

**ФУНДАМЕНТАЛ ВА
КЛИНИК ТИББИЁТ
АХБОРОТНОМАСИ**

**BULLETIN OF FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**

2026, №1 (21)

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

**BULLETIN OF FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**
**ФУНДАМЕНТАЛ ВА КЛИНИК
ТИББИЁТ АХБОРОТНОМАСИ**
**ВЕСТНИК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И
КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

Научный журнал по фундаментальным и клиническим
проблемам медицины
основан в 2022 году

Бухарским государственным медицинским институтом
имени Абу Али ибн Сино
выходит один раз в 2 месяца

Главный редактор – Ш.Ж. ТЕШАЕВ

Редакционная коллегия:

*С.С. Давлатов (зам. главного редактора),
Р.Р. Баймурадов (ответственный секретарь),
М.М. Амонов, Г.Ж. Жарилкасинова,
А.Ш. Иноятов, Д.А. Хасанова, Е.А. Харибова,
Ш.Т. Уроков, Б.З. Хамдамов*

*Учредитель Бухарский государственный
медицинский институт имени Абу Али ибн Сино*

2026, № 1 (21)

Адрес редакции:

Республика Узбекистан, 200100, г.
Бухара, ул. Гиждуванская, 23.

Телефон (99865) 223-00-50

Факс (99866) 223-00-50

Сайт <https://bsmi.uz/journals/fundamental-ya-klinik-tibbiyot-ahborotnomasi/>

e-mail baymuradovravshan@gmail.com

О журнале

Журнал зарегистрирован
в Управлении печати и информации
Бухарской области
№ 1640 от 28 мая 2022 года.

Журнал внесен в список
утвержденный приказом № 370/б
от 8 мая 2025 года реестром ВАК
в раздел медицинских наук.

Отпечатано в типографии ООО
“Шарк-Бухоро”. г. Бухара,
ул. Ўзбекистон Мустақиллиги, 70/2.

Редакционный совет:

| | |
|-------------------|---------------|
| Абдурахманов Д.Ш. | (Самарканд) |
| Абдурахманов М.М. | (Бухара) |
| Ахмедов Р.М. | (Бухара) |
| Баландина И.А. | (Россия) |
| Бахронов Ж.Ж. | (Бухара) |
| Бернс С.А. | (Россия) |
| Газиев К.У. | (Бухара) |
| Деев Р.В. | (Россия) |
| Дустова Н.К. | (Бухара) |
| Зокирова Н.Б. | (Ташкент) |
| Казакова Н.Н. | (Бухара) |
| Калашникова С.А. | (Россия) |
| Каримова Н.Н. | (Бухара) |
| Курбонов С.С. | (Таджикистан) |
| Маматов С.М. | (Кыргызстан) |
| Мамедов У.С. | (Бухара) |
| Мирзоева М.Р. | (Бухара) |
| Миршарапов У.М. | (Ташкент) |
| Набиева У.П. | (Ташкент) |
| Нуралиев Н.А. | (Хорезм) |
| Наврұзов Р.Р. | (Бухара) |
| Нарзиева Д.Ф. | (Бухара) |
| Орипов Ф.С. | (Самарканд) |
| Орипова Ф.Ш. | (Бухара) |
| Одилова Г.Р. | (Бухара) |
| Очилов К.Р. | (Бухара) |
| Раупов Ф.С. | (Бухара) |
| Рахмонов К.Э. | (Самарканд) |
| Рахметов Н.Р. | (Казахстан) |
| Рахматова С.Н. | (Бухара) |
| Султонова Л.Дж. | (Бухара) |
| Сайдуллаев З.Я. | (Самарканд) |
| Удочкина Л.А. | (Россия) |
| Файзиев Х.Б. | (Бухара) |
| Хамдамова М.Т. | (Бухара) |
| Хамдамов И.Б. | (Бухара) |
| Ходжаева Д.Т. | (Бухара) |
| Худойбердиев Д.К. | (Бухара) |
| Шодиева М.С. | (Бухара) |
| Эшонов О.Ш. | (Бухара) |

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ УЗЛОВ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Саттаров Б.Б., Юсупалиева Г.А.

Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент, Узбекистан

Резюме. Узлы щитовидной железы широко распространены среди населения и представляют собой важную диагностическую проблему в клинической практике. Несмотря на то что большинство узлов являются доброкачественными, в определённой их части сохраняется риск злокачественного новообразования, что делает их корректную оценку крайне значимой. Ультразвуковое исследование является основным методом визуализации узлов щитовидной железы, однако его диагностическая точность в значительной степени зависит от опыта специалиста и характеризуется выраженной межнаблюдательной вариабельностью. Эти ограничения могут приводить к увеличению числа необоснованных инвазивных вмешательств, в частности тонкоигольных аспирационных биопсий. В последние годы активно изучаются системы компьютерной поддержки диагностики на основе искусственного интеллекта (ИИ), в частности алгоритмов глубокого обучения, с целью повышения точности и воспроизводимости ультразвуковой диагностики. Анализ современной литературы показывает, что системы ИИ обладают высокой диагностической эффективностью при оценке риска злокачественности узлов щитовидной железы, особенно повышая объективность и воспроизводимость диагностики у специалистов с низким или средним уровнем опыта. Кроме того, применение ИИ способствует снижению субъективности оценки, более объективной риск-стратификации и уменьшению числа необоснованных биопсий. В то же время внедрение систем ИИ в клиническую практику сопряжено с рядом ограничений, включая зависимость от качества изображений, различия между ультразвуковыми аппаратами и недостаточную интерпретируемость алгоритмов. В целом, имеющиеся научные данные указывают на целесообразность рассмотрения ИИ не как инструмента, заменяющего врача, а как вспомогательной технологии поддержки клинического принятия решений.

Ключевые слова: узлы щитовидной железы, ультразвуковая диагностика, искусственный интеллект, глубокое обучение, компьютерная поддержка диагностики.

IMPROVING ULTRASOUND DIAGNOSIS OF NODULES OF THYROID GLAND USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE (LITERATURE REVIEW)

Sattarov B.B., Yusupaliyeva G.A.

Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

Resume. Thyroid nodules are widely prevalent in the general population and represent a significant diagnostic challenge in clinical practice. Although the majority of thyroid nodules are benign, a subset carries a risk of malignancy, making accurate assessment critically important. Ultrasound examination is the primary imaging modality for the evaluation of thyroid nodules; however, its diagnostic accuracy is highly dependent on operator experience and is characterized by substantial interobserver variability. These limitations may lead to an increased number of unnecessary invasive procedures, particularly fine-needle aspiration biopsies. In recent years, computer-aided diagnostic systems based on artificial intelligence (AI), particularly deep learning algorithms, have been extensively investigated to improve the accuracy and reproducibility of ultrasound diagnosis. A review of the current literature indicates that AI-based systems demonstrate high diagnostic performance in assessing the malignancy risk of thyroid nodules, especially by improving objectivity and reproducibility among clinicians with low or intermediate levels of experience. Furthermore, the use of AI reduces subjectivity in image interpretation, improves objective risk stratification, and reduces the number of unnecessary biopsies. At the same time, the clinical implementation of AI systems faces several challenges, including dependence on image quality, variability among ultrasound devices, and limited interpretability of algorithms. Overall, the available evidence suggests that AI should not be regarded as a tool that replaces physicians, but rather as an adjunctive technology that supports clinical decision-making.

Keywords: thyroid nodules, ultrasound imaging, artificial intelligence, deep learning, computer-aided diagnosis.

СУНЬИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ЁРДАМИДА ҚАЛҚОНСИМОН БЕЗ ТУГУНЛАРИНИ УЛЬТРАТОВУШ ДИАГНОСТИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ (АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ)

Саттаров Б.Б., Юсупалиева Г.А.

Тошкент давлат тиббиёт университети, Тошкент ш., Ўзбекистон

Резюме. Қалқонсимон без тугунлари умумий аҳоли орасида кенг тарқалган бўлиб, клиник амалиётда муҳим диагностик муаммо ҳисобланади. Қалқонсимон без тугунларининг аксарияти хавфсиз бўлса-да, айрим ҳолларда малигнизация хавфи мавжуд бўлиб, бу уларни аниқ ва ишончли баҳолашни ниҳоятда муҳим қилади. Ультрасонография қалқонсимон без тугунларини баҳолашда асосий тасвирлаш усули ҳисобланади; бироқ унинг диагностик аниқлиги оператор тажрибасига юқори даражада боғлиқ бўлиб, кузатувчилар ўртасида сезиларли даражадаги тафовутлар билан тавсифланади. Ушбу чекловлар, айниқса нозарур инвазив муолажалар, жумладан нозик игнали аспирацион биопсияларнинг кўпайишига олиб келиши мумкин. Сўнги йилларда сунъий интеллект (АИ) асосидаги, хусусан чуқур ўрганиш алгоритмларига таянган компьютер ёрдамида диагностика тизимлари ультратовуш диагностикасининг аниқлиги ва такрорланувчанлигини ошириш мақсадида кенг тадқиқ этилмоқда. Мавжуд адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, АИ асосидаги тизимлар қалқонсимон без тугунларининг малигнизация хавфини баҳолашда юқори диагностик самарадорликка эга бўлиб, айниқса наст ёки ўрта тажрибага эга шифокорлар орасида баҳолашининг объективлиги ва такрорланувчанлигини яхшилайди. Бундан ташқари, АИ тасвирларни талқин қилишдаги субъективликни камайтиради, хавфни объектив стратификациялашни яхшилайди ва нозарур биопсиялар сонини қисқартиришига ёрдам беради. Шу билан бирга, АИ тизимларини клиник амалиётга жорий этиш бир қатор муаммолар билан боғлиқ бўлиб, уларга тасвир сифати, ультратовуш аппаратлари ўртасидаги фарқлар ҳамда алгоритмларнинг чекланган тушунтирилувчанлиги киради. Умуман олганда, мавжуд далиллар АИ ни шифокорларни алмаштирувчи восита сифатида эмас, балки клиник қарор қабул қилиш жараёнини қўллаб-қувватловчи ёрдамчи технология сифатида кўриш лозимлигини кўрсатади.

Калит сўзлар: қалқонсимон без тугунлари, ультрасонография, сунъий интеллект, компьютер ёрдамида диагностика.

e-mail: sattarov.b@tashmeduni.uz, yusupaliyeva.g@tashmeduni.uz

Введение. Узлы щитовидной железы выявляются при ультразвуковом исследовании у 10–67 % взрослого населения, а по данным аутопсий их распространённость может достигать 50 % [1]. При этом лишь 9–15 % клинически выявленных узлов оказываются злокачественными [1,2]. Такое несоответствие повышает риск избыточных диагностических обследований и необоснованных инвазивных вмешательств. Ультразвуковое исследование является основным методом первичной оценки узлов щитовидной железы. Традиционный В-режим позволяет оценивать эхогенность, контуры и внутреннюю структуру узла, доплеровские методики используются для анализа васкуляризации, а эластография обеспечивает количественную оценку жёсткости тканей, тем самым расширяя диагностические возможности. Классические ультразвуковые признаки — форма узла, характер контуров, эхогенность и наличие микрокальцинатов — продемонстрировали связь со злокачественностью в многоцентровых исследованиях [1]. Однако для отдельных признаков отмечается широкий диапазон чувствительности и специфичности, что ограничивает общую диагностическую точность метода [1].

С целью оптимизации показаний к тонкоигольной аспирационной биопсии были разработаны системы риск-стратификации TI-RADS, EU-TIRADS и K-TIRADS [3–5]. Тем не менее в реальной клинической практике до 50 % узлов, подвергнутых биопсии, оказываются доброкачественными [6]. Кроме того, межнаблюдательное согласие при оценке ультразвуковых признаков обычно находится в диапазоне $k = 0,33–0,53$, что соответствует низкому или умеренному уровню согласованности [11]. Это свидетельствует о сохранении выраженной субъективности даже среди опытных специалистов.

В последние годы стремительное развитие алгоритмов искусственного интеллекта открыло новые возможности для преодоления указанных ограничений. В многоцентровых исследованиях системы на основе ИИ демонстрировали высокую диагностическую эффективность при дифференциации доброкачественных и злокачественных узлов щитовидной железы, достигая значений AUC 0,88–0,91, чувствительности 80–94 % и специфичности 70–90 % [6,7,9]. В частности, в крупном исследовании, включавшем 4572 узла, применение ИИ позволило правильно классифицировать 86,8 % доброкачественных узлов и снизить долю необоснованных биопсий с 68,5 % до 9,1 % [6].

В то же время существующие исследования существенно различаются по дизайну, используемым алгоритмам и клиническим условиям, что затрудняет формирование единых выводов. В связи с этим реальная клиническая роль ИИ в ультразвуковой диагностике узлов щитовидной железы остаётся предметом дискуссий.

Обсуждение. Анализ литературных данных свидетельствует о высокой диагностической эффективности систем искусственного интеллекта при оценке узлов щитовидной железы. Значения AUC 0,88–0,91, полученные в многоцентровых исследованиях, подтверждают сопоставимость результатов ИИ с показателями опытных врачей-рентгенологов [6,7,9,12]. Это позволяет рассматривать ИИ как надёжный инструмент поддержки клинического принятия решений.

Одним из ключевых клинических преимуществ ИИ является его высокая отрицательная прогностическая ценность. Возможность надёжного исключения доброкачественных узлов способствует существенному снижению числа инвазивных вмешательств. В ряде ретроспективных исследований показано значительное уменьшение доли необоснованных биопсий при использовании ИИ, что позволяет рассматривать его в качестве «фильтра» или «сторожевого» механизма в диагностическом процессе [6,10].

Наибольший клинический эффект от применения ИИ отмечается у специалистов с низким или средним уровнем опыта. В исследованиях продемонстрировано, что при использовании ИИ диагностические показатели менее опытных врачей существенно улучшаются и в отдельных случаях приближаются к результатам экспертов [7,9]. Независимо от усталости радиолога, индивидуального опыта или субъективной оценки, ИИ анализирует одно и то же изображение по единым критериям. Это имеет особое значение при применении балльных систем, таких как ACR TI-RADS или K-TIRADS, где интерпретация отдельных ультразвуковых признаков (например, микрокальцинатов или неровности контуров) подвержена субъективности.

Ряд исследований предлагает рассматривать системы ИИ как дополнение к оценке, основанной на TI-RADS. В частности, при узлах, относящихся к «серой зоне» (TR3–TR4), ИИ может предоставлять дополнительную информацию о риске злокачественности и тем самым уточнять показания к биопсии. Радиомический подход, в свою очередь, позволяет извлекать из ультразвуковых изображений сложные количественные признаки, недоступные визуальной оценке, что способствует дальнейшей объективизации риск-оценки.

Вместе с тем внедрение ИИ в клиническую практику сопряжено с рядом проблем. Алгоритмы, как правило, обучаются на высококачественных и тщательно размеченных данных, тогда как в реальных условиях ультразвуковые изображения могут значительно различаться в зависимости от аппарата, настроек и техники исследования. Это приводит к эффекту смещения домена (domain shift) и потенциальному снижению эффективности алгоритмов [8,12]. Кроме того, недостаточная интерпретируемость моделей («проблема чёрного ящика») остаётся существенным препятствием с точки зрения доверия врачей и клинической ответственности.

Будущие исследования должны быть ориентированы на многоцентровые, проспективные и проводимые в реальном времени клинические испытания. Перспективным направлением является также развитие подходов *aralash intellekt* (human-in-the-loop), при которых ИИ выполняет первичную оценку и скрининг, а окончательное решение подтверждается или корректируется специалистом. Развитие объяснимого искусственного интеллекта (Explainable AI, XAI), включая использование тепловых карт внимания (heatmaps), может способствовать повышению доверия клиницистов к таким системам.

Заключение. Имеющиеся научные данные свидетельствуют о том, что использование алгоритмов искусственного интеллекта при ультразвуковой оценке узлов щитовидной железы может повысить диагностическую точность и воспроизводимость результатов [6–9]. Наибольшую клиническую пользу такие системы приносят в практике специалистов с низким или средним уровнем опыта, способствуя снижению числа необоснованных инвазивных вмешательств.

В то же время ИИ следует рассматривать не как самостоятельный инструмент, заменяющий врача, а как мощную вспомогательную технологию, объективизирующую и количественно уточняющую процесс принятия клинических решений. В перспективе системы ИИ, работающие в реальном времени, обладающие высокой интерпретируемостью и стабильной эффективностью на различных ультразвуковых аппаратах и в разных популяциях, могут сыграть важную роль в эндокринологической радиологии.

Список литературы:

1. Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 2015 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid*. 2016;26(1):1–133. doi:10.1089/thy.2015.0020
2. Gharib H, Papini E, Garber JR, et al. ACR TI-RADS: White paper of the ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS) Committee. *J Am Coll Radiol*. 2017;14(5):587–595. doi:10.1016/j.jacr.2017.01.046
3. Russ G, Bonnema SJ, Erdogan MF, Durante C, Ngu R, Leenhardt L. European Thyroid Association Guidelines for Ultrasound Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules in Adults: The EU-TIRADS. *Eur Thyroid J*. 2017;6(5):225–237. doi:10.1159/000478927
4. Shin JH, Baek JH, Chung J, et al. Ultrasonography diagnosis and imaging-based management of thyroid nodules: Revised Korean Society of Thyroid Radiology Consensus Statement. *Korean J Radiol*. 2016;17(3):370–395. doi:10.3348/kjr.2016.17.3.370
5. Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, et al. ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): White paper of the ACR TI-RADS Committee. *AJR Am J Roentgenol*. 2017;208(3):587–595. doi:10.2214/AJR.16.17603
6. Peng S, Liu Y, Lv W, et al. Deep learning-based artificial intelligence model to assist thyroid nodule diagnosis: A multicenter diagnostic study. *Radiology*. 2021;298(2):416–425. doi:10.1148/radiol.2020201963
7. Park VY, Han K, Seong YK, et al. Diagnosis of thyroid nodules: Performance of a deep learning convolutional neural network model vs radiologists. *Radiology*. 2019;293(3):1–10. doi:10.1148/radiol.2019190073
8. Liu X, Faes L, Kale AU, et al. A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging. *Lancet Digit Health*. 2019;1(6):e271–e297. doi:10.1016/S2589-7500(19)30123-2
9. Sohn YM, Kim JH, Kim SY, et al. Diagnostic performance of artificial intelligence-based computer-aided diagnosis for thyroid nodules. *Ultrasound Med Biol*. 2020;46(7):1675–1684. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2020.03.02
10. Zhao WJ, Fu LR, Huang ZM, et al. Effectiveness evaluation of computer-aided diagnosis system for the diagnosis of thyroid nodules on ultrasound. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(32):e16379. doi:10.1097/MD.00000000000016379
11. Grani G, Lamartina L, Ascoli V, et al. Interobserver agreement of various thyroid imaging reporting and data systems. *Thyroid*. 2018;28(8):1–9. doi:10.1089/thy.2017.0424
12. Karakitsos P, Cochand-Priollet B, Guillausseau PJ, et al. Computer-assisted diagnosis of thyroid lesions using artificial neural networks. *J Clin Endocrinol Metab*. 1996;81(10):3624–3629. doi:10.1210/jcem.81.10.8855827

Для цитирования: Саттаров Б.Б., Юсупалиева Г.А. Совершенствование ультразвуковой диагностики узлов щитовидной железы с использованием искусственного интеллекта (обзор литературы) // Вестник фундаментальной и клинической медицины. – 2026. – № 1(21). – С. 554–557. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18397243>