DOI 10.37539/2949-1991.2026.46.11.002

Жердева Арина Александровна,
студентка 6-го курса лечебного факультета,
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательски университет» (НИУ «БелГУ»)
Zherdeva Arina Alexandrovna,
6th-year student, Faculty of General Medicine,
Belgorod National Research University (BelSU)

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ, КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OTOLARYNGOLOGY: CURRENT OPPORTUNITIES, CLINICAL APPLICATIONS AND FUTURE PROSPECTS

Аннотация. Искусственный интеллект (ИИ) стремительно трансформирует современную оториноларингологию, открывая новые возможности для диагностики, лечения и хирургического обучения. В настоящем обзоре рассматриваются современные достижения в области применения ИИ в оториноларингологии, включая глубокое обучение для анализа медицинских изображений, использование больших языковых моделей для клинической поддержки принятия решений, применение машинного обучения в отологии и нейроотологии для персонализированной медицины, а также ИИ-технологии в хирургическом обучении и оценке навыков. Анализируются ключевые вызовы, включая отсутствие клинической валидации, ограниченную обобщаемость моделей и необходимость стандартизации, а также предлагаются стратегии для преодоления «пропасти ИИ» и успешного внедрения технологий в клиническую практику.

Abstract. Artificial intelligence (AI) is rapidly transforming modern otolaryngology, opening new opportunities for diagnosis, treatment, and surgical training. This review examines current advances in AI applications in otolaryngology, including deep learning for medical image analysis, the use of large language models for clinical decision support, machine learning applications in otology and neurotology for personalized medicine, and AI technologies in surgical training and skills assessment. Key challenges are analyzed, including the lack of clinical validation, limited generalizability of models, and the need for standardization, and strategies are proposed to bridge the "AI chasm" and successfully implement technologies into clinical practice.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, оториноларингология, клиническая поддержка принятия решений, хирургическое обучение, персонализированная медицина.

Keywords: Artificial intelligence, machine learning, deep learning, otolaryngology, clinical decision support, surgical training, personalized medicine.

ВВЕДЕНИЕ

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно трансформирует ландшафт современной медицины, и оториноларингология не является исключением. От раннего скрининга и стратификации риска до диагностики, стадирования, персонализированного лечения, реабилитации и исследовательской поддержки – ИИ повышает точность, эффективность и улучшает исходы лечения пациентов [1]. Многочисленные исследования показали, что алгоритмы глубокого обучения могут диагностировать средний отит или перфорации барабанной перепонки с точностью, достигающей 90% [1]. В ларингологии модели ИИ,

применяемые для анализа эндоскопических изображений, достигают чувствительности, близкой к 80%, при выявлении злокачественных поражений [1].

Однако, несмотря на впечатляющие результаты в экспериментальных исследованиях, внедрение ИИ в рутинную клиническую практику сталкивается с серьёзными препятствиями. Скопирующий обзор глубокого обучения в оториноларингологии выявил поразительный факт: почти все исследования (99,3%) находились на стадии ранних proof-of-concept разработок, лишь три исследования (0,7%) провели офлайн-валидацию и ни одно (0%) – клиническую валидацию, что иллюстрирует так называемую «пропасть ИИ» в оториноларингологии [2].

В настоящем обзоре рассматриваются современные достижения в области применения ИИ в оториноларингологии, анализируются ключевые вызовы и предлагаются стратегии для успешного перехода от лабораторных разработок к клинической практике.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глубокое обучение для диагностики и визуализации

Глубокое обучение (DL), подмножество ИИ, использующее многослойные нейронные сети для выявления сложных закономерностей, показало значительный потенциал в оториноларингологии [3]. В нарративном обзоре, опубликованном в 2025 году, было показано, что DL-приложения в оториноларингологии демонстрируют перспективность для улучшения диагностической эффективности, прогнозирования исходов и обеспечения интраоперационного наведения [3]. Наиболее часто DL применяется для анализа изображений (55% исследований) с использованием свёрточных нейронных сетей (63% исследований) [2].

В ринологии ИИ-системы активно применяются для диагностики и лечения хронического риносинусита (ХРС). Как показано в обзоре Liu и соавт., ИИ может значительно сократить время диагностики, снизить затраты и точно прогнозировать исходы заболевания [4]. ИИ-ассистированные системы используются в визуализационной и патологической диагностике ХРС, персонализированной медицине и прогнозировании прогноза [4]. Однако сохраняются такие проблемы, как отсутствие стандартов для ИИ-продуктов, стандартизированных данных, трудности в сотрудничестве между различными поставщиками медицинских услуг и неинтерпретируемость ИИ-систем [4].

В отологии и нейроотологии машинное обучение и глубокое обучение открывают новые возможности для персонализированной медицины. Многообразие симптомов и расстройств в (нейро)отологии с их разнообразной этиологией и субъективными характеристиками делает эту область идеальным кандидатом для вычислительной персонализированной медицины [5]. Недавние прорывы, такие как модель распознавания речи Whisper для симуляции кохлеарных имплантатов и большие языковые модели для уточнения идентификации подгрупп тиннитуса и прогнозирования терапии, подчёркивают трансформационный потенциал ИИ в улучшении клинических исходов [5]. Однако проблемы, включая отсутствие стандартизации, ограниченную обобщаемость моделей и необходимость улучшения фреймворков для интеграции мультимодальных данных, препятствуют внедрению [5].

Большие языковые модели в клинической поддержке принятия решений

Большие языковые модели (LLM), такие как ChatGPT, привлекли значительное внимание в качестве потенциальных инструментов для клинической поддержки принятия решений в оториноларингологии. Систематический обзор, опубликованный в European Archives of Oto-Rhino-Laryngology в 2025 году, оценил диагностическую точность LLM в клиническом принятии решений в оториноларингологии и хирургии головы и шеи [6]. Первичная диагностическая точность варьировалась от 45,7% до 80,2% в зависимости от используемой LLM, при этом Claude часто превосходил ChatGPT [6]. Точность рекомендаций по лечению была наиболее высокой в онкологии головы и шеи (55–60%) и наиболее низкой в

ринологии (16,7%) [6]. Авторы пришли к выводу, что LLM демонстрируют многообещающую умеренную диагностическую точность в клинической поддержке принятия решений в оториноларингологии [6].

В систематическом обзоре и мета-анализе, опубликованном в Auris Nasus Larynx, оценивались диагностическая точность, образовательная полезность и коммуникационный потенциал генеративного ИИ, особенно LLM, таких как ChatGPT, в оториноларингологии [7]. Генеративный ИИ хорошо справляется со структурированными отоларингологическими задачами, особенно в образовании и коммуникации, однако его нестабильная производительность в задачах клинического мышления ограничивает его самостоятельное использование [7]. В обзоре были определены пять ключевых направлений для развития клинических LLM: надёжные структуры оценки, генерация на основе внешних источников, мультимодальная интеграция, агент-ориентированное мышление и объяснимость моделей [8].

Искусственный интеллект в хирургическом обучении и оценке навыков

Традиционные оценки хирургических навыков в оториноларингологии в значительной степени полагаются на субъективные оценки, которые подвержены вариабельности и предвзятости [9]. Скопирующий обзор, опубликованный в Laryngoscope в 2025 году, изучил достижения в применении ИИ для оценки хирургических навыков с акцентом на их потенциал для улучшения образования в оториноларингологии [9]. Из 34 исследований, соответствовавших критериям включения, 56% оценивали базовые хирургические задачи, такие как завязывание узлов, открытое наложение швов и роботизированные или лапароскопические процедуры с использованием симуляторов, в то время как 44% были сосредоточены на специфических хирургических процедурах, включая мастоидэктомию, септопластику, эндоскопическую хирургию околоносовых пазух и эндоскопическое управление каротидными повреждениями [9]. Применяемые методы ИИ включали глубокое обучение, машинное обучение и методы компьютерного зрения [9]. Точность классификации варьировалась от 66% до 100% для кинематических, двигательных и силовых данных и от 60% до 96% для видео-анализов хирургических навыков [9]. Авторы заключили, что ИИ-инструменты оценки имеют значительный потенциал для хирургического образования в оториноларингологии, а автоматизированные механизмы обратной связи могут предоставлять стажёрам объективные, основанные на данных сведения о их производительности [9].

Искусственный интеллект в онкологии головы и шеи

ИИ стал трансформационным инструментом в различных областях онкологии головы и шеи [1]. От раннего скрининга и стратификации риска до диагностики, стадирования, персонализированного лечения, реабилитации и исследовательской поддержки – ИИ повышает точность, эффективность и улучшает исходы лечения пациентов [1]. ИИ-приложения на основе мобильных устройств и носимые устройства облегчают дистанционный мониторинг во время последующего наблюдения и реабилитации, а большие языковые модели ускоряют исследовательские рабочие процессы и синтез данных [1]. В обзоре, опубликованном в Otolaryngologic Clinics of North America, всесторонне исследуются применения ИИ в онкологии головы и шеи и описываются их клиническое влияние, барьеры для внедрения и будущие направления [1]. В другом обзоре, опубликованном в Cancers, также подчёркивается потенциал ИИ в уходе за пациентами с раком головы и шеи, а также рассматриваются барьеры для его клинического внедрения [10].

Вызовы и перспективы

Несмотря на значительный потенциал, внедрение ИИ в оториноларингологию сталкивается с серьёзными вызовами. Скопирующий обзор глубокого обучения выявил «пропасть ИИ» – почти полное отсутствие клинической валидации исследований [2]. Для преодоления этого разрыва авторы рекомендуют сосредоточиться на задачах с низкой

сложностью и низким риском, придерживаться руководств по отчётности и уделять приоритетное внимание исследованиям клинической трансляции [2].

В ринологии сохраняются проблемы, включая отсутствие стандартов для ИИ-продуктов, стандартизированных данных, трудности в сотрудничестве между различными поставщиками медицинских услуг и неинтерпретируемость ИИ-систем, а также возможные проблемы с конфиденциальностью данных [4]. В отологии и нейроотологии ключевыми вызовами являются отсутствие стандартизации, ограниченная обобщаемость моделей и необходимость улучшения фреймворков для интеграции мультимодальных данных [5].

Для успешного внедрения ИИ в клиническую практику необходимы дальнейшие исследования, направленные на клиническую валидацию моделей, разработку стандартизированных протоколов, обеспечение интерпретируемости ИИ-систем и решение этических и регуляторных вопросов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Искусственный интеллект представляет собой трансформационную силу в оториноларингологии, предлагая беспрецедентные возможности для улучшения диагностики, персонализированного лечения, хирургического обучения и онкологической практики. Глубокое обучение демонстрирует высокую точность в анализе медицинских изображений для диагностики среднего отита, перфораций барабанной перепонки и злокачественных поражений гортани [1]. Большие языковые модели показывают многообещающую умеренную диагностическую точность в клинической поддержке принятия решений, хотя их эффективность варьируется в зависимости от подспециальности [6]. В хирургическом обучении ИИ-инструменты оценки обеспечивают объективную, основанную на данных обратную связь, что может ускорить освоение навыков [9].

Однако критическим вызовом остаётся «пропасть ИИ» – почти полное отсутствие клинической валидации существующих разработок [2]. Для успешного перехода от лабораторных исследований к клинической практике необходимы стандартизация, проспективные многоцентровые исследования, разработка интерпретируемых моделей и создание регуляторных фреймворков. Дальнейшие исследования должны быть направлены на клиническую валидацию ИИ-моделей, интеграцию мультимодальных данных и разработку стратегий для преодоления барьеров внедрения, что позволит в полной мере реализовать потенциал ИИ в оториноларингологии и улучшить исходы лечения пациентов.

Список литературы:

1. Rao KN, Kirsch CFE, Mahmood H, Simon C. Harnessing Artificial Intelligence in Head and Neck Oncology Practice: Data, Diagnosis, and Therapy. Otolaryngol Clin North Am. 2026;59(1):271-289.

2. Liu GS, Fereydooni S, et al. Scoping review of deep learning research illuminates artificial intelligence chasm in otolaryngology-head and neck surgery. NPJ Digit Med. 2025;8(1):265.

3. Novi SL, Navarathna N, D'Cruz M, Brooks JR, Maron BA, Isaiah A. Deep Learning in Otolaryngology: A Narrative Review. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2025;152(1):71-80.

4. Liu YY, Jiang SP, Wang YB. Artificial intelligence optimizes the standardized diagnosis and treatment of chronic sinusitis. Front Physiol. 2025;16:1522090.

5. Adcock K, Arulchelvan E, Shields N, Vanneste S. Towards precision medicine for otology and neurotology: Machine learning applications and challenges. Hear Res. 2026;469:109473.

6. Filali Ansary R, Lechien JR. Clinical decision support using large language models in otolaryngology: a systematic review. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2025;282(8):4325-4334.

7. Hack S, Attal R, Farzad A, Alon EE, Glikson E, Remer E, Saibene AM, Zalzal HG. Performance of generative AI across ENT tasks: A systematic review and meta-analysis. Auris Nasus Larynx. 2025;52(5):585-596.

8. Ahn J, Kang BG, Chang M, Yoon S. Applications and Future Perspectives of Large Language Models in Otolaryngology-Head and Neck Surgery: A Comprehensive Survey. Clin Exp Otorhinolaryngol. 2025;18(4):283-295.

9. Xiao J, et al. Artificial Intelligence in Surgical Training and Applications to Otolaryngology: A Scoping Review. Laryngoscope. 2025;135(10):3520-3534.

10. Hagen J, Hornung L, et al. Artificial Intelligence in Head and Neck Cancer: Towards Precision Medicine. Cancers (Basel). 2025;17(18):3023.