.41 - Xalq tabobati;
- 14.00.35 - Bolalar xirurgiyasi;
- 14.00.34 - Yurak-qon tomir xirurgiyasi

№10-SON



2026-yil, oktabr

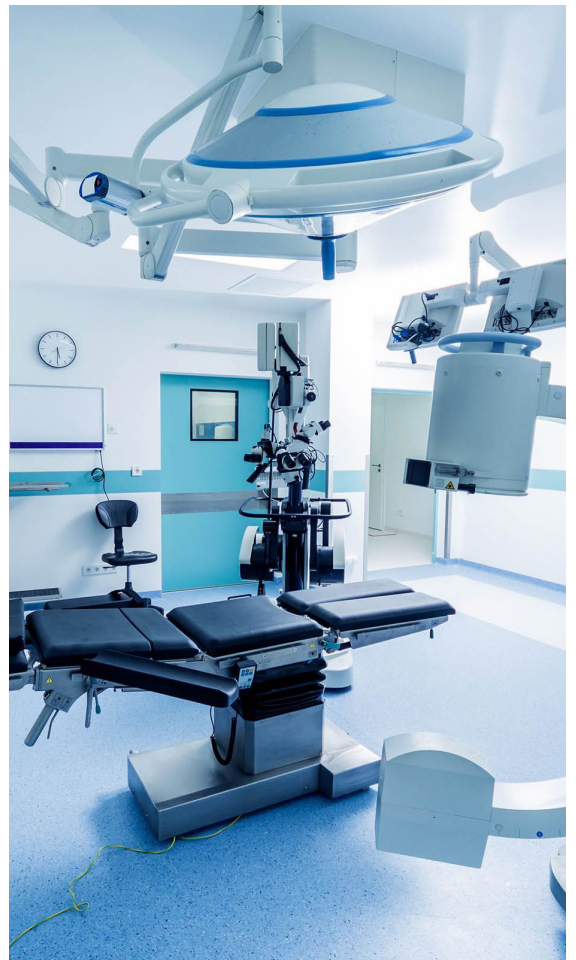
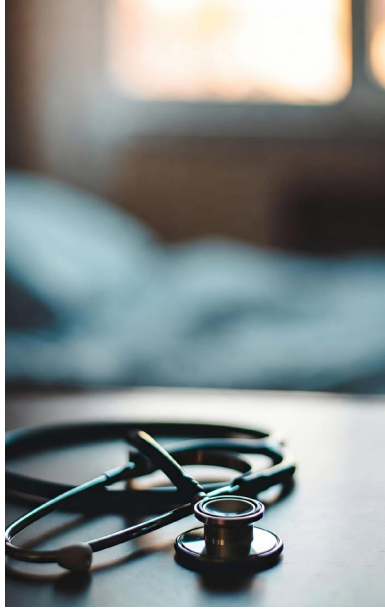


tibbiyot-talimi-va-innovatsiyalari.uz



https://t.me/tibbbiyot_2100

Litsenziya raqami: №745444



Tahrir hay'ati a'zolari:



BOSH MUHARRIR:

Shuhrat Baymuradov Abdusalilovich
tibbiyot fanlari doktori (DSc), professor



BOSH MUHARRIR O'RINBOSARI:

Iminov Komiljon Odiljonovich
tibbiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori

“Tibbiyot ta'limi va innovatsiyalari” ilmiy elektron jurnali 29.04.2025-yildan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan C-5669801 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan. Litsenziya raqami: №745444.

Tahrir hay'ati a'zolari:



Sharipov Kongratbay Avezimbetovich
Texnika fanlari doktori (DSc), professor



Ishanqulov Artiqboy Eshboyevich
Biologiya fanlari doktori (DSc), professor



Otamuradov Furqat Abdukarimovich
tibbiyot fanlari doktori (DSc), dotsent.



Shuxrat Jumayevich Teshayev
tibbiyot fanlari doktori (DSc), professor



Oral Aminovna Ataniyazova
tibbiyot fanlari doktori (DSc), professor



Jalolova Feruza Maxamatjanovna
Tibbiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (DSc), dotsent



Uraqov Shokir Ulashovich
tibbiyot fanlari doktori doktori (DSc)

Aripkhodjaeva Shakhzoda
resident doctor in national medical center

"TIBBIYOT TA'LIMI VA
INNOVATSIYALARI"
ilmiy elektron jurnali O'zbekiston
Respublikasi Axborot va ommaviy
kommunikatsiyalar agentligi
(AOKA) tomonidan 2024-yil
9-oktabrdan boshlab
c-5669651 raqami ostida rasmiy
ro'yxatdan o'tkazilgan.

Murojaat uchun telefon:
+998 97 748 70 03
Email: @munis_sm



MUNDARIJA

KARDIORENAL SAMARADORLIK NUQTAI NAZARIDAN FINERENON VA EPLERENONNING CHAP QORINCHA OTISH FRAKSIYASI SAQLANGAN YURAK YETISHMOVCHILIGI BEMORLARIDAGI QIYOSIY BAHOLANISHI.....	21
Qodirova Guljahon Ramazonovna, Tursunova Laylo Dilshatovna	
GIPERSPEKTRAL TASVIRLARNI TASNIFLASHDA FAZOVIIY SIZIB CHIQISH NIMANI O'LCHAYDI? YAQINLIK, KO'RILMAGAN SINFLAR VA SINFLAR TARKIBIGA AJRATISH.....	27
Tuxtamurodov Nozir Ulmas o'g'li	
DIABETIK PANJA SINDROMINING JARROHLIK ASORATLARINI DAVOLASHDA YANGI YONDASHUVLAR.....	34
Akmaljon Olimov	
FARG'ONA VODIYSI SHAROITIDA GERIATRIK YOSHDAGI BEMORLARDA O'PKA VA EKSTRAPULMONAL SILNING KLINIK-EPIDEMIOLOGIK XUSUSIYATLARI (2020–2025).....	40
Maxsumova Dinora Kamolovna, Zuhridin Salohiddinovich Salohiddinov	
ANTIBIOTIKLARGA CHIDAMLI BAKTERIYALAR: ZAMONAVIY TIBBIYOT MUAMMOSI.....	46
Abdisamatova Sarviniso Adisamatovna	
EFFECTIVENESS OF TREATMENTS FOR CORONARY ARTERY DISEASE.....	50
Alfiya S. Shamsiddinova, Xursandbek A. Ergashaliyev, O'g'iloy M. Umaraliyeva, Ibrokhimjon M. Xursanov	
KARDIORENAL SINDROMDA GENETIK VA EPIGENETIK DETERMINANTLAR HAMDA OQSIL BIOMARKERLAR PANELI: INTEGRATSION DIAGNOSTIK YONDASHUV.....	55
Korakulova Zilola Tilovmurodovna, Tursunkulov Ortikali, Ahmedova Umida Maxmudovna	
ANDIJON VILOYATI AYOLLAR POPULYATSIYADA QALQONSIMON BEZ PATOLOGİYALARI FONIDA SUT BEZI SARATON VA SARATON OLDI HOLATLARINI UCHRASH CHASTOTASI.....	65
Mahmudjonova Sayyoraxon Shavkatbek qizi	
SURUNKALI TROMBOEMBOLIK O'PKA GIPERTENZIYASI: PATOGENEZDAN DAVOLASH STRATEGIYASINI TANLASHGACHA.....	70
Sunnatova Gulbahor Ismatovna, Tashinova Laylo Xolmurodovna, Ergasheva Nigora Utkurovna, Xolmirzayev Baxtiyor Turgunovich	
TISH OLINGANDAN KEYIN PRP QO'LLASHNING KLINIK SAMARADORLIGINI BAHOLASH.....	77
Muqimov Odiljon Axmadjonovich, Urinova Gulnoza Shuxrat qizi	
TISH PROTEZLARI, JAG' MODELLARI VA JARROHLIK SHABLONLARINI YARATISHDA 3D-BOSMADAN FOYDALANISH.....	84
Abduganiyeva Shaxista Xodjiyevna, Axmedov Lutfullo	
SPORTCHILARDA KORONAR ARTERIYA KASALLIGINI YENGIL SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA ERTA ANIQLASH.....	89
Muksimova Shahnoza Shamuhitovna, Umirzakova Sabina Totlibayevna, Isxakova Nargiza Patxillayevna	
ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОТОКОВОЙ ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО ГЕНЕРАЛИЗОВАННОГО ПАРОДОНТИТА У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА.....	103
Меджидов Меджид Нисрединович, Кафаров Ризван Тельманович, Тешабоев Мухаммадхё Гуломкодирович, Рахматуллаев Азизбек Ахмадулло угли	
ОТДАЛЁННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ НЕКРОТИЧЕСКОГО ЭНТЕРОКОЛИТА НОВОРОЖДЁННЫХ ПРИ ПРИКРЫТОЙ ПЕРФОРАЦИИ УЧАСТКА ПОПЕРЕЧНОЙ ОБОДОЧНОЙ КИШКИ.....	122
Хамраев Абдурашид Журакулович, Акмалова Юлдуз Илхомовна, Каримов Итиёр Музаффарович	



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И УСЛОВИЯ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ	132
Шухратова Мафтуна Мухаммад-Али кизи	

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И УСЛОВИЯ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Шухратова Мафтуна Мухаммад-Али кизи

доктор философии (PhD) по стоматологии,

Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Цель обзора - определить, какие применения искусственного интеллекта в челюстно-лицевой хирургии уже имеют практическое обоснование, а какие остаются экспериментальными. Выполнен нарративный поиск публикаций в PubMed и на сайтах научных издательств за 2020-2026 годы; более ранние работы привлекались для описания развития виртуального хирургического планирования и методов машинного обучения. Анализ сосредоточен на автоматической сегментации КТ и КЛКТ, цефалометрии, планировании ортогнатических операций, прогнозировании мягкотканного профиля, реконструктивной хирургии и поддержке клинических решений. Наиболее подготовлены к практическому использованию алгоритмы, которые сокращают объем рутинной разметки и работают внутри контролируемого цифрового процесса. Для прогностических и рекомендательных систем доказательность пока ограничена ретроспективными одноцентровыми выборками, различиями в контрольных стандартах и редкой внешней валидацией. Показатели разных исследований нельзя объединять в единый диапазон «точности», поскольку они описывают неодинаковые задачи и метрики. Безопасное внедрение требует локальной проверки, контроля хирурга, регистрации ошибок и защиты данных. Искусственный интеллект следует рассматривать не как автономного оператора, а как проверяемый инструмент поддержки специалиста.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, челюстно-лицевая хирургия, ортогнатическая хирургия, КЛКТ, сегментация, виртуальное хирургическое планирование.

Annotatsiya: Ushbu narrativ sharhning maqsadi jag'-yuz jarrohligida sun'iy intellektning qaysi yo'nalishlari amaliy qo'llash uchun asosga ega ekanini va qaysilari tajriba bosqichida qolayotganini aniqlashdan iborat. PubMed bazasi hamda ilmiy nashriyotlar saytlarida 2020-2026 yillarda chop etilgan ishlar izlandi; virtual jarrohlik rejalashtirish va mashinaviy o'qitish rivojini tushuntirish uchun ayrim oldingi manbalar ham kiritildi. KT va KLTKT tasvirlarini avtomatik segmentatsiya qilish, sefalometriya, ortognatik operatsiyalarni rejalashtirish, yumshoq to'qimalar natijasini prognozlash, rekonstruksiya va klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlari tahlil qilindi. Nazorat qilinadigan raqamli jarayonda muntazam belgilash ishlarini kamaytiruvchi algoritmlar klinik amaliyotga eng yaqin yo'nalish hisoblanadi. Prognoz va tavsiya beruvchi tizimlar bo'yicha dalillar ko'pincha retrospektiv bir markazli ma'lumotlar, turli etalonlar va tashqi validatsiyaning kamligi bilan cheklanadi. Turli vazifalarga tegishli natijalarni yagona "aniqlik" oralig'iga birlashtirish metodologik jihatdan to'g'ri emas. Xavfsiz joriy etish mahalliy tekshiruv, jarroh nazorati, xatolarni qayd etish va ma'lumotlarni himoya qilishni talab qiladi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, mashinaviy o'qitish, jag'-yuz jarrohligi, ortognatik jarrohlik, KLTKT, segmentatsiya, virtual jarrohlik rejalashtirish.

Abstract: This narrative review identifies which applications of artificial intelligence in oral and maxillofacial surgery are supported for practical use and which remain experimental. PubMed and publisher websites were searched for publications from 2020 to 2026; earlier papers were considered when they provided methodological context for virtual surgical planning or machine learning. The review covers automated CT and CBCT segmentation, cephalometric analysis, orthognathic surgical planning, soft-tissue outcome prediction, reconstruction, and clinical decision support. Algorithms that reduce routine annotation within a supervised digital workflow appear closest to clinical implementation. Evidence for predictive and recommendation systems remains constrained by retrospective single-centre datasets, inconsistent reference standards, and limited external validation. Reported results should not be collapsed into a single "accuracy" range because studies address different tasks and use different metrics. Safe adoption requires local validation, surgeon oversight, error monitoring, and appropriate data governance. AI is best regarded as an auditable decision-support tool rather than an autonomous clinical operator.

Key words: artificial intelligence, machine learning, oral and maxillofacial surgery, orthognathic surgery, cone-beam computed tomography, segmentation, virtual surgical planning.



ВВЕДЕНИЕ

Цифровое планирование стало обычной частью сложных вмешательств на лицевом скелете: данные томографии совмещают с внутривитальными сканами, на трёхмерной модели выполняют остеотомии, оценивают перемещение фрагментов и проектируют направлятели. Искусственный интеллект добавляет к этому процессу автоматическое распознавание структур и поиск закономерностей в данных. Однако термин «ИИ» объединяет разные по назначению технологии - от сегментации изображения до прогноза результата лечения. Их клиническая готовность также различается [1, 2].

В публикациях об ИИ нередко рядом оказываются чувствительность диагностического теста, коэффициент Dice для сегментации, ошибка локализации точки в миллиметрах и субъективная оценка изображения. Эти величины нельзя свести к одной «точности». Кроме того, высокая метрика на внутренней тестовой выборке не гарантирует устойчивой работы при другом томографе, протоколе сканирования или составе пациентов. Поэтому для хирурга важен не только максимальный показатель модели, но и происхождение данных, независимость тестирования, частота клинически значимых ошибок и возможность исправить результат до принятия решения [3, 4]. Цель обзора - обобщить современные направления применения ИИ в челюстно-лицевой хирургии и сформулировать условия, при которых алгоритм может безопасно использоваться в клиническом цифровом процессе.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) приобретает всё большее значение в челюстно-лицевой хирургии благодаря развитию методов медицинской визуализации, машинного обучения и цифрового хирургического планирования. Современные алгоритмы позволяют автоматизировать обработку компьютерных томограмм, распознавать анатомические структуры, определять цефалометрические ориентиры и создавать трёхмерные модели челюстно-лицевой области. Применение этих технологий направлено на повышение точности предоперационной подготовки, сокращение времени выполнения рутинных операций и улучшение качества планирования хирургических вмешательств. Miragall и соавт. (2023) в обзорной работе «Face the future-artificial intelligence in oral and maxillofacial surgery» рассмотрели основные направления применения ИИ в челюстно-лицевой хирургии, включая анализ медицинских изображений, диагностику и планирование лечения. Авторы обозначили перспективы внедрения интеллектуальных алгоритмов, а также существующие ограничения, связанные с качеством исходных данных, необходимостью клинической проверки и обеспечением безопасности применения технологий. Данный обзор позволяет систематизировать основные области использования ИИ, однако не подтверждает универсальную эффективность отдельных алгоритмов во всех клинических ситуациях [1]. Czako и соавт. (2024) исследовали практические возможности применения искусственного интеллекта, глубокого и машинного обучения в челюстно-лицевой хирургии. В работе рассматриваются технологии автоматизированного анализа изображений и поддержки клинических решений. Особое внимание уделяется различиям между задачами, решаемыми алгоритмами, и неодинаковой степени их готовности к практическому использованию. Авторы подчёркивают перспективность интеллектуальных систем, но результаты отдельных исследований требуют осторожной интерпретации с учётом методологических различий и ограничений валидации [2].

Важным направлением развития цифровой хирургии является автоматическая сегментация анатомических структур по данным компьютерной томографии (КТ) и конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). Применение свёрточных нейронных сетей и архитектур семейства U-Net позволяет выделять костные структуры, зубы и другие анатомические образования, формируя трёхмерные модели для дальнейшего планирования операций. Вместе с тем точность сегментации зависит от качества изображений, особенностей анатомии, наличия металлических артефактов и характеристик обучающей выборки. Поэтому результаты автоматической обработки должны проверяться специалистом перед использованием в клинической практике [1, 2]. Отдельное место в литературе занимает виртуальное хирургическое планирование при ортогнатических операциях. Stokbro и соавт. (2014) рассмотрели применение виртуального планирования в ортогнатической хирургии, продемонстрировав значение трёхмерного моделирования для оценки перемещения костных фрагментов и подготовки хирургического вмешательства [5]. Xia и соавт. (2005) также внесли значительный вклад в развитие компьютерного моделирования операций на челюстно-лицевой области, описав методы трёхмерной хирургической симуляции [8]. Эти работы отражают развитие цифровых технологий, предшествовавшее широкому распространению современных методов ИИ. Следовательно, виртуальное планирование не следует отождествлять с искусственным интеллектом: ИИ может автоматизировать отдельные этапы цифрового процесса, но не является обязательной составляющей каждого из них. Современные исследования

также посвящены применению индивидуальных хирургических направителей и цифровых моделей при ортогнатических операциях. Lee и соавт. (2024) представили систематический обзор и метаанализ виртуального хирургического планирования с использованием индивидуальных направителей. Подобные исследования позволяют оценивать возможности цифровых технологий в повышении воспроизводимости хирургических манипуляций. Однако результаты комплексного цифрового процесса не могут автоматически рассматриваться как доказательство эффективности именно ИИ, если самостоятельный вклад интеллектуального алгоритма не был отдельно оценён [7].

Перспективным направлением является прогнозирование изменений мягких тканей лица после реконструктивных вмешательств. Du и соавт. (2024) исследовали прогнозирование послеоперационного внешнего вида лица при реконструкции дефектов нижней челюсти на основе деформации поверхностной сетки [9]. Huang и соавт. (2025) предложили подход к прогнозированию послеоперационного внешнего вида лица с использованием графовых нейронных сетей, учитывающих перемещения костных структур челюстно-лицевой области [10]. Эти исследования демонстрируют возможности математического моделирования взаимосвязи между перемещением костных фрагментов и изменением поверхности лица. Вместе с тем индивидуальный эстетический результат зависит от множества факторов, включая свойства мягких тканей, исходную анатомию и особенности заживления. Поэтому прогнозируемые изображения следует рассматривать как вспомогательный инструмент планирования, а не как гарантию конкретного результата операции. Другим направлением является разработка систем поддержки клинических решений. Такие системы могут использовать медицинские изображения и клинические признаки для классификации патологических состояний, оценки рисков и формирования рекомендаций. Однако применение прогностических моделей требует проверки на независимых выборках, поскольку алгоритмы могут демонстрировать снижение эффективности при изменении состава пациентов, диагностических протоколов и условий обследования. Mahmoud и соавт. (2025) оценили возможности чат-ботов на основе искусственного интеллекта при выполнении экзаменационных заданий по челюстно-лицевой хирургии [11]. Подобные исследования характеризуют возможности языковых моделей при обработке специализированной информации, но успешное выполнение экзаменационных заданий само по себе не подтверждает безопасность автономного принятия клинических решений.

Методологическая обоснованность исследований ИИ имеет принципиальное значение для оценки перспектив его клинического применения. Mongan и соавт. (2020) разработали контрольный список CLAIM, предназначенный для повышения полноты и прозрачности публикаций об искусственном интеллекте в медицинской визуализации [3]. Для представления результатов клинических исследований систем ИИ были разработаны расширения CONSORT-AI и SPIRIT-AI, направленные на стандартизацию описания клинических испытаний и их протоколов [4, 14]. Использование соответствующих рекомендаций способствует более точной оценке характеристик алгоритмов, условий их применения и ограничений полученных результатов. Важным условием внедрения ИИ является обеспечение конфиденциальности медицинских данных. Li и соавт. (2019) рассмотрели методы федеративного обучения для сегментации опухолей головного мозга, позволяющие обучать общую модель без централизованного объединения исходных данных [13]. Хотя данная работа относится к нейровизуализации, описанный подход представляет методологический интерес и для челюстно-лицевой хирургии. Вместе с тем федеративное обучение не устраняет необходимость стандартизации разметки, проверки качества модели и соблюдения требований информационной безопасности.

Дополнительные перспективы связаны с физически информированными нейронными сетями, которые позволяют учитывать математические уравнения и физические ограничения при обучении моделей. Raissi и соавт. (2019) представили соответствующую методологическую основу для решения прямых и обратных задач, описываемых нелинейными дифференциальными уравнениями [15]. Применительно к челюстно-лицевой хирургии данный подход представляет исследовательский интерес для моделирования биомеханических процессов. Однако его практическая ценность должна подтверждаться специальными исследованиями, непосредственно сопоставляющими результаты моделирования с клиническими данными и существующими методами. Таким образом, анализ литературы показывает, что наиболее подготовленными к практическому использованию направлениями ИИ в челюстно-лицевой хирургии являются автоматизация обработки медицинских изображений, первичная сегментация анатомических структур и локализация цефалометрических ориентиров при обязательном контроле специалиста. Виртуальное хирургическое планирование и моделирование послеоперационного внешнего вида лица обладают значительным потенциалом, однако их эффективность зависит от качества исходных данных и надёжности методов проверки. Прогностические и рекомендательные системы требуют дальнейшей внешней и проспективной валидации. Следовательно, безопасное внедрение ИИ должно основываться на доказательной оценке, локальной проверке алгоритмов, контроле врача, защите данных и систематическом мониторинге ошибок.



МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведён нарративный обзор. Поиск выполнялся в PubMed и на сайтах издательств по сочетаниям терминов “artificialintelligence”, “machinelearning”, “deeplearning” с “oralandmaxillofacialsurgery”, “orthognathic surgery”, “cephalometry”, “CBCT segmentation”, “virtual surgical planning” и “facial prediction”. Основной временной интервал охватывал январь 2020 - август 2026 года. Более ранние публикации включали, если они описывали базовые методы виртуального планирования или физически информированного обучения. Приоритет отдавали систематическим и обзорным работам, исследованиям с клиническими данными и публикациям, в которых были понятны задача алгоритма, эталон сравнения и способ проверки. Материалы без достаточного описания выборки либо с несоответствием заявленной задачи и приводимой метрики использовали только для обсуждения направления, но не для количественных выводов. Формальный метаанализ не выполнялся из-за неоднородности задач и показателей. Такой дизайн не претендует на исчерпывающий систематический поиск и должен интерпретироваться как клинически ориентированное обобщение литературы.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Таблица 1. Задачи ИИ в челюстно-лицевой хирургии и уровень их готовности

Задача	Входные данные	Результат	Практическая готовность	Главное ограничение
Сегментация костей и анатомических структур	КТ, КЛКТ	Трёхмерные маски и модели	Наиболее зрелая как вспомогательная функция	Артефакты металла и смена протокола сканирования
Цефалометрическая разметка	ТРГ, КЛКТ	Координаты ориентиров и измерения	Пригодна для первичной разметки с проверкой врача	Ошибки на редкой анатомии и при низком качестве снимка
Виртуальное планирование	КТ/КЛКТ, сканы зубных рядов, фотографии	Предложение перемещений и дизайн направителей	Используется в цифровом процессе; ИИ-компонент требует контроля	Зависимость от регистрации данных и выбранных целей лечения
Прогноз мягких тканей	3D-модель, фотографии, план перемещения костей	Ожидаемая форма лица	Исследовательская и консультативная функция	Слабая переносимость и неопределённость индивидуального прогноза
Клинические рекомендации	Изображения и клинические признаки	Классификация или вариант тактики	Экспериментальная	Риск скрытого смещения и недостаток внешней валидации

Автоматическое выделение нижней и верхней челюсти, зубов, нижнечелюстного канала и других структур сокращает объём ручной работы при подготовке трёхмерной модели. Свёрточные сети и архитектуры семейства U-Net хорошо подходят для попиксельной и повоксельной классификации, но качество результата зависит от разметки, на которой модель обучалась. При оценке таких систем следует указывать не только коэффициент перекрытия масок, но и поверхностную ошибку, пропущенные участки и время исправления врачом [1, 2]. Автоматическая локализация цефалометрических ориентиров решает более узкую задачу. Клинически полезна не средняя ошибка сама по себе, а доля точек, попавших в заранее заданный радиус, и то, какие ориентиры чаще требуют коррекции. Алгоритм может ускорить первичную разметку, однако окончательная проверка остаётся обязанностью специалиста, особенно при выраженной асимметрии, послеоперационных изменениях и артефактах. Виртуальное хирургическое планирование объединяет сегментацию, регистрацию зубных рядов, моделирование остеотомий и перенос плана в операционную. Его развитие началось до современного подъёма ИИ, поэтому цифровое планирование и ИИ не следует использовать как взаимозаменяемые понятия [5–8]. Машинное обучение может автоматизировать отдельные этапы: предложить ориентиры, классифицировать тип деформации или оценить вероятный вид мягких тканей. Решение о хирургической тактике при этом должно учитывать

окклюзию, дыхательную функцию, состояние височно-нижнечелюстного сустава, пародонт и ожидания пациента - данные, которые редко представлены в обучающих наборах полностью.

Прогноз послеоперационного профиля особенно чувствителен к качеству исходной регистрации и к вариативности мягких тканей. Современные модели используют деформацию поверхностной сетки и графовые нейронные сети, связывая перемещения костных сегментов с изменением поверхности лица [9, 10]. Такие изображения полезны для обсуждения возможного результата, но их нельзя представлять пациенту как гарантию. Для клинического использования необходимы интервалы неопределённости и независимая проверка на данных, не участвовавших в обучении. При реконструкции дефектов алгоритмы могут участвовать в сегментации, подборе геометрии трансплантата и проектировании индивидуальных конструкций. Практический эффект часто создаёт вся цепочка - качественная КТ, работа инженера, виртуальная симуляция, направлятели и контроль положения фрагментов, а не отдельная нейронная сеть [6, 7]. Поэтому исследование должно описывать вклад ИИ отдельно от эффекта цифрового протокола в целом. Системы поддержки решений стремятся классифицировать патологию, прогнозировать осложнения или предложить вариант лечения. Для редких исходов и сложных деформаций модели особенно подвержены переобучению. Прежде чем использовать рекомендацию, врачу необходимо знать целевую популяцию, перечень входных признаков, пропущенные данные и пределы применимости. Генеративные языковые модели могут помогать искать формулировки или структурировать информацию, но не являются самостоятельным источником клинического факта; ссылки и медицинские рекомендации требуют отдельной проверки [11].

Одно число без определения метрики мало говорит о клинической ценности. Для классификации нужны чувствительность, специфичность, положительная прогностическая ценность и доверительные интервалы. Для сегментации - показатели перекрытия и расстояния между поверхностями; для цефалометрии - ошибка в миллиметрах и доля точек в клинически допустимом радиусе; для прогноза лица - трёхмерное расстояние и оценка независимыми специалистами. Если авторы выбирают порог после просмотра тестовой выборки, результат может быть завышен. Не менее важна схема валидации. Случайное разделение изображений одного учреждения проверяет воспроизводимость в близких условиях, но не переносимость. Более сильные варианты - временная проверка на последующих пациентах, тестирование на другом аппарате и внешняя многоцентровая выборка. Для хирургических приложений следует анализировать не только метрику алгоритма, но и изменение времени работы, частоту исправлений, расхождение с финальным планом и клинические исходы.

Таблица 2. Примеры проверенных публикаций и их корректная интерпретация

Источник	Область	Тип работы	Что поддерживает	Чего не доказывает
Miragall и соавт., 2023 [1]	ИИ в ЧЛХ	Обзор	Карту направлений и проблем внедрения	Эффективность одной конкретной системы
Czako и соавт., 2024 [2]	Практические применения ИИ	Обзор	Различия задач и уровней зрелости	Единую универсальную точность ИИ
Joachim, Miloro, 2025 [6]	Виртуальное планирование	Комплексный обзор	Развитие цифрового рабочего процесса	Что любой цифровой этап основан на ИИ
Du и соавт., 2024 [9]	Прогноз лица после реконструкции	Методическое исследование	Возможность моделирования деформации поверхности	Гарантию индивидуального эстетического результата
Geejo, Elledge, 2026 [12]	Прогностический ИИ	Систематический обзор	Перспективность и ограничения прогнозирования	Готовность автономного клинического решения

Первый барьер - сдвиг данных. Состав пациентов, аппаратура, реконструкционные параметры и практика разметки различаются между учреждениями. Алгоритм, обученный на аккуратно отобранных изображениях, может давать неожиданные ошибки в обычном потоке. Локальная проверка должна предшествовать внедрению, а после внедрения требуется наблюдение за качеством и обновлениями модели. Второй барьер - непрозрачность границ применимости. Тепловая карта или визуальное объяснение не заменяет клиническую валидацию. Полезнее заранее определить ситуации, когда результат считается ненадёжным: движение пациента, массивные металлические артефакты,



врождённая аномалия, ранее выполненная реконструкция или отсутствие части входных данных. В этих случаях система должна передавать задачу специалисту, а не формировать уверенную рекомендацию. Третий барьер связан с ответственностью и данными. Необходимо разграничить роли разработчика, медицинской организации и врача, вести журнал изменений и обеспечить конфиденциальность изображений. Федеративное обучение рассматривается как способ обучать общую модель без централизованной передачи исходных данных, однако оно не устраняет различия разметки и не отменяет требований информационной безопасности [13]. Качество публикаций также нуждается в стандартизации. Для исследований диагностического ИИ полезен контрольный список CLAIM, а для клинических испытаний систем ИИ разработаны расширения CONSORT-AI и SPIRIT-AI [3, 4, 14]. Они требуют ясно описывать входные данные, взаимодействие пользователя с системой, обработку ошибок и анализ неудачных случаев.

Ближайшая реалистичная перспектива - не автономная операция, а последовательная автоматизация измеримых этапов. Один алгоритм выполняет первичную сегментацию, другой оценивает качество, после чего хирург корректирует модель и утверждает план. Такой процесс легче проверять и безопаснее изменять, чем единую систему, которая выдаёт окончательную тактику без объяснимых промежуточных результатов. Мультимодальные модели смогут объединять томографию, внутривитровые сканы, фотографии и клинические признаки, но их ценность зависит от полноты и синхронности данных. Физически информированные нейронные сети позволяют включать в обучение уравнения и ограничения биомеханики [15]. Для челюстно-лицевой хирургии это перспективная исследовательская идея, однако её клиническое преимущество должно подтверждаться прямым сравнением с существующими методами моделирования. Для учреждений Узбекистана практичным первым шагом может быть создание стандартизированного обезличенного набора данных и единого протокола экспертной разметки. Затем следует ретроспективная локальная проверка, проспективное наблюдение без влияния алгоритма на решение и только после этого - контролируемое использование под наблюдением специалиста. Такой порядок даёт возможность оценить не только среднюю метрику, но и реальные причины ошибок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее зрелые применения ИИ в челюстно-лицевой хирургии связаны с обработкой изображений: первичной сегментацией, локализацией ориентиров и подготовкой цифровых моделей. Они способны экономить время, если результат остаётся доступным для проверки и исправления. Прогноз мягкотканного результата, оценка риска и выбор лечебной тактики пока требуют более сильной внешней и проспективной валидации. Публикуемые показатели следует интерпретировать с учётом конкретной задачи, метрики и способа тестирования; универсального диапазона «точности ИИ» для челюстно-лицевой хирургии не существует. Клиническое внедрение оправдано при наличии локальной проверки, документированного контроля врача, защиты данных и мониторинга ошибок. При этих условиях ИИ может стать полезной частью цифрового хирургического процесса, не подменяя профессиональную ответственность специалиста.

Список использованной литературы:

1. Miragall MF, Knoedler S, Kauke-Navarro M, et al. Face the future-artificial intelligence in oral and maxillofacial surgery. *J Clin Med*. 2023;12(21):6843. doi:10.3390/jcm12216843.
2. Czako L, Sufliarsky B, Simko K, et al. Exploring the practical applications of artificial intelligence, deep learning, and machine learning in maxillofacial surgery. *Bioengineering (Basel)*. 2024;11(7):679. doi:10.3390/bioengineering11070679.
3. Mongan J, Moy L, Kahn CE Jr. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): a guide for authors and reviewers. *Radiol Artif Intell*. 2020;2(2). doi:10.1148/ryai.2020200029.
4. Liu X, Rivera SC, Moher D, Calvert MJ, Denniston AK; CONSORT-AI and SPIRIT-AI Steering Group. Reporting guidelines for clinical trial reports for interventions involving artificial intelligence: the CONSORT-AI extension. *Nat Med*. 2020;26:1364-1374. doi:10.1038/s41591-020-1034-x.
5. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014;43(8):957-965. doi:10.1016/j.ijom.2014.03.011.
6. Joachim MV, Miloro M. The evolution of virtual surgical planning in craniomaxillofacial surgery: a comprehensive review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2025;83(3):294-306. doi:10.1016/j.joms.2024.11.001.
7. Lee YJ, Oh JH, Kim SG. Virtual surgical plan with custom surgical guide for orthognathic surgery: systematic review and meta-analysis. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2024;46:39. doi:10.1186/s40902-024-00449-2.

8. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. Three-dimensional computer-aided surgical simulation for maxillofacial surgery. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2005;13(1):25-39. doi:10.1016/j.cxom.2004.10.004.
9. Du W, Wang H, Zhao C, et al. Postoperative facial prediction for mandibular defect based on surface mesh deformation. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2024;125(5 Suppl 2):101973. doi:10.1016/j.jomas.2024.101973.
10. Huang X, He D, Li Z, et al. Maxillofacial bone movements-aware dual graph convolution approach for postoperative facial appearance prediction. *Med Image Anal.* 2025;99:103350.
11. Mahmoud R, Shuster A, Kleinman S, et al. Evaluating artificial intelligence chatbots in oral and maxillofacial surgery board examinations. *J Oral Maxillofac Surg.* 2025;83(3):382-389. doi:10.1016/j.joms.2024.11.007.
12. Geejo A, Elledge ROC. Predictive artificial intelligence in maxillofacial surgery: a systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2026;64(4):267-272. doi:10.1016/j.bjoms.2026.02.001.
13. Li W, Milletari F, Xu D, et al. Privacy-preserving federated brain tumour segmentation. In: *Machine Learning in Medical Imaging. Lecture Notes in Computer Science.* 2019;11861:133-141. doi:10.1007/978-3-030-32692-0_16.
14. Cruz Rivera S, Liu X, Chan AW, Denniston AK, Calvert MJ; SPIRIT-AI and CONSORT-AI Working Group. Guidelines for clinical trial protocols for interventions involving artificial intelligence: the SPIRIT-AI extension. *Nat Med.* 2020;26:1351-1363. doi:10.1038/s41591-020-1037-7. Raissi M, Perdikaris P, Karniadakis GE. Physics-informed neural networks: a deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. *J Comput Phys.* 2019;378:686-707. doi:10.1016/j.jcp.2018.10.045.

TIBBIYOT

TA'LIMI & INNOVATSIYALARI

2026. № 10

Muharrir: Sherzod Qurbonov

Mas'ul kotib: Surmaniso Mirzaliyeva

Dizayner: Oloviddin Sobir o'g'li

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Tibbiyot ta'limi va innovatsiyalari" ilmi elektron jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Jurnalga istalgan payt quyidagi rekvizitlar orqali obuna bo'lishingiz mumkin. Obuna bo'lgach, @iqtisodiyot_77 telegram sahifamizga to'lov haqidagi ma'lumotni skrinshot yoki foto shaklida jo'natishingizni so'raymiz. Shu asosda har oygi jurnal yangi sonini manzilingizga jo'natamiz.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga maqola, reklama, hikoya va boshqa ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

El.Pochta: sq143235@gmail.com

Bot: @munis_sm

Tel.: 97 748 70 03





Google
scholar

