

Статья поступила в редакцию 9.07.2024 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2024-3-87-92 EDN: UGWXSC

Информация для цитирования:

Колпинский Г.И., Вайман Е.Ф., Шкарабуров А.С., Вилкина Е.В., Корабельников Н.С. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МАММОГРАФИИ НА БАЗЕ КЛИНИЧЕСКОГО КОНСУЛЬТАТИВНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА // Медицина в Кузбассе. 2024. №3. С. 87-92.

Колпинский Г.И., Вайман Е.Ф., Шкарабуров А.С., Вилкина Е.В., Корабельников Н.С.Клинический консультативно-диагностический центр имени И.А. Колпинского,
Кемеровский государственный медицинский университет,
г. Кемерово, Россия

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МАММОГРАФИИ НА БАЗЕ КЛИНИЧЕСКОГО КОНСУЛЬТАТИВНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

Цифровые технологии прочно вошли в современную лучевую диагностику, предоставляя врачам поистине безграничные возможности работы с цифровыми архивами медицинских изображений (рентгеновскими, МСКТ, МРТ, УЗИ, ПЭТ) в плане динамической оценки развития патологического процесса и эффективности лечения больных, дистанционное (телемедицинское) консультирование полученных удаленным доступом изображений. Между тем, самым ответственным для медиков является поэтапное внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ), на который возлагают функции виртуальной оценки полученных медицинских изображений, иными словами, постановки диагноза. При наличии безусловных преимуществ искусственного интеллекта (скорость обработки цифрового изображения, высвобождение времени врача-диагноста), медицинское сообщество вероятно столкнется с определенными рисками, которые предстоит устранять для достижения конечных целей в рамках повышения качества и доступности медицинской помощи.

Цель – «Обучение» ИИ в описании маммограмм, оценка возможностей при внедрении инструментов ИИ в описании маммограмм.

Материалы и методы. Кабинетные исследования.

Результаты. На основе систематизации информации, полученной в ходе предварительного исследования, определены основные положительные и негативные стороны при внедрении инструментов ИИ в диагностике болезней молочных желез по системе BI-RADS (Breast imaging-reporting and data system).

Обсуждение. Внедрение ИИ в систему диагностики заболеваний молочных желез сопровождается определенным спектром рисков, связанных с неточностью данных, защищенностью данных и этической стороной вопроса.

Заключение. Собранные и систематизированные данные исследований кабинетов маммографии ГАУЗ ККДЦ им. И.А. Колпинского и мнения экспертов представляют собой ценный материал для формулирования рекомендаций по внедрению инструментов ИИ в здравоохранение Кузбасса.

Ключевые слова: цифровая маммография; искусственный интеллект

Kolpinsky G.I., Vayman E.F., Shkaraburov A.S., Vilkina E.V., Korabelnikov N.S.Clinical Consulting and Diagnostic Center named after I.A. Kolpinsky,
Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

THE EXPERIENCE OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MAMMOGRAPHY BASED ON THE CLINICAL ADVISORY DIAGNOSTIC CENTER

Digital technologies have firmly entered into modern radiation diagnostics, providing doctors with truly limitless opportunities to work with digital archives of medical images (X-ray, MSCT, MRI, ultrasound, PET) in terms of dynamic assessment of the development of the pathological process and the effectiveness of patient treatment, remote (telemedicine) counseling of images obtained by remote access. Meanwhile, the most responsible thing for doctors is the phased introduction of artificial intelligence (AI) technologies, which are entrusted with the functions of virtual evaluation of the received medical images, in other words, diagnosis. In the presence of the unconditional advantages of artificial intelligence: the speed of digital image processing, the release of the time of the diagnostician, the medical community is likely to face certain risks that must be eliminated in order to achieve the final goals within the framework of improving the quality and accessibility of medical care.

Goal – Training of AI in the description of mammograms, assessment of opportunities for the introduction of AI tools in the description of mammograms.

Materials and methods. Desk research.

Results. Based on the systematization of information obtained during the preliminary study, the main positive and negative sides were identified when implementing AI tools in the diagnosis of breast diseases using the BI-RADS (Breast imaging-reporting and data system) system.

Discussion. The introduction of AI into the system of diagnosis of breast diseases is accompanied by a certain range of risks associated with inaccuracy of data, data security and the ethical side of the issue.

Conclusion. The collected and systematized data from the mammography rooms of the I.A. Kolpinsky Clinical Consulting and Diagnostic Center and the opinions of experts are valuable material for formulating recommendations on the introduction of AI tools in Kuzbass healthcare.

Key words: digital mammography; artificial intelligence

Опыт работы с маммограммами сотрудников центра насчитывает 28 лет. С 2018 года диагностика болезней молочных желез проводится по BI-RADS классификации. Центр оснащен двумя цифровыми маммографами: SIEMENS и Маммо-4-МТ с системой томосинтеза. На базе отдела регулярно обучаются клинические ординаторы, врачи и рентгенолаборанты.

В данной работе учитывались данные скринингового обследования в соответствующих возрастных группах женщин.

Маммография каждой молочной железы выполнялась в 2-х стандартных проекциях: прямой (краниокаудальной СС) и косой (медиолатеральной МЛО). Укладку и съемку молочных желез осуществляли высоко квалифицированные рентгенолаборанты, имеющие стаж работы не менее 10 лет.

15 декабря 2023 года на базе маммологического центра ГАУЗ ККДЦ им. И.А. Колпинского для анализа маммографических исследований была внедрена в эксплуатацию ИИ-система «Цельс», функционирующая в 18 регионах РФ. «Цельс» – программа искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений, разработанная российской компанией «Медицинские скрининг системы». Компания занимается программным обеспечением для электронного анализа рутинных рентгенограмм, компьютерных томограмм органов грудной клетки и головного мозга.

В ходе данной работы изображения в формате DICOM направлялись в программу ИИ «Цейс». Интерфейс программы искусственного интеллекта совмещает в себе режим просмотра DICOM-изображений и режим анализа изображений.

«Цельс» анализирует маммограммы, оценивает плотность молочной железы по классификации ACR, детектирует и выделяет на изображении изменения при фиброзно-кистозной болезни, новообразованиях различной природы, определяет наличие увеличенных лимфоузлов, кальцинатов, выдает заключение по классификации BI-RADS.

С момента ввода в эксплуатацию системы искусственного интеллекта было проведено более 4000 исследований и все они были проанализированы алгоритмами «компьютерного зрения». Кроме этого, с помощью системы ИИ «Цельс» нами был проведен ретроспективный анализ 1000 маммографических изображений пациенток, направленных в ГАУЗ ККДЦ им. И.А. Колпинского по клиническим показаниям. Средний возраст таких пациенток составил 55 ± 5 лет.

Для статистического анализа взяты 359 случаев маммографического скрининга (1418 маммограмм с учетом 9 случаев односторонней мастэктомии).

Данные расхождений и совпадений мнений врача и ИИ изложены в таблицах 1-3.

Таблица 1
Процент выявляемости образований с учетом наибольшей категории исследования двух молочных желез, абс. (%)

Table 1
The percentage of the formation of formations taking into account the largest category of the study of two mammary glands, abs (%)

Категория BI-RADS	Врач	ИИ
1	60 (16,7)	121 (33,7)
2	214 (59,6)	135 (37,6)
3	65 (18,1)	82 (22,8)
4	20 (5,6)	16 (4,5)
5	-	5 (1,4)

Примечание: из них, совокупных совпадений – 173 (48,2 %); разногласий – 186 (51,8 %).

Note: of these, 173 (48.2 %) total coincidences; 186 (51.8 %) disagreements.

Таблица 2
Процент выявляемости образований в правой и левой молочных желез, абс. (%)

Table 2
The percentage of the formation of the right and left mammary glands, abs. (%)

Категория BI-RADS	Врач		ИИ	
	Правая МЖ	Левая МЖ	Правая МЖ	Левая МЖ
1	96 (26,9)	92 (26,1)	183 (51,3)	183 (52)
2	211 (59,1)	214 (60,8)	105 (29,5)	113 (32)
3	41 (11,5)	34 (9,7)	59 (16,6)	42 (12)
4	9 (2,5)	12 (3,4)	7 (2)	11 (3,1)
5	-	-	2 (0,6)	3 (0,9)

Примечание: из них, совпадения – справа 178 (50,1 %), слева 174 (49,3 %); разногласия – справа 177 (49,9 %), слева 179 (50,7 %).

Note: of these, the matches are on the right 178 (50.1 %), left 174 (49.3 %); disagreements are on the right 177 (49.9 %), left 179 (50.7 %).

Данные ГАУЗ КОМИАЦ Кемеровской области (Кузбасс), являющегося инициатором внедрения системы искусственного интеллекта при маммографии, основаны на данных, полученных при обследовании 3579 женщин во время скрининга рака молочной железы.

Таблица 3
Совокупный процент выявляемости образований в
правой и левой молочных железах, абс. (%)

Table 3

The cumulative percentage of the formation of formations
in the right and left mammary glands, abs (%)

Категория	Врач	ИИ
1	188, (26,5)	366, (51,6)
2	425, (60)	218, (30,7)
3	75, (10,5)	101, (14,4)
4	21 (3)	18, (2,5)
5	-	5, (0,8)

Примечание: всего пациенток – 359 (из них, 2 мастэктомии справа, 7 – слева); из них совпадения – 352 (49,7 %), разногласий – 356 (50,3 %).

Note: there were 359 patients in total (of them, 2 mastectomies on the right, 7 on the left); of these, 352 matches (49.7 %); 356 disagreements (50.3 %).

Истинно положительный (есть ЗНО, ИИ нашел ЗНО) – 257 (7,14 %);

Ложноположительный (нет ЗНО, ИИ нашел ЗНО) – 768 (21,34 %);

Истинно отрицательный (нет ЗНО, ИИ не нашел ЗНО) – 2374 (66,52 %);

Ложноотрицательный (есть ЗНО, ИИ не нашел ЗНО) – 180 (5 %).

Таким образом, чувствительность метода программного комплекса ИИ по оценке рентгенологов Кузбасса составила 73,66 %.

В качестве примеров интерпретации маммограмм искусственным интеллектом представляем следующий иллюстративный материал (рис. 1, 2, 3, 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт работы с программным обеспечением «Цельс» показал, что минимизация ошибок ИИ напрямую зависит от тщательности укладки МЖ во время съемки. Например, если тень соска проекционно наслаивается на ткани молочной железы, то это воспринимается программой как втянутый сосок, что влечет за собой интерпретацию изображения в пользу несуществующей злокачественной опухоли. Снижение или завышение контрастности изображений также могут повлечь за собой неточности при интерпретации программой, поэтому при «обучении» нами осуществлялся строгий контроль за выполнением маммограмм, т.к. искусственный интеллект не учится на своих ошибках. Разумеется, идеальное качество маммограмм должно гарантироваться и после внедрения системы ИИ в практику маммологической службы.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Рисунок 1
Врачом описаны признаки фиброзно-жировой инволюции обеих МЖ, BI-ARDS 1. Изображения обработаны ИИ:
сосуд принят за доброкачественное новообразование, BI-ARDS 2

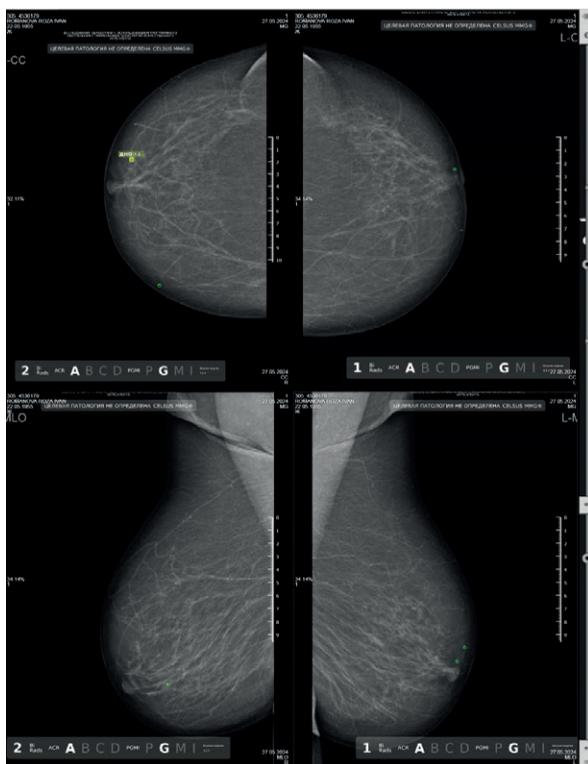


Figure 1
The doctor describes the signs of fibrous-fatty
involution of both MJ, BI-ARDS 1. The images were
processed by AI: the vessel was mistaken for a benign
neoplasm, BI-ARDS 2

Рисунок 2
Совпадение мнений врача и ИИ. Признаки фиброзно-жировой инволюции обеих МЖ, BI-ARDS 1



Figure 2
The coincidence of the opinions of the doctor and the AI. Signs of fibrous-fatty involution of both MJ, BI-ARDS 1

Рисунок 2
Совпадение мнений врача и ИИ. Признаки фиброзно-жировой инволюции обеих МЖ, BI-ARDS 1



Figure 2
The coincidence of the opinions of the doctor and the AI. Signs of fibrous-fatty involution of both MJ, BI-ARDS 1

Рисунок 4
 Врачом описаны признаки фиброзно-жировой инволюции обеих МЖ, BI-ARDS 1. Изображения обработаны ИИ: фиброз принят за злокачественное новообразование, BI-ARDS 4

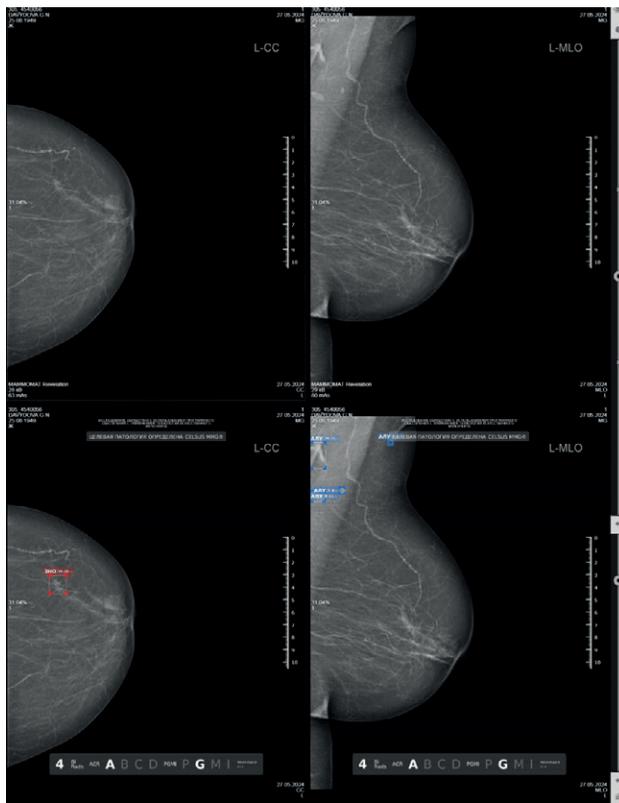


Figure 4
 The doctor describes the signs of fibrous-fatty involution of both MJ, BI-ARDS 1. The images were processed by AI: fibrosis was mistaken for a malignant neoplasm, BI-ARDS 4

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Kamynina NN, Medvedeva EI. Telemedicine services in Russia. *City Healthcare*. 2022; 3(1): 73-78. Russian (Камынина Н.Н., Медведева Е.И. Рынок телемедицинских услуг в России //Здоровье мегаполиса. 2022. Т. 3, № 1. С. 73-78.) doi: 10.47619/2713-2617.zm.2022.v.3i1;73-78
2. Alexandrova OA. Ot social'nogo blaga k biznes-modeli: social'ny'e riski global'noj transformacii zdavoohraneniya // Social'ny'e riski v sovremennom obshchestve: materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj onlajn-konferencii s mezhdunarodny'm uchastiem. Krasnoyarsk, 2020. S. 6-10. Russian (Александрова О.А. От социального блага к бизнес-модели: социальные риски глобальной трансформации здравоохранения //Социальные риски в современном обществе: матер. Всерос. науч.-практ. онлайн-конф. с междунар. участием. Красноярск, 2020. С. 6-10.)
3. Healthcare connects artificial intelligence. Russian (Здравоохранение подключает искусственный интеллект //РБК. URL: <https://plus.rbc.ru/news/60b769367a8aa93e70361a37> (дата обращения: 05.05.2023)
4. Trends in the digital transformation of healthcare in 2022 // Best Programmer. Russian (Тенденции цифровой трансформации здравоохранения в 2022 году //Best Programmer. URL: <https://bestprogrammer.ru/izuchenie/tendentsii-tsifrovoj-transformatsii-zdravoohraneniya-v-2022-godu>(дата обращения: 05.05.2023)

Сведения об авторах:

КОЛПИНСКИЙ Глеб Иванович, доктор мед. наук, профессор, главный врач ГАУЗ ККДЦ им. И.А. Колпинского, г. Кемерово, Россия.

E-mail: glebss@mail.ru

ВАЙМАН Евгений Федорович, канд. мед. наук, доцент, зав. кафедрой онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: evgeny1962@mail.ru

ШКАРАБУРОВ Александр Сергеевич, зав. отделом лучевой диагностики, ГАУЗ ККДЦ им. И.А. Колпинского, г. Кемерово, Россия.

E-mail: shkaraburov85@mail.ru

ВИЛКИНА Екатерина Викторовна, врач-маммолог, ГАУЗ ККДЦ им. И.А. Колпинского, г. Кемерово, Россия.

E-mail: evilkina97@mail.ru

Information about authors:

KOLPINSKY Gleb Ivanovich, doctor of medical sciences, professor, chief physician, Clinical Consulting and Diagnostic Center named after I.A. Kolpinsky, Kemerovo, Russia. E-mail: glebss@mail.ru

VAYMAN Evgeny Fedorovich, candidate of medical sciences, docent, head of the department of oncology, radiation diagnostics and radiation therapy, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: evgeny1962@mail.ru

SHKARABUROV Alexander Sergeevich, head of the department of radiation diagnostics, Clinical Consulting and Diagnostic Center named after I.A. Kolpinsky, Kemerovo, Russia. E-mail: shkaraburov85@mail.ru

VILKINA Ekaterina Viktorovna, mammologist, Clinical Consulting and Diagnostic Center named after I.A. Kolpinsky, Kemerovo, Russia.

E-mail: evilkina97@mail.ru

Сведения об авторах:

КОРАБЕЛЬНИКОВ Никита Сергеевич, врач-рентгенолог, ГАУЗ ККДЦ
им. И.А. Колпинского, г. Кемерово, Россия.
E-mail: korabelnikov79@gmail.com

Information about authors:

KORABELNIKOV Nikita Sergeevich, radiologist, Clinical Consulting
and Diagnostic Center named after I.A. Kolpinsky, Kemerovo, Russia.
E-mail: korabelnikov79@gmail.com

Корреспонденцию адресовать: ВАЙМАН Евгений Федорович, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России.
Тел: 8 (3842) 73-48-56 E-mail: evgeny1962@mail.ru