

УДК 616-073.082.4:004.8

UDC 616-073.082.4:004.8

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В СКРИНИНГОВОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ: СОВРЕМЕННОЕ
СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

**PERSPECTIVITIES OF ARTIFICIAL
INTELLIGENCE USING IN SCRINNING
SONOGRAPHY: MODERN CONDITION
AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT**

Валиев Сослан Таймуразович
ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия

Valiev Soslan Taimurazovich
SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia

Развитие технологий искусственного интеллекта – один из ключевых факторов трансформации современной медицинской визуализации. Ультразвуковое исследование, наиболее распространенный метод лучевой диагностики, характеризуется высокой операторозависимостью и вариабельностью интерпретации результатов. Обоснована необходимость внедрения алгоритмов машинного обучения и глубоких нейронных сетей в скрининговые ультразвуковые программы.

В статье проанализированы современные достижения в области применения искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике, оценена возможность его использования в скрининговых исследованиях и определены перспективы дальнейшего развития технологий.

Ключевые слова: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА, СКРИНИНГ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

The development of artificial intelligence is one of key factors of medical visualization transformation. Sonography as the most using ray diagnostic method is characterized by high operator-dependence and variability of results interpretation. The necessity of algorithm management and deep neuronets in screening sonography is suggested.

The article has analyzed the modern achievements of AI in sonography, assessed the opportunities of its using in screening methods and perspectives of technologies development.

Key words: ARTIFICIAL INTELLIGENCE T, SONOGRAPHY, SCRINNING, DEVICE EDUCATION, DEEP EDUCATION, NEURONET, MEDICAL VISUALIZATION

Введение

Скрининговые программы – важнейший инструмент раннего выявления заболеваний и снижения уровня смертности населения. Эффективность подобных программ во многом зависит от точности используемых методов диагностики, скорости обследования и доступности исследований квалифицированных специалистов [5].

Среди методов визуализации ультразвуковое исследование (УЗИ) занимает особое место благодаря безопасности, низкой стоимости и возможности многократного применения. Однако качество УЗИ существенно зависит от опыта врача, что приводит к межоператорской вариабельности и снижению воспроизводимости результатов [3].

Развитие искусственного интеллекта (ИИ) создает предпосылки для решения обозначенных проблем посредством автоматизации анализа изображений, стандартизации исследований и поддержки принятия диагностических решений [1, 2].

Цель исследования. Анализ современных достижений в области применения искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике, оценка возможностей его использования в скрининговых исследованиях и определение перспектив дальнейшего развития технологии.

Методология обзора

Анализ литературных источников выполнен на основании публикаций, индексируемых в PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar за период 2020–2026 гг. В поиск включали работы по ключевым словам: artificial intelligence, deep learning, machine learning, ultrasound, screening, diagnostic imaging.

Современные технологии искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике

Основу современных систем ИИ составляют методы машинного (ML) и глубокого (DL) обучения. Широкое распространение получили сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN), обеспечивающие автоматическое выделение признаков на изображениях без необходимости ручного программирования [1].

В настоящее время алгоритмы ИИ выполняют следующие задачи:

- автоматическое распознавание анатомических структур;
- сегментация органов и патологических образований;
- проведение стандартных измерений;
- классификация выявленных изменений;
- прогнозирование риска злокачественности;
- автоматизированное формирование протоколов исследования.

Современные обзоры показывают, что переход от классического машинного обучения к глубоким нейронным сетям способствовал значительному повышению точности ультразвукового анализа и появлению дополнительных возможностей для автоматической диагностики [1, 2].

Применение ИИ в скрининге заболеваний щитовидной железы

Щитовидная железа – одна из наиболее изученных областей применения ИИ в УЗ-диагностике.

Согласно данным крупного метаанализа 2025 г., включавшего более 134 тыс. пациентов и свыше 158 тыс. узловых образований, системы искусственного интеллекта продемонстрировали чувствительность около 89 % и специфичность 84 % при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных узлов. Площадь под ROC-кривой достигала 0,93.

Подобные показатели позволяют рассматривать ИИ как эффективный инструмент предварительной сортировки пациентов и стандартизации систем TIRADS в массовых скрининговых программах[6].

Искусственный интеллект в скрининге заболеваний молочной железы

Перспективное направление – автоматизированный анализ ультразвуковых изображений молочных желез.

По данным систематического обзора, включившего 16 исследований и 9238 пациенток, диагностическая эффективность алгоритмов глубокого обучения при анализе ультразвуковых изображений молочной железы оказалась сопоставимой с результатами опытных врачей-рентгенологов и специалистов ультразвуковой диагностики. В ряде исследований алгоритмы показали более высокую специфичность по сравнению с заключениями экспертов при сохранении аналогичной чувствительности.

Дополнительный интерес представляет использование искусственного интеллекта в автоматизированном ультразвуковом скрининге молочных желез. Согласно систематическому обзору 34 исследований 2025 г. лучшие алгоритмы классификации достигали площади под ROC-кривой (AUC) до 0,976. Это свидетельствует о крайне высокой способности различать доброкачественные и злокачественные образования. Авторы подчеркивают необходимость дальнейшей внешней валидации моделей на популяционных скрининговых выборках [7, 8].

Технология приобретает особую актуальность в условиях дефицита специалистов ультразвуковой диагностики и при реализации программ массового обследования населения [7].

Применение ИИ в акушерском скрининге

В акушерстве искусственный интеллект используют для автоматической оценки биометрических параметров плода, определения срока беременности и выявления врожденных пороков развития.

Согласно систематическому обзору и метаанализу 2025 г., включавшему 15 исследований и данные 30 121 плода, ИИ-модели при выявлении

врожденных пороков сердца продемонстрировали объединенную чувствительность – 89 % и специфичность – 91 %. При этом результаты алгоритмов оказались сопоставимы с заключениями экспертов и превосходили показатели специалистов с недостаточным опытом работы.

Дополнительно обосновано, что при выявлении отдельных видов кардиальных аномалий чувствительность алгоритмов достигала 92 %. Это свидетельствует о высоком потенциале использования ИИ в программах пренатального скрининга. Несмотря на обнадеживающие результаты, большинство существующих моделей пока не прошло полноценную внешнюю валидацию и предусматривают дальнейшее изучение в условиях реальной клинической практики. Интеграция технологий искусственного интеллекта направлена на повышение выявляемости критических врожденных пороков развития на ранних сроках беременности и снижение зависимости результатов исследования от квалификации оператора [9].

Скрининг заболеваний печени

В последние годы активно развивается направление автоматизированного анализа изображений печени, включая оценку стеатоза, фиброза и очаговых образований.

Согласно систематическому обзору 2024 г., объединившему результаты 41 исследования, большинство разработанных алгоритмов применяли для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных очаговых образований печени. Заявленная точность различных моделей варьировала от 58,6 до 98,9 %, при этом эффективные результаты демонстрировали алгоритмы глубокого обучения, использующие данные контрастно-усиленного ультразвукового исследования. Несмотря на высокие показатели диагностической эффективности, авторы обзора отмечают, что большинство исследований выполнено на одноцентровых выборках, а полноценная внешняя валидация проведена в ограниченном числе работ.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном потенциале применения искусственного интеллекта для повышения точности ультразвукового скрининга заболеваний печени и раннего выявления злокачественных новообразований [10].

Потенциальные преимущества внедрения ИИ в скрининговое УЗИ:

1. Повышение диагностической точности.

Искусственный интеллект способен выявлять сложные закономерности на изображениях и уменьшать вероятность диагностических ошибок.

2. Снижение операторозависимости.

Автоматизация измерений и анализа способствует стандартизации исследования независимо от опыта специалиста.

3. Оперативность обследования.

Автоматическое распознавание структур и выполнение измерений сокращают время исследования.

4. Повышение доступности медицинской помощи [1, 2].

Использование портативных ультразвуковых устройств совместно с алгоритмами ИИ открывает дополнительные возможности для проведения скрининга в удаленных и малонаселенных регионах. Перспективным считают развитие интеллектуальных систем поддержки исследований непосредственно на уровне point-of-care ultrasound (POCUS) [11].

Основные ограничения технологии

Несмотря на впечатляющие результаты, активное внедрение ИИ обусловлено рядом проблем:

- недостаточная внешняя валидация многих моделей;
- ограниченная репрезентативность обучающих выборок;
- отсутствие единых международных стандартов оценки алгоритмов;
- юридическая неопределенность распределения ответственности;
- проблема интерпретируемости решений нейронных сетей.

Перспективным направлением решения этой проблемы считают развитие объяснимого искусственного интеллекта (Explainable AI, XAI), позволяющего визуализировать признаки, на основании которых алгоритм принимает диагностическое решение [4].

Перспективы развития

В ближайшие годы прогнозируют переход от систем поддержки принятия решений к полностью интегрированным интеллектуальным ультразвуковым платформам [1, 11].

Вероятные направления развития алгоритмов ИИ в ультразвуковой диагностике:

- автоматическое позиционирование датчика;
- контроль качества сканирования в реальном времени;
- автоматическое формирование протокола исследования;
- интеграция с электронными медицинскими картами;
- использование мультимодальных моделей, объединяющих изображения, клинические данные и текстовую информацию.

Дополнительный потенциал обусловлен применением больших языковых моделей для автоматического формирования заключений и клинических рекомендаций [1].

Заключение

Искусственный интеллект – важный элемент ультразвуковой диагностики. Наиболее убедительные результаты получены при обследовании щитовидной железы, молочных желез, печени и в акушерском скрининге. Современные алгоритмы демонстрируют диагностическую эффективность, сопоставимую с показателями опытных специалистов и способны существенно повысить доступность скрининговых программ.

Несмотря на сохраняющиеся технические и организационные ограничения, дальнейшее развитие технологий машинного обучения и накопление клинических данных свидетельствуют, что искусственный интеллект – один из ключевых инструментов повышения качества и эффективности ультразвуковой диагностики в ближайшие десятилетия.

Список литературы

1. Artificial Intelligence in Ultrasound Imaging: A Review of Progress from Machine Learning to Large Language Model / *X. Chen, Y. Wang, H. Li* [et al.] // *Advanced Ultrasound in Diagnosis and Therapy*. – 2025.
2. Deep learning approaches for classification tasks in medical X-ray, MRI, and ultrasound images: a scoping review // *BMC Medical Imaging*. – 2025.
3. *Dietrich C. F.* Ultrasound imaging: principles, limitations and operator dependence / *C. F. Dietrich, M. Sharma, R. N. Gibson* // *Medical Ultrasonography*. – 2022.
4. Explainable Artificial Intelligence (XAI) for Oncological Ultrasound Image Analysis: A Systematic Review / *C. Jin, H. Chen, Y. Zhang* // *Applied Sciences*. – 2024.
5. World Health Organization. Screening programmes: a short guide. Geneva: WHO, 2023.
6. *Wang Z.* [et al.] Diagnostic Performance of Ultrasound Characteristics-Based Artificial Intelligence Models for Thyroid Nodules: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Journal of Medical Internet Research*. – 2025.
7. Artificial Intelligence for Breast Ultrasound: AJR Expert Panel Narrative Review // *American Journal of Roentgenology*. – 2024.
8. Artificial intelligence-enhanced handheld breast ultrasound for screening: a systematic review of diagnostic test accuracy // *European Radiology*. – 2025.
9. Применение искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике врожденных пороков развития плода: обзор / *А. В. Поморцев, Ю. Ю. Дьяченко, М. А. Матосян* [и др.] // *Digital Diagnostics*. – 2026;7(1):87–98.
10. Artificial Intelligence for Contrast-Enhanced Ultrasound of the Liver: A Systematic Review // *Ultrasound in Medicine & Biology*. – 2024.
11. Artificial Intelligence-Enabled Point-of-Care Echocardiography: Bringing Precision Imaging to the Bedside // *Current Atherosclerosis Reports*. – 2025.