

УДК: 616.441-07:004.8

Дон А.Н.

**Доктор медицинских наук, доцент
Ташкентского государственного**

медицинского университета

ORCID: 0000-0002-3140-2278

SPIN РИНЦ: 6528-5439

Ройфе Милана

**Студентка 3-го года обучения Ташкентского
международного университета Кимё, Узбекистан**

Дониёрова Комила

**Студентка 3-го года обучения Ташкентского
международного университета Кимё, Узбекистан**

Don A.N

**Doctor of Medical Sciences, Associate Professor
of the Tashkent State Medical University**

ORCID: 0000-0002-3140-2278

SPIN РИНЦ: 6528-5439

Royfe Milana

3rd-year Student

**of Kimyo International University
in Tashkent, Uzbekistan**

Doniyorova Komila

3rd-year Student

**of Kimyo International University
in Tashkent, Uzbekistan**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ
ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА**

**INNOVATIVE APPROACHES TO THE DIAGNOSIS OF THYROID
DISEASES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Аннотация. Искусственный интеллект (ИИ) активно внедряется в современную медицину, включая эндокринологию, играет важную роль в диагностике заболеваний щитовидной железы. В статье рассматриваются основные направления применения ИИ, такие как анализ лабораторных

данных, интерпретация ультразвуковых изображений и выявление узловых образований. Отмечается, что использование алгоритмов машинного обучения повышает точность диагностики, способствует раннему выявлению злокачественных процессов и улучшает выбор лечебной тактики. Интеграция ИИ в клиническую практику открывает новые возможности для персонализированного подхода и повышения эффективности медицинской помощи.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, щитовидная железа, диагностика, машинное обучение, ультразвук, эндокринология

Abstract. Artificial intelligence (AI) is increasingly being integrated into modern medicine, including endocrinology, where it plays an important role in the diagnosis of thyroid diseases. This article discusses the main areas of AI application, such as the analysis of laboratory data, interpretation of ultrasound images, and detection of thyroid nodules. It is noted that the use of machine learning algorithms improves diagnostic accuracy, facilitates early detection of malignant processes, and enhances treatment decision-making. The integration of AI into clinical practice opens new opportunities for personalized approaches and improves the overall effectiveness of medical care.

Keywords: Artificial intelligence, thyroid gland, diagnosis, machine learning, ultrasound, endocrinology

Введение. Заболевания щитовидной железы (ЩЖ) относятся к числу наиболее распространённых эндокринных патологий и представляют значимую медико-социальную проблему вследствие высокой распространённости, роста онкологической заболеваемости и влияния на качество жизни пациентов. Патология ЩЖ сопровождается нарушениями обмена веществ, функций сердечно-сосудистой, нервной и репродуктивной систем, что обуславливает необходимость своевременной и точной диагностики. Среди заболеваний ЩЖ особое место занимают узловые образования, выявляемость которых в общей популяции достигает 20–30% при пальпаторном исследовании и до 50–60% при

использовании высокочастотного ультразвукового исследования (УЗИ). При этом значительная часть узлов требует дифференциальной диагностики для исключения злокачественного процесса.

В последние десятилетия отмечается устойчивый рост заболеваемости раком щитовидной железы (РЩЖ). По данным международных эпидемиологических исследований, за последние 20 лет мировая частота выявления РЩЖ увеличилась более чем в 3 раза, а ежегодный прирост в ряде стран составляет 4–6%. В структуре онкологических заболеваний эндокринной системы РЩЖ занимает одно из ведущих мест. Несмотря на относительно благоприятный прогноз при раннем выявлении, эффективность лечения напрямую зависит от своевременной диагностики и точной оценки характера узловых образований.

Наиболее доступным и широко применяемым методом визуализации ЩЖ является ультразвуковое исследование. УЗИ позволяет оценивать размеры железы, структуру ткани, наличие узловых образований и их эхографические характеристики. Для стандартизации описания узлов разработаны классификационные системы TI-RADS и EU-TIRADS [1,3], основанные на анализе эхогенности, контуров, микрокальцинатов, формы и других признаков. Однако интерпретация ультразвуковых изображений во многом зависит от квалификации специалиста и сопровождается значительной внутри- и межоператорской вариабельностью. Чувствительность традиционного УЗИ в выявлении злокачественных узлов варьирует в широких пределах, а субъективность оценки нередко приводит к диагностическим ошибкам и увеличению количества необоснованных тонкоигольных аспирационных биопсий (ТАБ).

Дополнительной проблемой является дефицит опытных специалистов ультразвуковой диагностики и цитологов, особенно в учреждениях первичного звена и региональных медицинских центрах. Это обуславливает необходимость внедрения технологий, способных повысить объективность диагностики, сократить время интерпретации исследований и снизить нагрузку на врачей.

Современное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения (Machine Learning, ML) и глубокого обучения (Deep Learning, DL) открыло новые перспективы в диагностике заболеваний ЩЖ. Алгоритмы ИИ способны автоматически анализировать ультразвуковые изображения, выявлять патологические изменения и оценивать вероятность злокачественности узловых образований. Наибольшее распространение получили системы компьютерной поддержки принятия решений (Computer-Aided Diagnosis, CAD), а также модели глубоких нейронных сетей, прежде всего свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN), включая архитектуры ResNet, DenseNet, VGG и U-Net [1,4,6]. Согласно данным современных исследований, такие модели демонстрируют высокую диагностическую эффективность, достигая значений площади под ROC-кривой (AUC) 0,93–0,97 [2,4,6] при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных узлов ЩЖ [1,6].

В последние годы активно изучаются модели нового поколения — Vision Transformers (ViT) [8], основанные на архитектуре трансформеров. В отличие от CNN, они способны учитывать глобальные пространственные взаимосвязи внутри изображения и демонстрируют высокую точность даже при относительно небольшом объёме обучающих данных. Использование ИИ в диагностике заболеваний ЩЖ рассматривается как перспективное направление персонализированной и прецизионной медицины, способное повысить качество диагностики, снизить число инвазивных вмешательств и оптимизировать маршрутизацию пациентов.

Несмотря на значительный прогресс, остаются нерешёнными вопросы стандартизации обучающих выборок, внешней валидации алгоритмов, интерпретируемости моделей и интеграции интеллектуальных систем в реальную клиническую практику. Кроме того, результаты различных исследований существенно различаются в зависимости от используемых

архитектур, объёма данных и критериев оценки эффективности, что требует систематизации накопленных научных данных.

Целью настоящей обзорной статьи является анализ современных исследований, посвящённых применению технологий искусственного интеллекта в диагностике заболеваний щитовидной железы, а также оценка диагностической эффективности ИИ-моделей по сравнению с традиционными методами ультразвуковой диагностики.

Материалы и методы. В работе использован аналитический метод исследования, основанный на систематическом обзоре современной научной литературы, посвящённой применению искусственного интеллекта (ИИ) в диагностике заболеваний щитовидной железы. Обзор выполнен в соответствии с принципами PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [2], обеспечивающими стандартизированный подход к поиску, отбору и анализу научных публикаций.

Поиск литературы проводился в международных и отечественных электронных базах данных: PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Google Scholar, а также в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) на платформе eLibrary.ru. Глубина поиска охватывала период с 1 января 2017 года по 31 декабря 2024 года включительно. Последнее обновление поисковой стратегии выполнено 15 марта 2025 года.

Для поиска публикаций использовались ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках. Русскоязычные запросы включали следующие термины: «искусственный интеллект», «щитовидная железа», «диагностика», «ультразвук», «узлы». В англоязычных базах данных применялась следующая поисковая стратегия: (“artificial intelligence” OR “machine learning” OR “deep learning” OR “neural network”) AND (“thyroid” OR “thyroid nodule”) AND (“diagnosis” OR “ultrasound” OR “sonography”).

В анализ включались оригинальные исследования, систематические обзоры, мета-анализы и клинические рекомендации, посвящённые использованию

алгоритмов машинного обучения и глубоких нейронных сетей в тиреологии. Особое внимание уделялось публикациям, описывающим применение ИИ для интерпретации ультразвуковых изображений щитовидной железы, автоматизированной оценки узловых образований, анализа лабораторных показателей гормонального профиля, а также дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных процессов.

При анализе литературы рассматривались методы обучения моделей искусственного интеллекта на больших наборах клинических данных, особенности архитектур нейронных сетей и их диагностические возможности. Оценка эффективности ИИ-систем проводилась на основании сравнительного анализа показателей диагностической точности, чувствительности, специфичности и площади под ROC-кривой (AUC) по отношению к традиционным методам обследования и экспертной оценке врачей ультразвуковой диагностики [2].

Результаты и обсуждение. Анализ современных научных исследований показал, что применение искусственного интеллекта в диагностике заболеваний щитовидной железы значительно повышает точность выявления патологических изменений, особенно при оценке узловых образований по данным ультразвукового исследования. Алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения демонстрируют высокую эффективность при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных процессов, что имеет важное значение для раннего выявления онкологических заболеваний.

По данным систематического обзора Хие У. и соавт. (2022), включившего 25 исследований и 17 429 ультразвуковых изображений, чувствительность ИИ-систем составила 88%, специфичность — 81%, а площадь под ROC-кривой (AUC) достигала 0,92, что свидетельствует о высокой диагностической точности алгоритмов [2]. В исследованиях Wang L. и соавт. (2019) применение нейронной сети YOLOv2 позволило значительно улучшить автоматическое

распознавание узлов щитовидной железы и повысить эффективность классификации патологических изменений [5].

При традиционной ультразвуковой диагностике точность во многом зависит от квалификации врача и его клинического опыта. Использование искусственного интеллекта позволяет снизить влияние субъективного человеческого фактора, уменьшить вероятность диагностических ошибок и повысить воспроизводимость результатов исследования.

Сравнительная характеристика эффективности традиционной диагностики и ИИ-подходов представлена в таблице.

Методы диагностики	Чувствительность	Специфичность
Традиционное УЗИ	78-85%	75-82%
ИИ-анализ УЗИ	88-92%	81-89%

Применение технологий глубокого обучения также способствует более точной классификации узлов щитовидной железы по системе риска TIRADS, что облегчает выбор дальнейшей тактики ведения пациента и снижает количество необоснованных инвазивных вмешательств.

Перспективным направлением является создание интегрированных диагностических платформ [3,6], объединяющих лабораторные показатели, ультразвуковую визуализацию и клинические данные пациента в единую систему поддержки принятия врачебных решений. Такой подход способствует переходу к персонализированной медицине и повышению эффективности лечения.

Однако, несмотря на высокую перспективность технологии, существуют определённые ограничения внедрения искусственного интеллекта в клиническую практику. К ним относятся необходимость формирования больших качественно размеченных обучающих выборок, стандартизация медицинских данных, высокая стоимость внедрения цифровых решений, а также ограниченная интерпретируемость результатов работы нейросетевых

моделей («эффект чёрного ящика»), что может снижать доверие со стороны клиницистов.

Для системы здравоохранения Узбекистана внедрение искусственного интеллекта особенно актуально в связи с необходимостью повышения качества ранней диагностики заболеваний щитовидной железы, высокой распространённостью эндокринной патологии и дефицитом узкопрофильных специалистов в отдельных регионах страны.

Таким образом, искусственный интеллект следует рассматривать не как замену врачу, а как высокоэффективный вспомогательный инструмент, способный существенно повысить качество диагностики и улучшить клинические исходы лечения пациентов.

Заключение. Искусственный интеллект представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития современной медицины и занимает всё более значимое место в клинической практике, включая эндокринологию и диагностику заболеваний щитовидной железы. Его применение позволяет существенно расширить диагностические возможности за счёт автоматизированного анализа больших объёмов медицинской информации, включая лабораторные показатели, данные ультразвукового исследования и клинические параметры пациента.

Проведённый анализ литературных данных показал, что алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения демонстрируют высокую эффективность в выявлении узловых образований щитовидной железы, дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных процессов, а также в оценке степени онкологического риска. Использование ИИ способствует повышению чувствительности и специфичности диагностики, снижению влияния субъективного фактора и улучшению качества принятия клинических решений.

Особое значение имеет возможность раннего выявления патологических изменений, что напрямую влияет на своевременность начала лечения и прогноз

заболевания. Дополнительным преимуществом является развитие интеллектуальных систем поддержки принятия врачебных решений, способствующих внедрению персонализированного подхода в современной медицине.

Научная новизна исследования заключается в систематизации современных подходов применения искусственного интеллекта в тиреологии, анализе диагностической эффективности ИИ-систем и определении перспектив их внедрения в практическое здравоохранение.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования полученных результатов при совершенствовании алгоритмов ранней диагностики заболеваний щитовидной железы, разработке клинических протоколов и внедрении интеллектуальных систем поддержки принятия врачебных решений в эндокринологической практике.

Несмотря на значительные достижения, внедрение искусственного интеллекта сопровождается рядом ограничений, включая необходимость создания крупных обучающих баз данных, стандартизацию медицинской информации, а также повышение доверия клиницистов к интерпретации результатов работы ИИ-моделей.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование алгоритмов машинного обучения, создание локальных медицинских датасетов, адаптацию ИИ-систем к национальным клиническим рекомендациям и их полноценную интеграцию в реальную клиническую практику.

Список литературы:

1. Choi Y.J. et al. A Computer-Aided Diagnosis System Using Artificial Intelligence for the Diagnosis and Characterization of Thyroid Nodules on Ultrasound. *Thyroid*, 2017. <https://doi.org/10.1089/thy.2016.0372>
2. Xue Y. et al. Accuracy of Ultrasound Diagnosis of Thyroid Nodules Based on Artificial Intelligence-Assisted Diagnostic Technology: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Endocrinology*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9492056>
3. Vega F., Correa R., Villela R. Artificial Intelligence Assisting Thyroid Nodule Diagnosis and Management. *Endocrinology and Metabolism*, 2023. <https://doi.org/10.1089/ct.2023;35.420-422>
4. Rho M. et al. Diagnosis of thyroid micronodules on ultrasound using a deep convolutional neural network. *Scientific Reports*, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34459-3>
5. Wang L. et al. Automatic thyroid nodule recognition and diagnosis in ultrasound imaging with YOLOv2 neural network. *World Journal of Surgical Oncology*, 2019. <https://wjso.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12957-019-1558-z>
6. Ye H. et al. An intelligent platform for ultrasound diagnosis of thyroid nodules. *Scientific Reports*, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70159-y>
7. Zhang J. et al. Multistep Automated Data Labelling Procedure (MADLaP) for Thyroid Nodules on Ultrasound. *arXiv preprint*, 2022. <https://arxiv.org/abs/2206.14305>
8. Nguyen T.T.H. et al. Towards Trust of Explainable AI in Thyroid Nodule Diagnosis. *arXiv preprint*, 2023. <https://arxiv.org/abs/2303.04731>