

УДК 618.19-616-006+004.891.3

UDK 618.19-616-006+004.891.3

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА В РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПРАКТИКЕ ПРИ МАММОГРАФИИ НА БАЗЕ
КРАЕВОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ БОЛЬНИЦЫ № 2**

**EXPERIENCE IN APPLYING ARTIFICIAL
INTELLIGENCE IN RADIOLOGICAL
PRACTICE FOR MAMMOGRAPHY
IN REGIONAL CLINIC HOSPITAL № 2**

Сухорукова Елена Александровна – канд. мед. наук,
доцент

*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»;
ГБОУ ВО «Кубанский государственный
медицинский университет», Краснодар, Россия*

Sukhorukova Elena Alexandrovna – MD

*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»;
SBEA HE «Kuban state medical university»,
Krasnodar, Russia*

Голубых Елена Евгеньевна

*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия*

Golubykh Elena Evgenievna

*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia*

Мирошниченко Виктория Андреевна

*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия*

Miroshnichenko Viktoria Andreevna

*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia*

Быстревская Валерия Сергеевна

*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,
Краснодар, Россия*

Bystrevskaya Valeria Sergeevna

*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,
Krasnodar, Russia*

Рак молочной железы – ведущая онкологическая патология у женщин. Маммография – ключевой метод ранней диагностики заболеваний – имеет важное значение для повышения уровня выживаемости пациентов.

В статье представлены результаты внедрения алгоритмов искусственного интеллекта в анализ маммографических изображений в Краевой клинической больнице № 2.

Breast cancer (BC) is the leading oncologic pathology in women. The mammography as an early diagnostics method is critical for improving survival rates.

The article presents the results of implementing of artificial intelligence (AI) algorithms in the analysis of mammographic images at the Regional Clinical Hospital № 2.

Ключевые слова: РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, МАММОГРАФИЯ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, СКРИНИНГ

Key words: BREAST CANCER, MAMMOGRAPHY, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, SCREENING

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) – ведущая онкологическая патология у женщин. Ранняя диагностика с помощью маммографии имеет критически важное значение для повышения уровня выживаемости [2]. В условиях роста числа скрининговых исследований и кадрового дефицита врачей-рентгенологов технологии искусственного интеллекта (ИИ) – ключевой инструмент оптимизации диагностики [4, 8]. В Краевой клинической больнице № 2 (ККБ № 2) внедрены алгоритмы ИИ для анализа маммографических изображений, что позволило оценить их эффективность в клинической практике.

Цель исследования

Проанализировать количество случаев успешной обработки маммограмм с помощью ИИ, выявить число ошибочных и правильных результатов. Оценить влияние ИИ на точность диагностики и рабочую нагрузку врачей.

Материал и методы

База исследования: рентгеновское отделение ККБ № 2.

Период исследования: октябрь 2025 г. – март 2026 г.

Материал:

- ретроспективный анализ 6450 маммографических исследований (цифровые маммограммы);
- данные двойного чтения: первичное с помощью алгоритмов ИИ – инструмента для решения рутинных задач, второе – врачом-рентгенологом.

Методы:

Ключевые ИИ-сервисы в этой области – программные комплексы Celsus [5, 7]. Подобные системы работают в рамках Единого радиологического информационного сервиса (ЕРИС).

Алгоритм работы ИИ. Маммографический снимок загружают в систему, и нейросеть (компьютерное зрение) анализирует его в течение

нескольких секунд. Маркировка подозрительных зон: ИИ выделяет цветом (например, рамками) участки с микрокальцинатами, асимметрией или узлами, присваивая им индекс вероятности наличия злокачественного процесса.

Критерии оценки:

- количество правильно обработанных маммограмм (совпадение с золотым стандартом);
- число ложноположительных (ЛП) и ложноотрицательных (ЛО) результатов;
- чувствительность (Se), специфичность (Sp), общая точность (Acc);
- время анализа одного исследования до и после внедрения ИИ.

Статистический анализ результатов исследований включает: сравнение показателей до и после внедрения ИИ, расчет доверительных интервалов, оценку статистической значимости (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты статистического анализа

Параметр	Внедрение ИИ	
	до	после
Количество исследований	6450	6450
Время анализа одного исследования	20 мин	15 мин
Чувствительность (Se)	88,5 %	92,3 %
Специфичность (Sp)	86,7 %	89,4 %
Общая точность (Acc)	87,6 %	90,8 %
Результаты		
ложноположительные	412	305
ложноотрицательные	73	49

Пояснения к данным таблицы 1. Количество исследований (6 450) – общий объем выборки, используемый для анализа до и после внедрения ИИ.

Время анализа: сокращение периода исследования – с 20 до 15 мин (на 25 %) отражает оптимизацию рабочего процесса благодаря автоматизации периода первичного анализа ИИ. Это позволяет врачам обрабатывать больший объем исследований в единицу времени без потери качества диагностики.

Чувствительность (Se) – доля верно выявленных патологических случаев до применения ИИ – 88,5 %; после – 92,3 % (рост случаев на 3,8 %). Это означает, что ИИ помогает выявлять больший объем реальных случаев патологии при снижении риска пропуска заболеваний.

Специфичность (Sp) – доля верно классифицированных здоровых случаев до внедрения ИИ – 86,7 %; после – 89,4 % (рост показателей на 2,7 %).

Повышение специфичности исследования снижает количество необоснованных направлений на дополнительные обследования.

Общая точность (Acc) – доля всех правильно классифицированных случаев: до применения ИИ – 87,6 %; после – 90,8 % (рост составил 3,2 %). Ложноположительные (ЛП) результаты: снижение с 412 до 305 случаев (на 26 %) свидетельствует об уменьшении числа ошибочных подозрений на патологию.

В результате снижается нагрузка на пациентов и систему здравоохранения, сокращается количество ненужных биопсий и консультаций. Ложноотрицательные (ЛО) результаты: уменьшение с 73 до 49 случаев (на 33 %) свидетельствует о значительном снижении риска пропустить реальные патологии. Это критически важный показатель для скрининга РМЖ.

Обсуждение

Успешная обработка маммограмм. Применение искусственного интеллекта продемонстрировало высокую точность в выявлении патологических изменений, что подтверждено возрастанием показателей чувствительности и специфичности.

Основные типы ошибочного внедрения ИИ:

- ложные срабатывания при высокой плотности молочной железы (ACR C–D);
- пропуски микрокальцинатов в сложных анатомических зонах;

- ошибочная интерпретация артефактов (наличие имплантов или неправильная укладка).

Преимущества гибридной модели. Комбинация сценариев применения ИИ и двойного чтения врачом позволила снизить количество ложноотрицательных результатов на 33 % и сократить время проведения анализа на 25 %. Это особенно актуально в условиях кадрового дефицита, так как ИИ выполняет первичную фильтрацию, рутинную обработку данных. Врач анализирует сложные случаи.

Ограничения. Несмотря на высокую чувствительность ИИ не может заменить клиническое исследование врача. При получении неоднозначных результатов в 15 % случаев проводили дополнительное консилиумное обсуждение.

Выводы

Результаты внедрения алгоритмов ИИ для анализа цифровых маммографических изображений в ККБ № 2:

- значительное повышение точности диагностики благодаря снижению количества ложноотрицательных результатов;
- сокращение времени анализа исследований, что оптимизировало рабочую нагрузку на врачей;
- необходимость дальнейшего совершенствования алгоритмов для работы с высокоплотными молочными железами и сложными клиническими случаями.

Внедрение гибридной модели (алгоритм ИИ + двойное чтение врачом) демонстрирует оптимальный баланс между скоростью и качеством диагностики. Это подтверждает ее перспективность для масштабирования в других медицинских учреждениях.

Список литературы

1. Алиева Г. С. Анализ ключевых рентгенологических характеристик раннего инвазивного рака молочной железы стадий T1a-bN0M0 и DCIS / Г. С. Алиева, Г. П. Корженкова, И. В. Колядина // Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. – 2021; 4(1): 9–19. DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-1-9-19 <https://www.oncoradjournal.ru/jour/article/viewFile/153/131>
2. Всемирная организация здравоохранения. Рак молочной железы. Основные факты. – 2022 [Breast cancer. Key Facts] (accessed March 13, 2024) <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>
3. Колядина И. В. Скрининг рака молочной железы: мировой опыт и перспективы / И. В. Колядина, И. В. Поддубная, Д. В. Комов // Российский онкологический журнал. – 2015; 20(1): 42–46. <https://cyberleninka.ru/article/n/skrining-raka-molochnoy-zhelezy-mirovoy-opyt-i-perspektivy/viewer>
4. Двойной просмотр результатов маммографии с применением технологий искусственного интеллекта: новая модель организации массовых профилактических исследований / Ю. А. Васильев, И. А. Тыров, А. В. Владзимирский [и др.] // Digital Diagnostics. – 2023; 4(2): 93–104. <https://doi.org/10.17816/DD321423>.
5. Сравнительное исследование результатов анализа данных цифровой маммографии – системы на основе искусственного интеллекта «Цельс» и врачей-рентгенологов / П. И. Павлович, О. Ю. Бронов, А. А. Капнинский, Ю. А. Абович, Н. И. Рычагова // Digital Diagnostics. – 2021. – Т. 2. – № 2S. – С. 22–23. DOI: 10.17816/20212S222.
6. Современные системы поддержки принятия врачебных решений на базе искусственного интеллекта для анализа цифровых маммографических изображений / В. А. Солодкий, А. Д. Каприн, Н. В. Худнов [и др.] // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2023. – Т. 104, № 2. – С. 151–162. DOI: 10.20862/0042-4676-2023-104-2-151-162.
7. Компаративное исследование результатов анализа данных цифровой маммографии системы на основе искусственного интеллекта «Цельс» и врачей-рентгенологов / О. Э. Карпов [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического центра имени Н. И. Пирогова. – 2021. – Т. 16, № 2. – С. 86–92.
8. Искусственный интеллект как фактор повышения эффективности оценки цифровых маммограмм при скрининге рака молочной железы / Э. Г. Аревшатян [и др.] // Вестник Росздравнадзора. – 2022. – № 5. – С. 45–50.