

ЗУКОВ Р.А.,

д.м.н., профессор, КГБУЗ «Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского», г. Красноярск, Россия; ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ, г. Красноярск, Россия, e-mail: zukov.ra@krasgmu.ru

КОМИССАРОВА В.А.,

КГБУЗ «Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского», г. Красноярск, Россия; ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ, г. Красноярск, Россия, e-mail: lera21734tkd@gmail.com

САФОНЦЕВ И.П.,

к.м.н., доцент, КГБУЗ «Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского», г. Красноярск, Россия; ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ, г. Красноярск, Россия, e-mail: safoncev@gmail.com

ЕВМИНЕНКО С.А.,

Министерство здравоохранения Красноярского края, г. Красноярск, Россия, e-mail: s.evminenko@kraszdrav.ru

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: ОПЫТ РЕГИОНА

DOI: 10.25881/18110193_2024_4_72

Аннотация. Цель: анализ результатов внедрения и использования изделия с технологией искусственного интеллекта (ИИ) в практике врачей-рентгенологов при проведении маммографического исследования. Материалы и методы: база данных пациентов, прошедших маммографическое исследование в рамках диспансеризации определенных групп взрослого населения и профилактических медицинских осмотров, снимки которых пересмотрены специалистами Референс-центра Красноярского краевого клинического онкологического диспансера (РЦ КККОД) и ИИ. Обработка результатов проводилась с использованием программного продукта StatTech 4.0.6. Дискордантность считалась для клинически значимых расхождений, при которых меняется тактика ведения пациента. Результаты: в Красноярском крае внедрение в практику врачей-рентгенологов ИИ при проведении маммографического исследования привело к увеличению диагностически сложных категорий BI-RADS 3,4, что повысило нагрузку на РЦ КККОД на 40,8%. При этом произошло снижение процента дискордантности на 1,9% в сравнении с периодом, когда ИИ не использовался в регионе, свидетельствуя о том, что врачи не просто соглашались с результатами ИИ и отправляют на пересмотр в РЦ КККОД, а анализируют полученное заключение ИИ, и ключевое решение остается за врачом-рентгенологом. Вывод: использование ИИ в практике врача-рентгенолога имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Отрицательные связаны в большинстве случаев с техническими и организационными проблемами, устранив которые можно добиться повышения качества маммографических исследований и их описания.

Ключевые слова: искусственный интеллект, рак молочной железы, заболеваемость, маммографические исследования, референс-центр, Красноярский край.

Для цитирования: Зуков Р.А., Комиссарова В.А., Сафонцев И.П., Евминенко С.А. Искусственный интеллект в диагностике рака молочной железы: опыт региона. Врач и информационные технологии. 2024; 4: 72-84. doi: 10.25881/18110193_2024_4_72.

ZUKOV R.A.,

DSc, Professor, FSBEI HE Prof. V.F. Voino-Yasenetsky KrasSMU MOH Russia, Krasnoyarsk, Russia; A.I. Kryzhanovsky Krasnoyarsk Territorial Clinical Oncology Dispensary, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: zukov.ra@krasgmu.ru

KOMISSAROVA V.A.,

A.I. Kryzhanovsky Krasnoyarsk Territorial Clinical Oncology Dispensary, Krasnoyarsk, Russia; FSBEI HE Prof. V.F. Voino-Yasenetsky KrasSMU MOH Russia, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: lera21734tkd@gmail.com

SAFONTSEV I.P.,

PhD, Associate Professor, FSBEI HE Prof. V.F. Voino-Yasenetsky KrasSMU MOH Russia, Krasnoyarsk, Russia; A.I. Kryzhanovsky Krasnoyarsk Territorial Clinical Oncology Dispensary, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: safoncev@gmail.com

EVMINENKO S.A.,

Ministry of Health of Krasnoyarsk Region, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: s.evminenko@kraszdrav.ru

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BREAST CANCER DIAGNOSIS: REGIONAL EXPERIENCE

DOI: 10.25881/18110193_2024_4_72

Abstract. Aim: to analyze the results of the implementation and use of a product with artificial intelligence (AI) technology in the practice of radiologists during mammographic examination.

Materials and methods: database of patients who underwent mammographic examination within the framework of medical examination of certain groups of the adult population and preventive medical check-ups, whose images were reviewed by specialists of the Reference Center of the Krasnoyarsk Regional Clinical Oncology Dispensary and AI. The results were processed using the StatTech 4.0.6 software. Discordance was considered for clinically significant discrepancies in which the patient's management tactics were changed.

Results: in the Krasnoyarsk Territory, the introduction of AI into the practice of radiologists during mammography examination led to an increase in diagnostically difficult categories of BI-RADS 3,4, which increased the workload on the Reference Center by 40.8%. There was a 1.9% decrease in the discordance rate compared to the period when AI was not used in the region, indicating that doctors are not simply accepting the AI results and sending them to the Reference Center for review, but are analyzing the resulting AI report, and the key decision rests with the radiologist. Conclusion: the use of AI in the practice of a radiologist has both positive and negative sides. The negative ones are mostly related to technical and organizational problems, eliminating which it is possible to improve the quality of mammographic studies and their description.

Keywords: Artificial intelligence, breast cancer, incidence, mammography studies, Reference Center, Krasnoyarsk Territory

For citation: Zukov R.A., Komissarova V.A., Safontsev I.P., Evminenko S.A. Artificial intelligence in breast cancer diagnosis: regional experience. Medical doctor and information technology. 2024; 4: 72-84. doi: 10.25881/18110193_2024_4_72.

ВВЕДЕНИЕ

Злокачественные новообразования (ЗНО) являются второй причиной смертности населения после болезней системы кровообращения во всем мире [1]. По данным международного агентства по исследованию рака в мире впервые выявлено почти 20 миллионов случаев ЗНО, что составляет 54 795 случаев рака в день, в то же время умирает от рака около 9,7 млн. человек [2].

Рак молочной железы (РМЖ) является ведущей онкологической патологией среди женского населения в структуре заболеваемости и смертности во всем мире. Так, в структуре заболеваемости среди женского населения распределение по локализациям следующее: РМЖ — 2,296 млн. случаев в 2022 году, что составляет 23,8% всех случаев ЗНО, рак легкого — 908 тыс. (9,4%), колоректальный рак — 856 тыс. (8,9%), рак шейки матки — 662 тыс. (6,9%), рак щитовидной железы — 614 тыс. случаев (6,4%). От РМЖ в 2022 году умерло более 666 тыс. человек, что составляет 15,4% смертей от ЗНО. Далее следует рак легкого — 584 тыс. человек (13,5%), колоректальный рак — 404 тыс. (9,4%), рак шейки матки — 348 тыс. (8,1%), рак желудка — 232 тыс. (5,4%) [2].

В Красноярском крае в 2022 году зарегистрировано 1 649 случаев заболевания РМЖ (10 у мужчин и 1 639 у женщин), его доля в общей структуре заболеваемости составила 11,9% от всех случаев ЗНО. Среди женского населения РМЖ занимает первое место — 23,3%. Максимальное число заболевших приходится на возрастной период 60–74 лет — 46,9%. При этом стоит отметить прирост числа впервые выявленных случаев среди молодых женщин в возрасте до 40 лет, которые не входят в скрининговую программу, направленную на выявление ЗНО на ранних стадиях, на 28,3% в сравнении с 2021 годом (с 106 случаев в 2021 году до 136 случаев в 2022) [3].

Наиболее эффективным является популяционный скрининг, примером которого является скрининг РМЖ с помощью маммографического (ММГ) исследования обеих молочных желез в двух проекциях с двойным прочтением рентгенограмм 1 раз в 2 года. В такой скрининг включены женщины от 40 до 75 лет. Согласно Европейским рекомендациям по обеспечению качества скрининга и диагностики РМЖ, маммограммы

должны читаться независимо двумя рентгенологами в связи с тем, что двойное чтение повышает чувствительность скринингового теста на 5–15% и влияет на способность выявлять ЗНО [4, 5].

Обнаружение микрокальцинатов, на долю которых приходится 25% всех непальпируемых образований, очень сильно зависит от компетенции врача-рентгенолога. Два независимых просмотра ММГ снимка двумя врачами повышают чувствительность скрининга [6]. Если заключения обоих специалистов об отсутствии рака совпадают, то пациент освобождается до следующего скринингового обследования. В случае, когда оба специалиста заподозрили ЗНО, пациент направляется на дообследование [7].

Вне зависимости от уровня и степени подготовки специалистов, участвующих в программе скрининга, постоянно должен осуществляться контроль качества проведения и описания ММГ обследований с подозрением на ЗНО в молочной железе специалистами ММГ референс-центра (РЦ) [8, 9].

Одним из инструментов, позволяющих повысить точность диагностики и выявляемость РМЖ, в настоящее время является использование в повседневной практике врача-рентгенолога медицинских изделий для принятия врачебных решений на базе искусственного интеллекта (ИИ) [10].

Кроме того, в условиях кадрового дефицита, с которым сталкивается ряд медицинских организаций (МО), ИИ может использоваться для реализации двойного чтения ММГ исследований. Замена одного рентгенолога точным алгоритмом ИИ потенциально может улучшить показатели выявления РМЖ, либо может использоваться как дополнительное чтение к уже имеющимся двум. При этом алгоритмы ИИ не уступают по чувствительности, специфичности и точности в результатах интерпретации ММГ прочтению маммограмм двумя врачами рентгенологами [10].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ результатов внедрения и использования изделия с технологией ИИ в практике врачей-рентгенологов при проведении ММГ исследования в Красноярском крае.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Красноярском крае с 01.06.2022 на базе Красноярского краевого клинического онкологического диспансера им. А.И. Крыжановского (КККОД) был организован РЦ по двойному прочтению цифровых ММГ снимков категории BI-RADS 3,4, установленных при первом чтении в МО первичного звена. Заявки на повторное чтение формируются МО через региональную телемедицинскую систему (ПТС), специалисты РЦ КККОД в региональном архиве медицинских изображений (РАМИ) запрашивают ММГ снимок пациента с протоколом описания и выставленной категорией BI-RADS для повторного прочтения ММГ снимка и принятия решения о тактике ведения пациента. Главными задачами РЦ являются: экспертное прочтение ММГ, контроль качества ММГ снимков и качества укладки пациента, консультативная помощь в интерпретации сложных случаев, проведение телемедицинских консультаций с федеральным национальным медицинским исследовательским центром, обучение и стажировка специалистов края.

В регионе, начиная с 2024 года, введен ИИ-сервис для диагностики признаков РМЖ при ММГ «Цельс Маммография», разработанный компанией ООО «Медицинские скрининг системы» (Регистрационное удостоверение медицинского изделия № РЗН 2021/14449 от 27.05.2021, CE Mark). Система детектирует и выделяет на изображении злокачественные и доброкачественные новообразования, кальцинаты, лимфоузлы, фиброзно-кистозную мастопатию, утолщения кожи, втянутые соски. Для подозрительного образования выделяет квадрант находки. ИИ-сервис определяет категорию по шкале BI-RADS, плотность ткани молочной железы по ACR и качество исследования по шкале PGMI.

В регионе разработана модель, включающая алгоритмы принятия решений о маршрутизации пациента по данным ММГ заключений, полученных от врача-рентгенолога и ИИ. Данная модель закреплена в региональном приказе Министерства здравоохранения Красноярского края № 627-орг от 22.04.2024 [11].

1. Отсутствие клинически значимых расхождений.

Первое описание ММГ проводит ИИ. Второй просмотр исследования проводит врач-рентгенолог МО. Врач-рентгенолог может руководствоваться результатами триажа, разметкой и заключением ИИ при выставлении своего заключения. В случае установки категории BI-RADS 0-2 и отсутствия клинически значимых расхождений (когда в двух заключениях нет категории BI-RADS 3 и выше) ММГ исследование считается завершенным (рис. 1).

2. Наличие клинически значимых расхождений.

Первое описание ММГ проводит ИИ. Второй просмотр исследования проводит врач-рентгенолог МО. Так как врач может оценить ММГ снимки в динамике, может учесть особенности архитектоники, участки асимметрии, отличить особенности укладки, когда складка воспринимается ИИ как участок утолщения, то в случае расхождения заключений ИИ и врача-рентгенолога — приоритет у врача. В случае, когда между врачом-рентгенологом и ИИ есть клинически значимое расхождение (BI-RADS 3 и выше) или врач-рентгенолог и ИИ выставили категорию BI-RADS 3 и выше, решение о направлении снимка в РЦ КККОД остается за врачом (рис. 2).

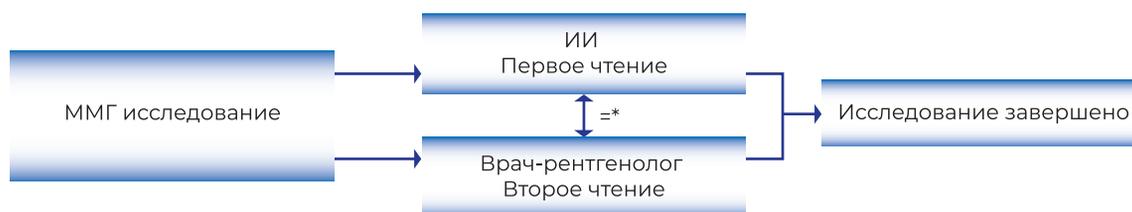


Рисунок 1 — Схема проведения ММГ исследования при отсутствии клинически значимых расхождений между рентгенологом и ИИ. * — клинически значимых расхождений при выставлении категории BI-RADS нет.

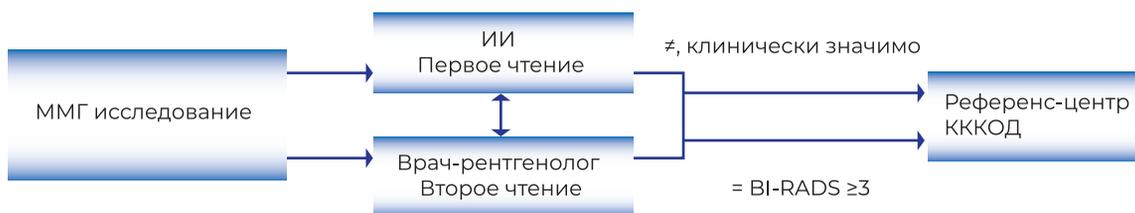


Рисунок 2 — Схема проведения ММГ исследования при наличии клинически значимых расхождений между рентгенологом и ИИ.

Внедрение и использование сервисов ИИ утверждено в ряде Федеральных нормативных документов. Так, в Постановлении Правительства Российской Федерации от 28.12.2023 № 235 «О программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов» указано, что средние нормативы финансовых затрат на единицу объема медицинской помощи для проведения профилактических медицинских осмотров (ПМО) и диспансеризации определенных групп взрослого населения (ДОГВН) за счет средств ОМС установлены с учетом в том числе расходов, связанных с использованием систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР) при проведении ММГ [12]. В письме Министерства Здравоохранения Российской Федерации от 19.02.2024 № 31-2/200 так же сказано, что в случае оказания соответствующей медицинской помощи в субъекте Российской Федерации установленный тариф на оплату ММГ с учетом расходов, связанных с использованием СППВР, не должен превышать размер тарифа на оплату ММГ обеих молочных желез в двух проекциях с двойным прочтением рентгенограмм [13].

Для анализа работы с ИИ в регионе были ретроспективно использованы следующие базы данных: список пациентов, прошедших ММГ исследование в рамках ДОГВН и ПМО, а также информация о том, был ли использован ИИ специалистами первичного звена при проведении данного исследования (на основании принятого к оплате реестра); список пациентов, снимки которых пересмотрены специалистами РЦ КККОД. Благодаря этим источникам выстраивается логическая последовательность диагностики РМЖ в рамках ДОГВН и инструменты, которыми пользуются МО для уточнения диагноза и дальнейшей

маршрутизации пациента. Сопоставление баз в формате Excel проводилось по ключевым полям, совпадающим во всех источниках, с применением функции «ВПР». Еще одна база данных, которая использовалась при проведении данного исследования, была обезличенная, в ней содержалась информация о работе ИИ (о количестве снимков, которые были просмотрены ИИ и о категории, выставленной ИИ). Данную базу удалось получить благодаря совместной работе разработчиков ИИ и специалистов краевого медицинского информационно-аналитического центра. Обработка результатов проводилась с использованием программного продукта StatTech 4.0.6. Дискордантность считалась для клинически значимых расхождений, при которых меняется тактика ведения пациента. Она рассчитывалась по формуле, где в числителе ставится интересующая категория BI-RADS, в знаменателе сумма из числителя и категорий, при которых не меняется маршрутизация пациента, далее это соотношение умножалось на 100%.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В Красноярском крае в рамках ПМО и ДОГВН для МО, имеющих цифровой маммограф, введен тариф на оплату услуги А06.30.002.000.001 «Описание и интерпретация рентгенографических изображений с применением искусственного интеллекта». Сумма тарифа 250 рублей на ММГ в рамках ДОГВН и ПМО. Данный подход позволяет популяризировать и стимулировать медицинских работников активнее использовать сервисы ИИ в практике.

При этом, несмотря на наличие нормативной базы, доступность системы ИИ, для каждой МО региона отмечается ряд дефектов, влияющих на эффективность работы ИИ и маршрутизацию пациентов.

За период январь-апрель 2024 года в Красноярском крае было проведено 20 517 исследований, из них на основании реестров-счетов на оплату услуги А06.30.002.000.001 «Описание и интерпретация рентгенографических изображений с применением искусственного интеллекта» было направлено только 5 360, таким образом, МО края недополучено около 4 млн. рублей.

Первая причина: МО не подают реестры на оплату услуги, так как приравнивают это к дублированию оплаты ММГ исследования в рамках ДОГВН. Вторая причина: неправильная подача реестров — услуга не принимается к оплате, если реестр на ММГ подан не в комплексном посещении ДОГВН.

Также одним из барьеров внедрения и анализа работы ИИ является отсутствие инструмента контроля, позволяющего оценить степень использования врачом-рентгенологом заключений ИИ. На данный момент отсутствует интеграция МИС с ИИ, и ММГ заключение автоматически не подгружается в МИС, врачам-рентгенологам необходимо повторно открывать РАМИ для ознакомления с заключением ИИ. Приравнивать количество принятых к оплате реестров по услуге «Описание и интерпретация рентгенографических изображений с применением искусственного интеллекта» к количеству просмотренных заключений врачом-рентгенологом не корректно, поскольку в реестр не интегрирована информация о повторном переходе к ММГ снимку в РАМИ.

С целью повышения качества проведения и интерпретации ММГ исследований специалистами регионального РЦ проводится аналитическая работа по подсчету дискордантности

между МО и РЦ КККОД — клинически значимые расхождения между входящим сигналом (категория BI-RADS, выставленная специалистами первичного звена) и исходящим сигналом (категория BI-RADS, выставленная специалистами РЦ КККОД). За 2023 год процент дискордантности составлял 28,4%, за 6 месяцев 2024 процент дискордантности снизился до 26,5%. При этом произошло увеличение общего числа ММГ исследований, направленных в РЦ на пересмотр, на 40,8% (6 месяцев 2023 года — 3 295 исследований, 6 месяцев 2024 года — 4 640 исследований).

Начиная с апреля 2024 года, проводится расчет и анализ дискордантности между ИИ и РЦ и между ИИ и специалистами первичного звена. В таблице 1 приведены расчеты процента дискордантности за период май-июнь 2024 года между МО и РЦ (26,1%), между МО и ИИ (26,8%), между ИИ и РЦ (26,5%). При этом наиболее значимыми являются клинически значимые расхождения — изменение категории BI-RADS, при которой меняется тактика ведения пациента.

Процент расхождения между сравниваемыми группами находится на одном уровне, что подчеркивает сложность принятия решения при тактике ведения пациентов с категорией BI-RADS 3,4 при первом прочтении в рамках ДОГВН и ПМО. При этом процент завышения категории BI-RADS, выставленной МО (36,3%), обратно пропорционален проценту занижения категории, выставленной ИИ (36,1%), — в среднем 36,2%, и, наоборот, процент занижения категории BI-RADS, выставленной МО (20,8%), обратно пропорционален проценту завышения категории, выставленной ИИ (21,5%), — в среднем 21,2%.

Таблица 1 — Дискордантность ММГ заключений

МО - РЦ КККОД				МО - ИИ				ИИ - РЦ КККОД			
BR МО	Кол-во ММГ	BR РЦ	Кол-во ММГ	BR МО	Кол-во ММГ	BR ИИ	Кол-во ММГ	BR ИИ	Кол-во ММГ	BR РЦ	Кол-во ММГ
1,2,3	1167	0-2	628	1,2,3	1167	0-2	268	1,2,3	964	0-2	536
		3	296			3	432			3	231
		4-6	243			4-6	251			4-6	197
4	653	4-5	417	4	653	4-5	298	4	465	4-5	284
		0-3	236			0-3	237			0-3	181
5	15	4-6	15	5	15	4-6	10	5	120	4-6	88
		0-3	0			0-3	3			0-3	32
Σ 1835, дискордантность 26,1%				Σ 1835, дискордантность 26,8%				Σ 1549, дискордантность 26,5%			

Таблица 2 — Категории BI-RADS, выставленные ИИ

Категория	Количество исследований	%
BI-RADS 1	4151	30,2
BI-RADS 2	5144	37,4
BI-RADS 3	3186	23,2
BI-RADS 4	1012	7,4
BI-RADS 5	260	1,9

Дополнительно проведен анализ количества проанализированных ИИ маммограмм и выставленных категорий BI-RADS отдельно для правой и левой молочных желез. Так, за май 2024 ИИ обработано 13 753 исследования, из них 4 198 исследований (30,5%) были с категорией BI-RADS 3,4 (таблица 2).

Стоит отметить, что в ряде случаев отсутствует возможность анализа работы ИИ в связи с несоблюдением стандарта описания ММГ исследований, некачественным заключением и укладкой пациентов в МО.

С целью решения данных проблем в Красноярском крае разработан единый протокол ММГ исследований, который внедрен на территории региона. Данное мероприятие необходимо для дальнейшей аналитической работы по сопоставлению заключений ИИ и МО с целью персонализированного прослеживания пути

пациентов при подозрении на ЗНО молочной железы.

Также еще одной из важных задач является оценка работы самого ИИ. Специалистами РЦ проводится сбор данных об ошибках системы поддержки принятия врачебных решений, основанных на технологиях ИИ, при обработке ММГ исследований, которые в дальнейшем передаются разработчику ИИ для дальнейшей работы и анализа.

Наиболее значимыми в данном случае являются клинически значимые ошибки, которые влияют на маршрутизацию пациента:

- занижение ИИ категории до BI-RADS 2 (ИИ видит образование, но помечает как доброкачественное) при наличии патологического образования, которое после было верифицировано, как злокачественное (рисунки 3 и 4).

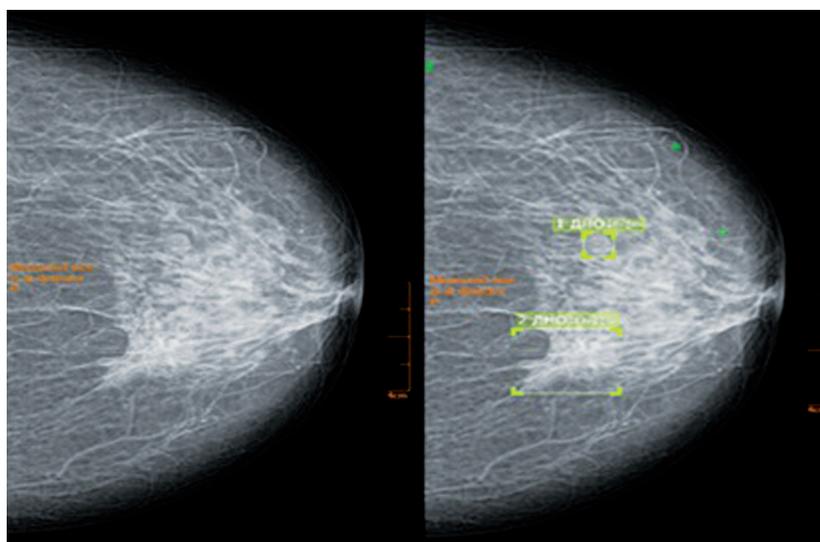


Рисунок 3 — ИИ — BI-RADS 2, РЦ КККОД — BI-RADS 4.

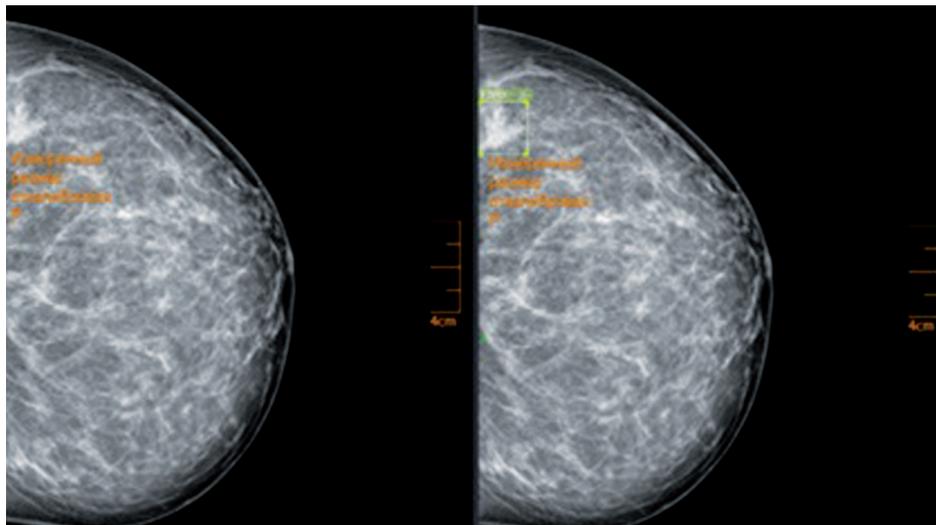


Рисунок 4 — ИИ — BI-RADS 2, РЦ КККОД — BI-RADS 4.

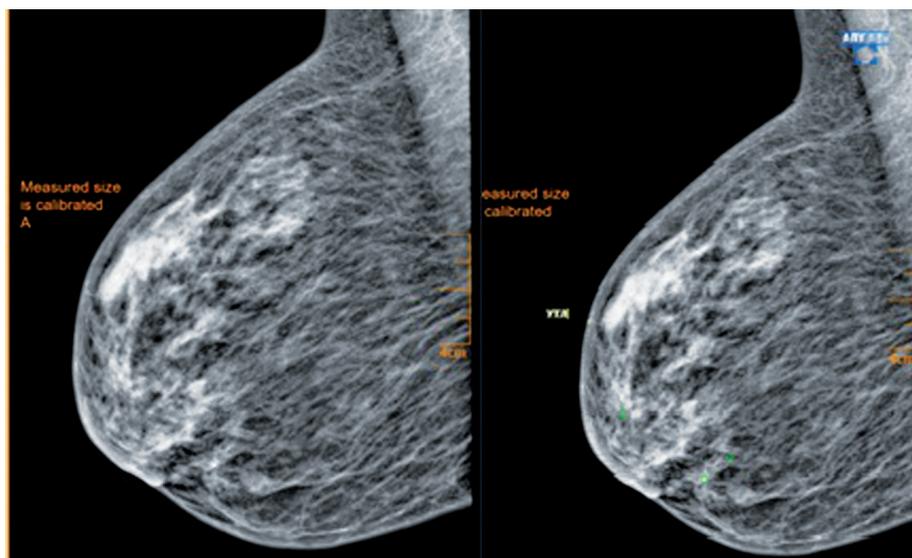


Рисунок 5 — ИИ — BI-RADS 3, РЦ КККОД — BI-RADS 1.

– завышение категории, ИИ интерпретирует артефакты или утолщение кожи как патологию (рисунок 5).

Также специалистами РЦ отмечено, что в ряде случаев ИИ трудно различает участки нарушения архитектоники и образования низкой интенсивности, не учитывает асимметрию структуры, некорректно оценивает качество снимков по критериям PGMI

(рисунки 6–11). Но это достаточно редкие случаи.

Остается открытым вопрос возможности ИИ проводить анализ ММГ изображений в динамике и сопоставлять изменения в двух проекциях. Данный функционал является важным критерием при формировании заключения о категории BI-RADS, но в настоящее время в ряде случаев остается не реализованным.

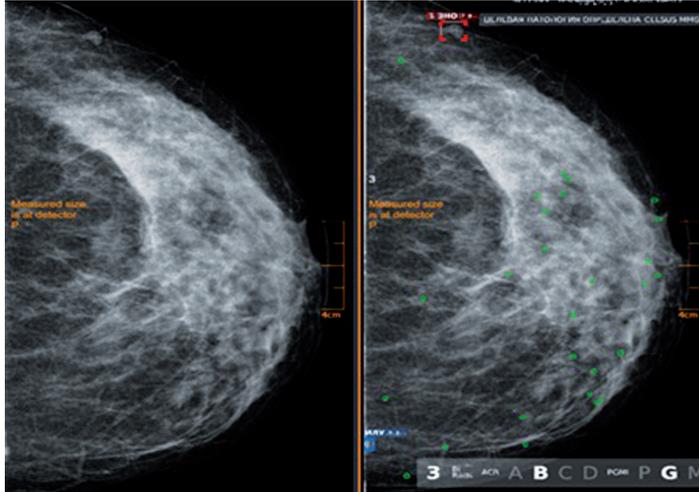


Рисунок 6 — ИИ — BI-RADS 4, РЦ КККОД — BI-RADS 2 (интрамаммарный лимфатический узел).

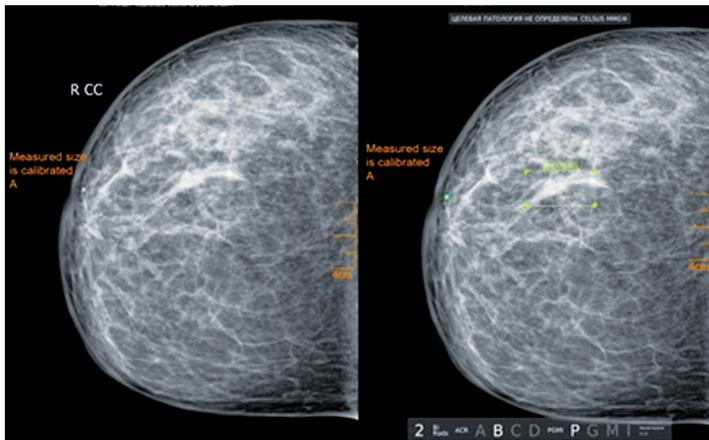


Рисунок 7 — ИИ — BI-RADS 2, РЦ КККОД — BI-RADS 4 (верифицированный протоковый рак G3, HR(-)Her2(+)).

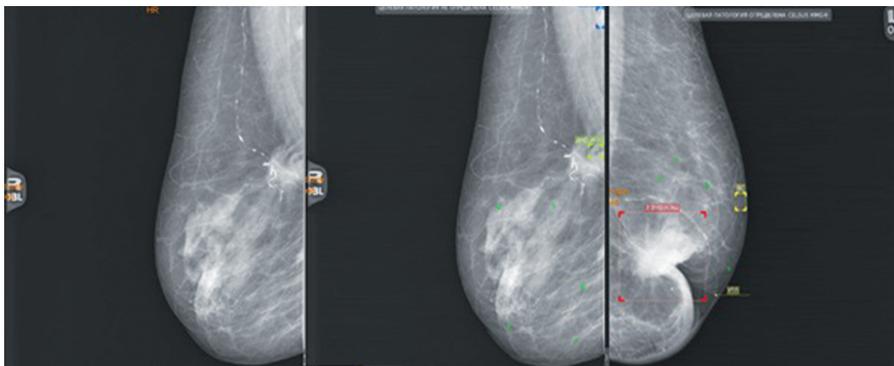


Рисунок 8 — ИИ не видит изменения справа.

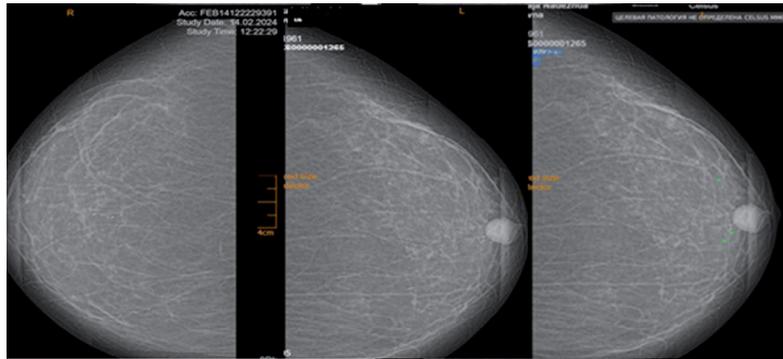


Рисунок 9 — ИИ принял образование слева за сосок.

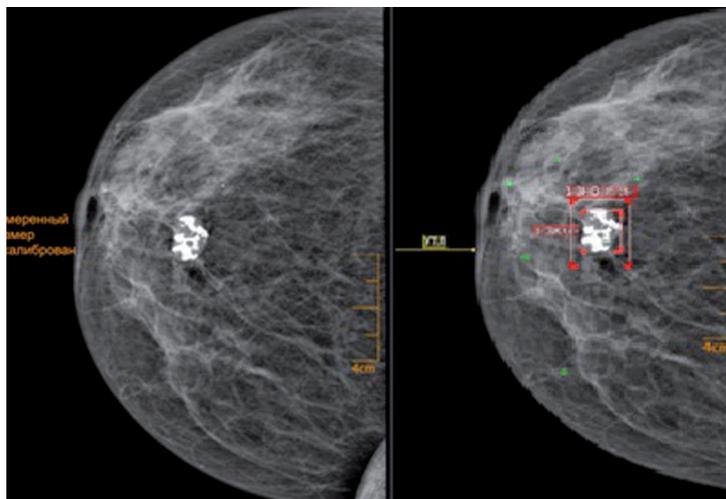


Рисунок 10 — ИИ — BI-RADS 5, РЦ КККОД — инволютивная фиброаденома.

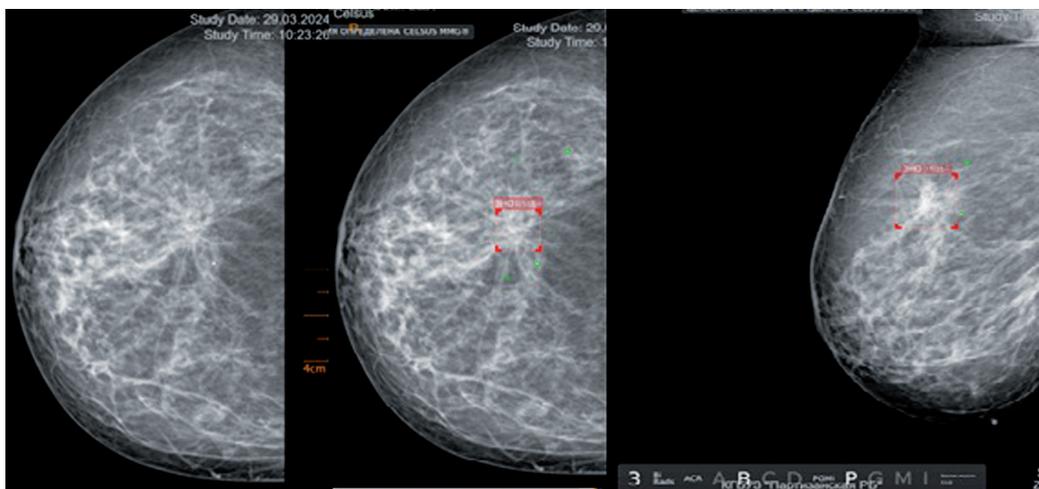


Рисунок 11 — ИИ — BI-RADS 3 (выделяет как ЗНО), РЦ КККОД — BI-RADS 5.

ОБСУЖДЕНИЕ

ИИ на сегодняшний день становится неотъемлемым помощником в работе врачей-рентгенологов. По данным коллектива авторов, опубликовавших работу «Итоги внедрения искусственного интеллекта в здравоохранении России», больше всего медицинских изделий с ИИ зарегистрировано для проведения ММГ исследований — 28, что говорит о большой востребованности ИИ-сервисов при проведении популяционных исследований [14]. Ретроспективные исследования показали, что использование систем ИИ в скрининге РМЖ может облегчить проблемы с рабочей нагрузкой на врачей-рентгенологов, при этом не потеряв эффективность этого скрининга, сохранив чувствительность и снизив количество ложноположительных результатов [15]. Коллектив авторов из научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий совместно с департаментом здравоохранения города Москвы статистически доказали, что использование программного обеспечения на основе технологий ИИ с целью автономного первого описания цифровых маммограмм способно обеспечить качество диагностики, не уступающее двойному описанию снимков врачами-рентгенологами и даже превышающее его [16].

Кроме того, возможность для врача-рентгенолога увидеть разметку и заключение ИИ помогает отметить подозрительные образования и сократить время на формирование заключения [17]. Карпов О.Э., Броннов О.Ю., Капнинский А.А. и др. в своей работе на примере ИИ «Цельс» сравнивали заключения ИИ и врачей-рентгенологов [18]. Чувствительность ИИ при обнаружении злокачественной опухоли составила 92%. Авторами также отмечен функционал в виде обозначения подозрительных образований различными цветами в зависимости тяжести патологии и подведен итог, что технологии ИИ имеют большой потенциал в обнаружении ЗНО и могут быть эффективным помощником принятия решения для врачей-рентгенологов, занимающихся маммографией.

При проведении обзора не удалось найти публикаций по тематике применения систем поддержки принятия врачебных решений при ММГ исследованиях в субъектах Российской Федерации на предмет анализа использования

врачами-рентгенологами ИИ в реальной клинической практике путем сопоставления проведенных ММГ исследований и поданных на оплату реестров счетов о проведенной услуге. В регионах наблюдается большой разброс стоимости тарифов ОМС на описание и интерпретацию данных ММГ исследования с использованием ИИ. Так, в Ленинградской области стоимость услуги составляет 818,87 руб., а в Астраханской области — 221,8 руб. В Сибирском федеральном округе Красноярский край опережает Кемеровская область, где стоимость тарифа составляет 515 руб. [19].

ВЫВОДЫ

Таким образом, несмотря на имеющиеся трудности по внедрению и использованию сервисов ИИ, медицинские изделия для принятия врачебных решений на базе ИИ могут позволить решить такие задачи, как снижение временных затрат на описание исследований, повышение качества оказания медицинской помощи, уменьшение нагрузки на врачей. Так, в Красноярском крае выявляемость РМЖ на I–II стадии выросла с 77,8% в 2023 году до 79,2% по итогам 7 месяцев 2024 года, количество направленных в РЦ снимков увеличилось на 40,8%, а дискордантность составила 26,5% (2023 год — 28,4%). Также специалистами МО отмечается положительная динамика в части снижения нагрузки при двойном прочтении маммограмм и повышении самоконтроля при выставлении заключений BI-RADS в связи с возможностью использования обозначений квадрантов находки и заключений, сделанных ИИ.

При этом стоит отметить, что результат внедрения ИИ напрямую зависит от технической инфраструктуры: каналы связи, от которых зависит скорость передачи результатов исследования от медицинского оборудования до РАМИ, ИИ и обратной связи; серверная мощность, на которой работает ИИ, и мощность, на которой работают РАМИ; интеграции сервиса ИИ и МИС.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы и подготовке публикации.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Каприн А.Д., Александрова Л.М., Старинский В.В., Мамонтов А.С. Технологии диагностики и скрининга в раннем выявлении злокачественных новообразований // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. — 2018. — №1. — С.34-40. [Kaprin AD, Aleksandrova LM, Starinsky VV, Mamontov AS. Technologies for early diagnosis and screening in the early detection of malignant neoplasms. P.A. Herzen Journal of Oncology. 2018; 7: 34-40. (In Russ.)] doi: 10.17116/onkolog20187134-40.
2. Global Cancer Observatory. France: Data visualization tools for exploring the global cancer burden in 2022. International Agency for Research on Cancer: World Health Organization Available from: <https://gco.iarc.fr/today/home>. accessed 27.07.2024.
3. Зуков Р.А., Сафонцев И.П., Клименок М.П. и др. Состояние онкологической помощи населению Красноярского края в 2022 году. — К.: КрасГМУ; 2023. [Zukov RA, Safontsev IP, Klimenok MP, et al. The state of cancer care for the population of the Krasnoyarsk Territory in 2022. Krasnoyarsk: KrasSMU; 2023 (In Russ.)]
4. Chen Y, James JJ, Michalopoulou E, Darker IT, et al. Performance of Radiologists and Radiographers in Double Reading Mammograms: The UK National Health Service Breast Screening Program. *Radiology*. 2023; 306(1); 102-109. doi: 10.1148/radiol.212951.
5. Gommers JJJ, Abbey CK, Strand F, Taylor-Phillips S, et al. Optimizing the Pairs of Radiologists That Double Read Screening Mammograms. *Radiology*. 2023; 309(1); e222691. doi: 10.1148/radiol.222691.
6. Taylor-Phillips S, Jenkinson D, Stinton C, Wallis MG, et al. Double Reading in Breast Cancer Screening: Cohort Evaluation in the CO-OPS Trial. *Radiology*. 2018; 287(3); 749-757. doi: 10.1148/radiol.2018171010.
7. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 9 июня 2020 г. №560н «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований». Доступно по: <https://base.garant.ru/74632238>. Ссылка активна на 27.07.2024. [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated June 9, 2020 №560n «On approval of the Rules for conducting x-ray examinations». <https://base.garant.ru/74632238>. accessed 27.07.2024. (In Russ.)]
8. Приказ Министерства здравоохранения Красноярского края от 30.09.2021 №1824-орг «Об организации Референс-центра для двойного чтения маммографических исследований» Доступно по: <http://onkolog24.ru/ru/to-specialists/normative-base>. Ссылка активна на 27.07.2024. [Order of the Ministry of Health of the Krasnoyarsk Territory dated September 30, 2021 №1824-org «On the organization of a Reference Center for double reading of mammography studies». <http://onkolog24.ru/ru/to-specialists/normative-base>. accessed 27.07.2024. (In Russ.)]
9. Приказ Министерства здравоохранения Красноярского края от 06.08.2019 №936-орг «О маршрутизации пациенток с подозрением на рак молочной железы». Доступно по: <http://onkolog24.ru/ru/to-specialists/normative-base>. Ссылка активна на 27.07.2024. [Order of the Ministry of Health of the Krasnoyarsk Territory dated 08/06/2019 №936-org «On the routing of patients with suspected breast cancer». <http://onkolog24.ru/ru/to-specialists/normative-base>. accessed 27.07.2024. (In Russ.)]
10. Ahn JS, Shin S, Yanf Su-A, Park EK, et al. Artificial Intelligence in Breast Cancer Diagnosis and Personalized Medicine. *J Breast Cancer*. 2023; 26(5); 405-435. doi: 10.4048/jbc.2023.26.e45.
11. Приказ Министерства здравоохранения Красноярского края от 22.04.2024 №627-орг «О применении информационных технологий (систем) поддержки принятия врачебных решений при проведении маммографического исследования». Доступно по: <http://onkolog24.ru/ru/to-specialists/normative-base>. Ссылка активна на 27.07.2024. [Order of the Ministry of Health of the Krasnoyarsk Territory dated April 22, 2024 №627-org «On the use of information technologies (systems) to support medical decision-making when conducting mammography examinations». <http://onkolog24.ru/ru/to-specialists/normative-base>. accessed 27.07.2024. (In Russ.)]
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2023 г. №2353 (с изменениями и дополнениями). «О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов». Доступно по: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408223431>. Ссылка активна на 27.07.2024. [Decree of the Government of the Russian Federation of December 28, 2023 №2353 (as

- amended and supplemented). «On the program of state guarantees of free medical care to citizens for 2024 and for the planning period of 2025 and 2026». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408223431>. accessed 27.07.2024. (In Russ.)]
13. Письмо Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 февраля 2024 г. №31-2/200 «О методических рекомендациях по способам оплаты медицинской помощи за счет средств обязательного медицинского страхования». Доступно по: <https://base.garant.ru/408586489>. Ссылка активна на 27.07.2024. [Letter of the Ministry of Health of the Russian Federation dated February 19, 2024 №31-2/200 «On methodological recommendations on methods of paying for medical care using compulsory health insurance funds». <https://base.garant.ru/408586489>. accessed 27.07.2024. (In Russ.)]
 14. Ваньков В.В., Артемова О.Р., Карпов О.Э. и др. Итоги внедрения искусственного интеллекта в здравоохранении России // Врач и информационные технологии. — 2024. — №3. — С.32-43. [Vankov VV, Artemova OR, Karpov OE, et al. Results of the implementation of artificial intelligence in the Russian healthcare. Medical doctor and information technology. 2024; 3: 32-43 (In Russ.)] doi: 10.25881/18110193_2024_3_32.
 15. Lauritzen AD, Lillholm M, Lyng E, Nielsen M, et al. Early Indicators of the Impact of Using AI in Mammography Screening for Breast Cancer. Radiology. 2024; 311(3); e232479. doi: 10.1148/radiol.232479.
 16. Васильев Ю.А., Тыров И.А., Владзимирский А.В. и др. Двойной просмотр результатов маммографии с применением технологий искусственного интеллекта: новая модель организации массовых профилактических исследований. 2024. 4: 93-104. [Vasilev YA, Tyrov IA, Vladzimirskyy AV, et al. Double-reading mammograms using artificial intelligence technologies: A new model of mass preventive examination organization. 2024; 4: 93-104. (In Russ.)] doi: 10.17816/DD321423.
 17. Rodríguez-Ruiz A, Krupinski E, Mordang JJ, Schilling K, et al. Detection of Breast Cancer with Mammography: Effect of an Artificial Intelligence Support System. Radiology. 2019; 290(2); 305-314. doi: 10.1148/radiol.2018181371.
 18. Карпов О.Э., Бронов О.Ю., Капнинский А.А. и др. Компаративное исследование результатов анализа данных цифровой маммографии системы на основе искусственного интеллекта «Цельс» и врачей-рентгенологов. 2021. 16: 86-92. [Karpov OE, Bronov OY, Kapninskiy AA, et. al. Comparative study of data analysis results of digital mammography ai-based system «Celsus» and radiologists. analysis of clinical cases. 2021; 16: 86-92. (In Russ.)] doi: 10.25881/20728255_2021_16_2_86.
 19. Территориальный фонд обязательного медицинского страхования Кемеровской области — Кузбасса. С 2016 — 2024 ТФОМС Кемеровской области — Кузбасса. Доступно по: <https://www.kemoms.ru/novosti/53927/>. Ссылка активна на 25.10.2024. [Territorial'nyj fond obyazatel'nogo medicinskogo strahovaniya Kemerovskoj oblasti — Kuzbassa. С 2016 — 2024 TFOMS Kemerovskoj oblasti — Kuzbassa. <https://www.kemoms.ru/novosti/53927/>. accessed 25.10.2024. (In Russ.)]