

Искусственный интеллект как инструмент анализа и интерпретации маммограмм – путь к улучшению качества диагностики

Докладчик:

Дайнеко Е.А.

Врач-радиолог ГАУЗ СО «Свердловский областной онкологический диспансер»

Начальник отдела анализа и обработки медицинских изображений ООО «НИЦ Авантренд»

Актуальность.
Роль
скрининга в
решении
проблемы
рака
молочной
железы.

СТАТИСТИКА

1 место

занимает рак молочной железы в
рейтинге онкологических
заболеваний и причин смерти*

> 60

женщин умирает от этой болезни
ежедневно*

> 170

новых диагнозов ставится
каждый день*

*по данным Globocan (Cancer Incidence and mortality, women, Russia), А.Д. Каприна, В.В. Старинского (Состояние онкологической помощи населению России)

- Скрининг – инструмент выявления рака молочной железы на ранних стадиях у бессимптомных пациенток. Это способствует:
 1. Снижению летальности от рака молочной железы;
 2. Повышению количества органосохраняющих операций => улучшению качества жизни пациенток.

Скрининг рака молочной железы и ИИ

Без ИИ



ИИ



Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ



Источник: <https://mosmed.ai/ai/>

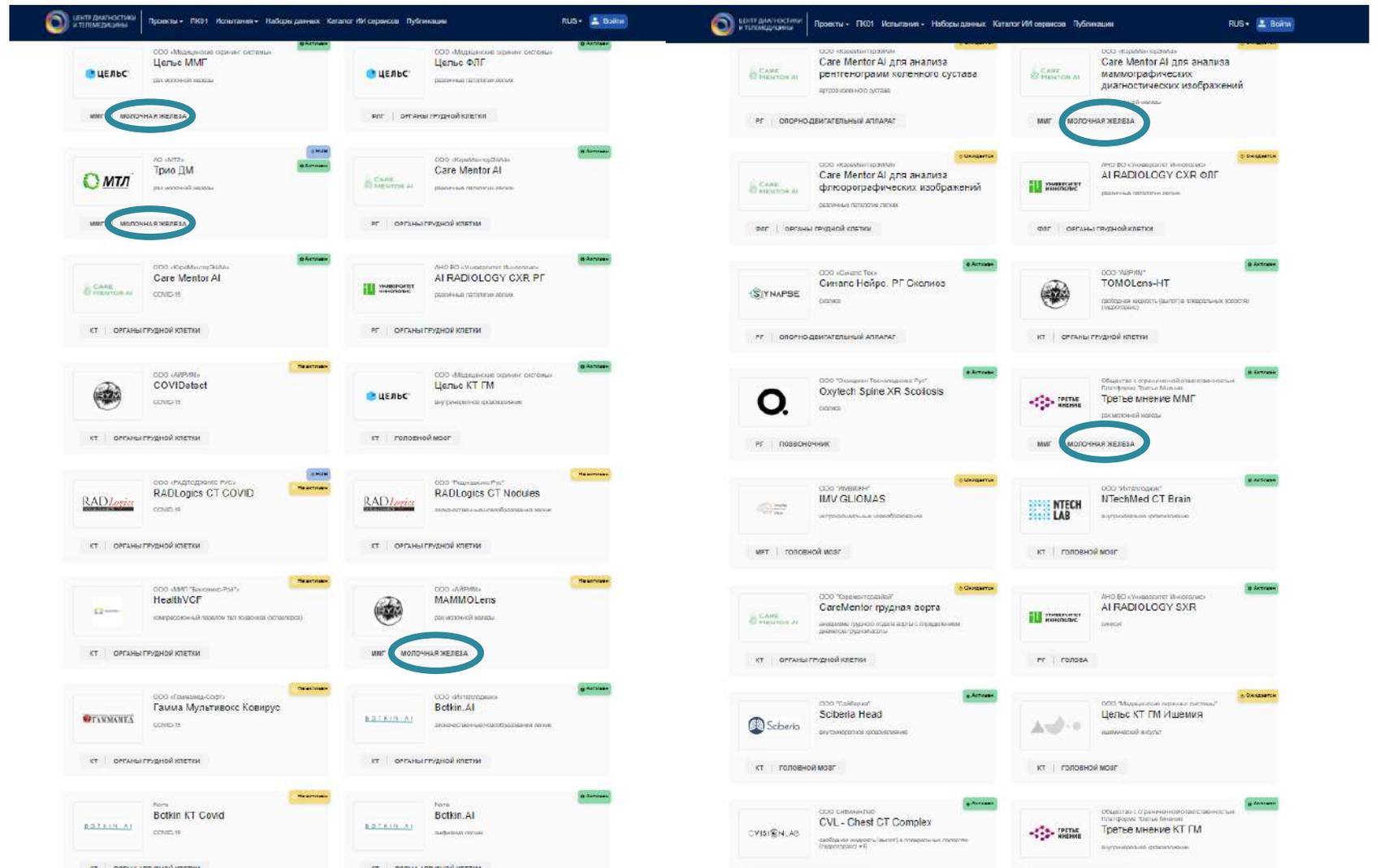
Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ



Источник: <https://mosmed.ai/ai/>

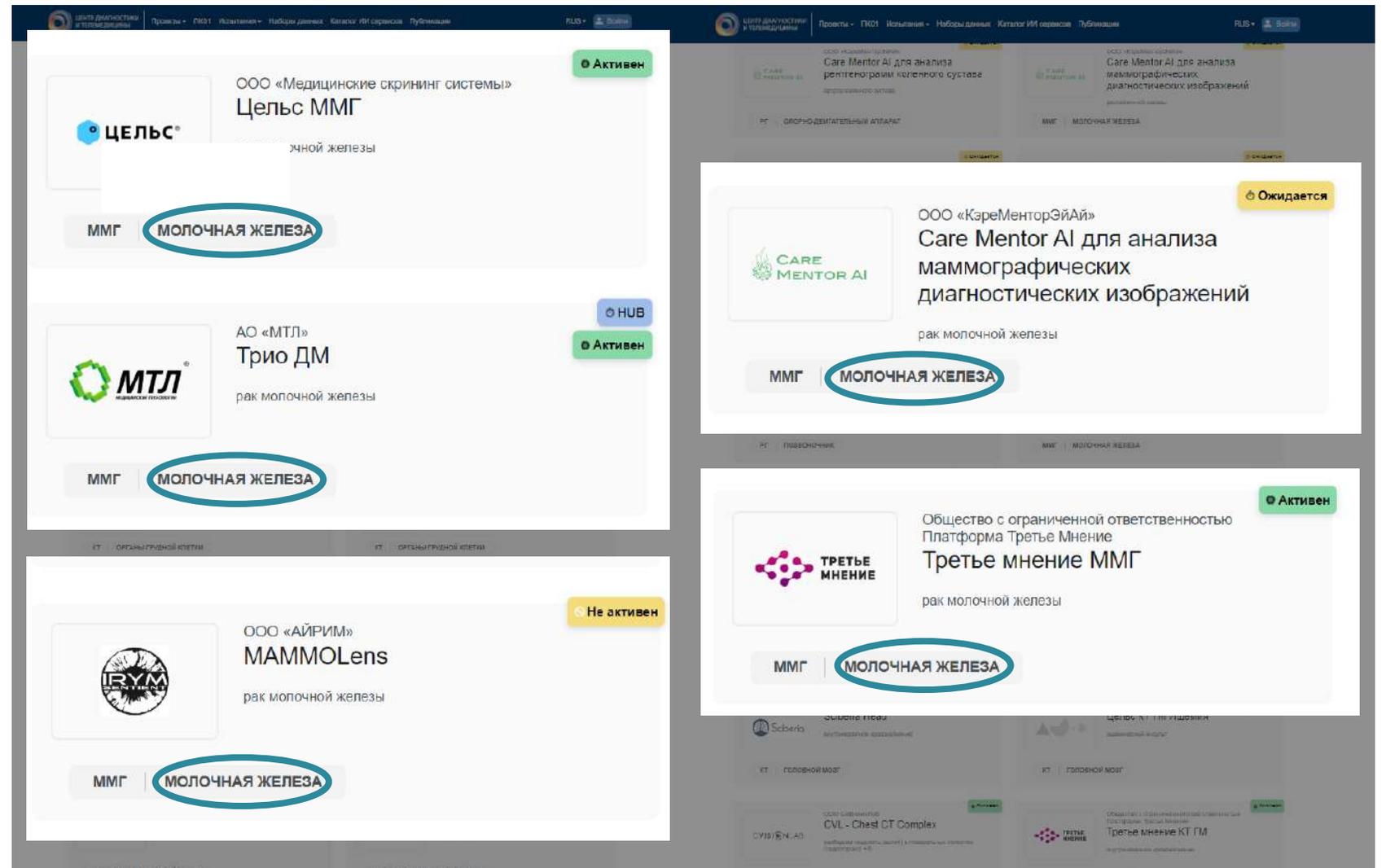
Каталог российских платформ ИИ для анализа интерпретации программ

Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ



Каталог российских платформ ИИ для анализа интерпретации программ

Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ



Менее 25% разработанных программных продуктов специализированы на анализе маммограмм

Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ

The screenshot displays a software interface for breast cancer screening analysis. The main area is divided into four quadrants, each showing a different view of a breast: RCC (Right Craniocaudal), LCC (Left Craniocaudal), RMLO (Right Mediolateral Oblique), and LMLO (Left Mediolateral Oblique). Each view includes a small inset showing the AI's detection of a lesion, with a red box highlighting the area. The interface also features a sidebar on the left with a list of image series, and a right sidebar with patient information and a detailed AI analysis report.

Пациентские данные:
ID пациента: Демо
ФИО: Анонимизировано
Дата рождения: Анонимизировано
Возраст: 47, Пол: Жен
Дата исследования: 04.10.2021 13:41:34

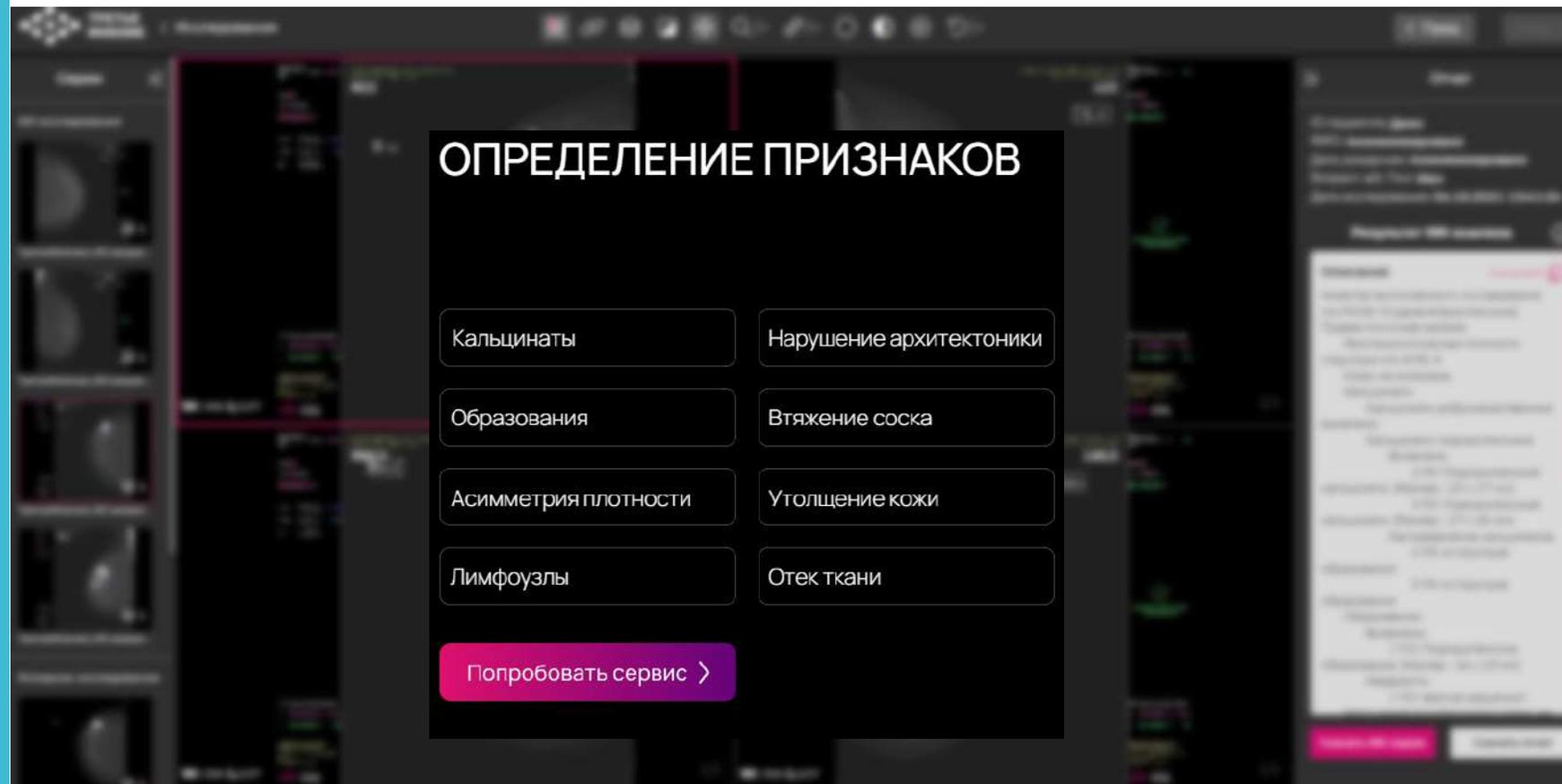
Результат ИИ-анализа

Описание

Качество выполненного исследования (по РСМ): М (удовлетворительное)
Правая молочная железа:
Рентгенологическая плотность структуры (по АСР): А
Кожа: не изменена
Кальцинаты:
Кальцинаты доброкачественные выявлены
Кальцинаты подозрительные:
Выявлены:
2 ПК: Подозрительные кальцинаты: (Размер - 23 x 17 мм)
3 ПК: Подозрительные кальцинаты: (Размер - 27 x 26 мм)
Распределение кальциатов:
2 ПК: в структуре образований
3 ПК: в структуре образований
Образования:
Образования:
Выявлены:
1 ПО: Подозрительное образование: (Размер - 34 x 29 мм)
Квадранты:
1 ПО: верхне-наружный квадрант

[Скачать ИИ-серии](#) [Скачать отчет](#)

Проблематика
использования
ИИ как
инструмента в
скрининге РМЖ



Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ

Описание Скопировать

Качество выполненного исследования (по PGMI): M (удовлетворительное)

Правая молочная железа:

- Рентгенологическая плотность структуры (по ACR): A
- Кожа: не изменена
- Кальцинаты:
 - Кальцинаты доброкачественные: выявлены
 - Кальцинаты подозрительные: Выявлены:
 - 2 ПК: Подозрительные кальцинаты. (Размер - 23 x 17 мм)
 - 3 ПК: Подозрительные кальцинаты. (Размер - 27 x 26 мм)
 - Распределение кальцинатов:
 - 2 ПК: в структуре образования
 - 3 ПК: в структуре образования
- Образования:
 - Образования: Выявлены:
 - 1 ПО: Подозрительное образование. (Размер - 34 x 29 мм)
 - Квадранты:
 - 1 ПО: верхне-наружный

Нарушение архитектоники ткани: не выявлено

Аксиллярные лимфатические узлы: не определяются

Втяжение соска: не выявлено

Асимметрия плотности: не выявлена

Отёк ткани: не выявлен

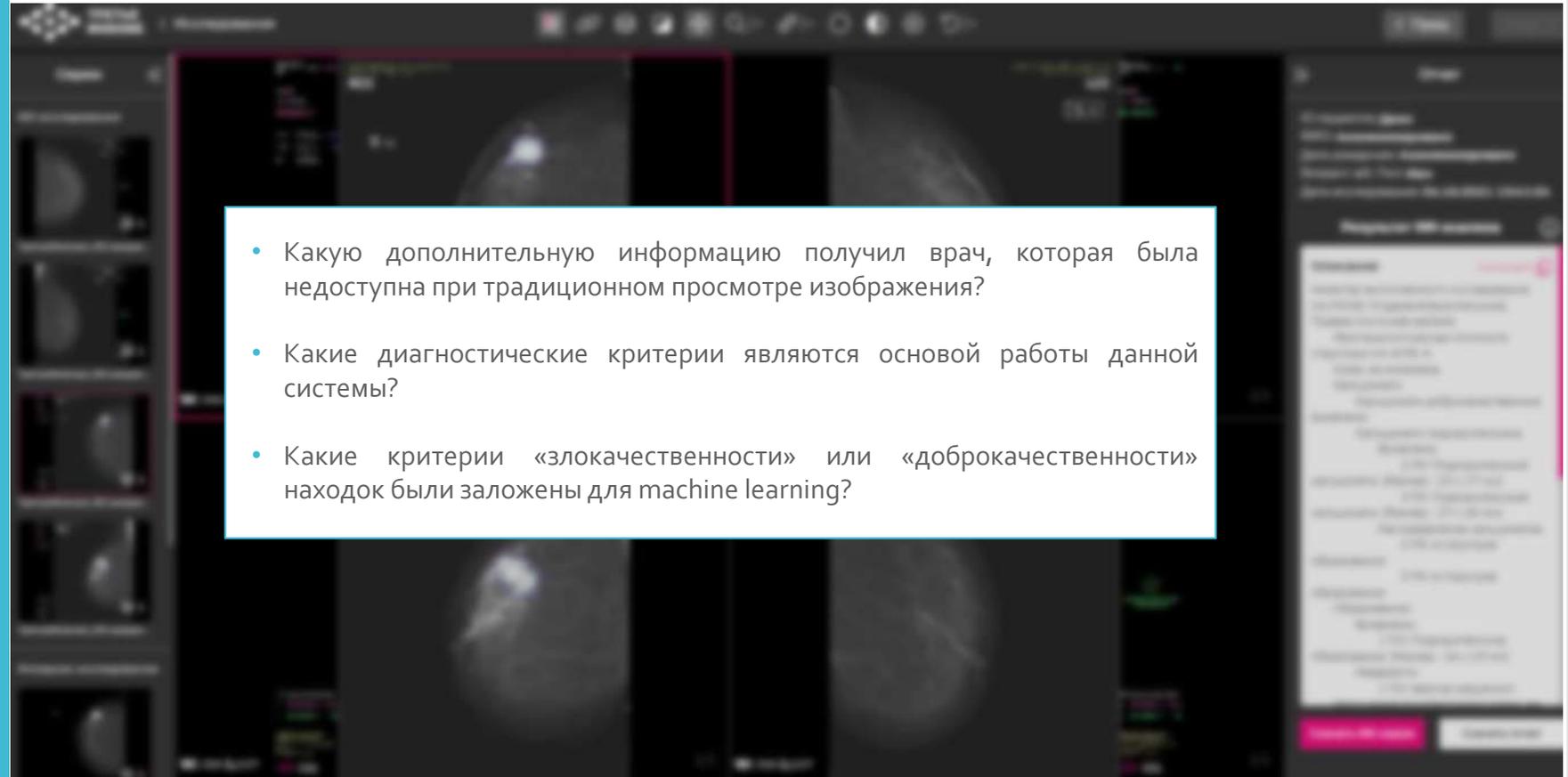
Левая молочная железа:

- Рентгенологическая плотность структуры (по ACR): A
- Кожа: не изменена
- Кальцинаты:
 - Кальцинаты доброкачественные: не выявлены
 - Кальцинаты подозрительные: не выявлены
- Образования: не выявлены
- Нарушение архитектоники ткани: не выявлено
- Аксиллярные лимфатические узлы: не определяются
- Втяжение соска: не выявлено
- Асимметрия плотности: не выявлена
- Отёк ткани: не выявлен

Заключение

Правая молочная железа: BI-RADS 5
Левая молочная железа: BI-RADS 1

Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ



- Какую дополнительную информацию получил врач, которая была недоступна при традиционном просмотре изображения?
- Какие диагностические критерии являются основой работы данной системы?
- Какие критерии «злокачественности» или «доброкачественности» находок были заложены для machine learning?

Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ

ЦЕЛЬС

Anonymized15
n/a

R CC
R MLO
L CC
L MLO

R CC

L CC

R MLO

L MLO

Пациент

Ф.И.О.: Anonymized15
Дата снимка: n/a
Дата рождения: n/a
Номер карты: 0fd1a141-28da-4e21-a1ab-604f6b1f3096

Увеличить Инверсия
Отрезок Карандаш
Разметка

Сбросить все изменения

Вернуться назад

Результат выявления патологии

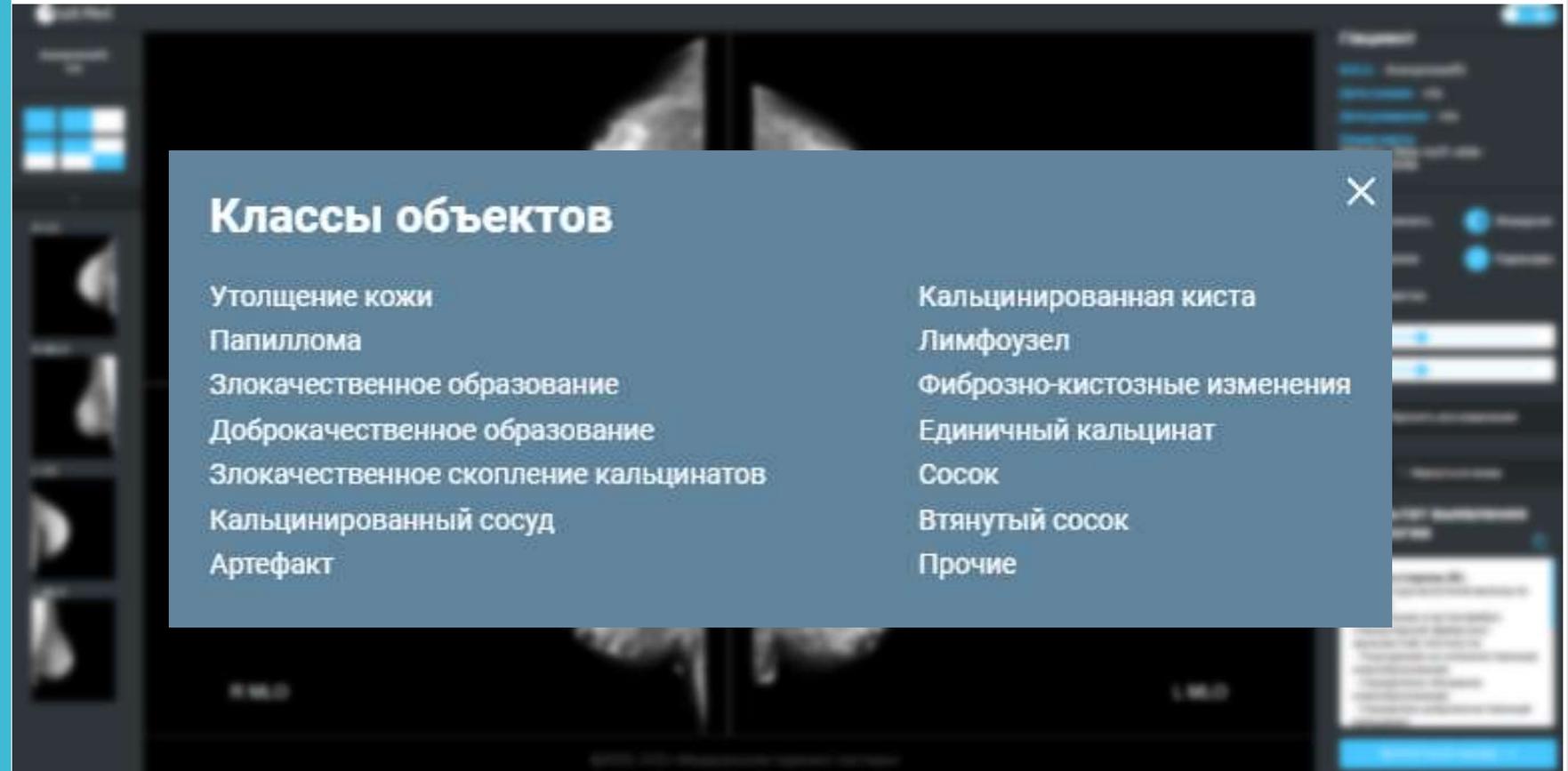
Правая сторона (R):

- Структура молочной железы по АСР - Б;
- Отдельные участки фиброглангулярной (фиброзно-железистой) плотности;
- Подозрение на злокачественное новообразование;
- Определено объемное новообразование;
- Определен доброкачественный кальциат.

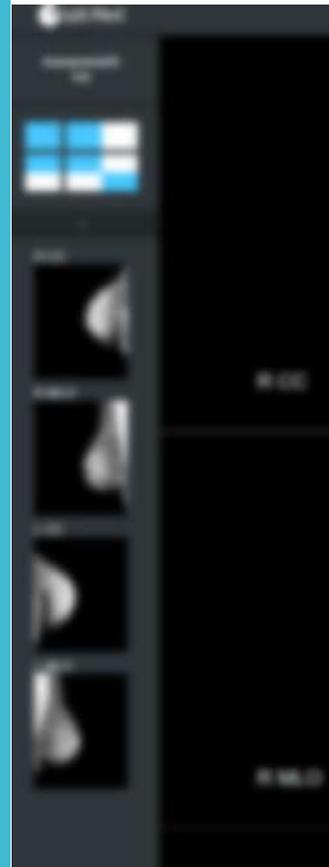
ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД →

©2023, ООО «Медицинские скрининг системы»

Проблематика
использования
ИИ как
инструмента в
скрининге РМЖ



Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ



Правая сторона (R):

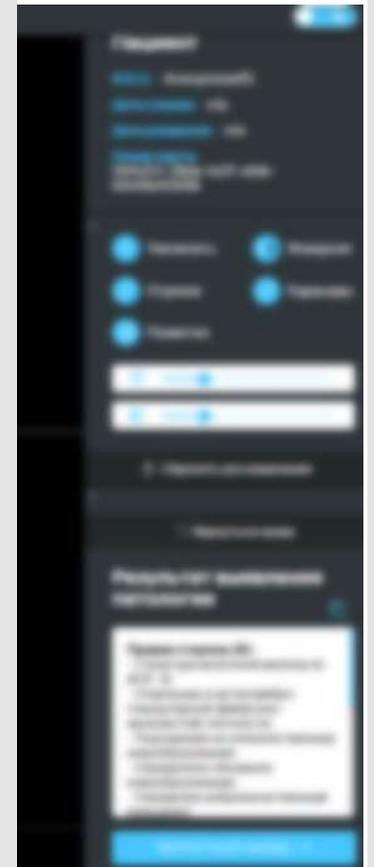
- Структура молочной железы по ACR - B;
- Отдельные участки фибро-гландулярной (фиброзно-железистой) плотности;
- Подозрение на злокачественные новообразования;
- Определено объемное новообразование;
- Определен доброкачественный кальцинат;

Левая сторона (L):

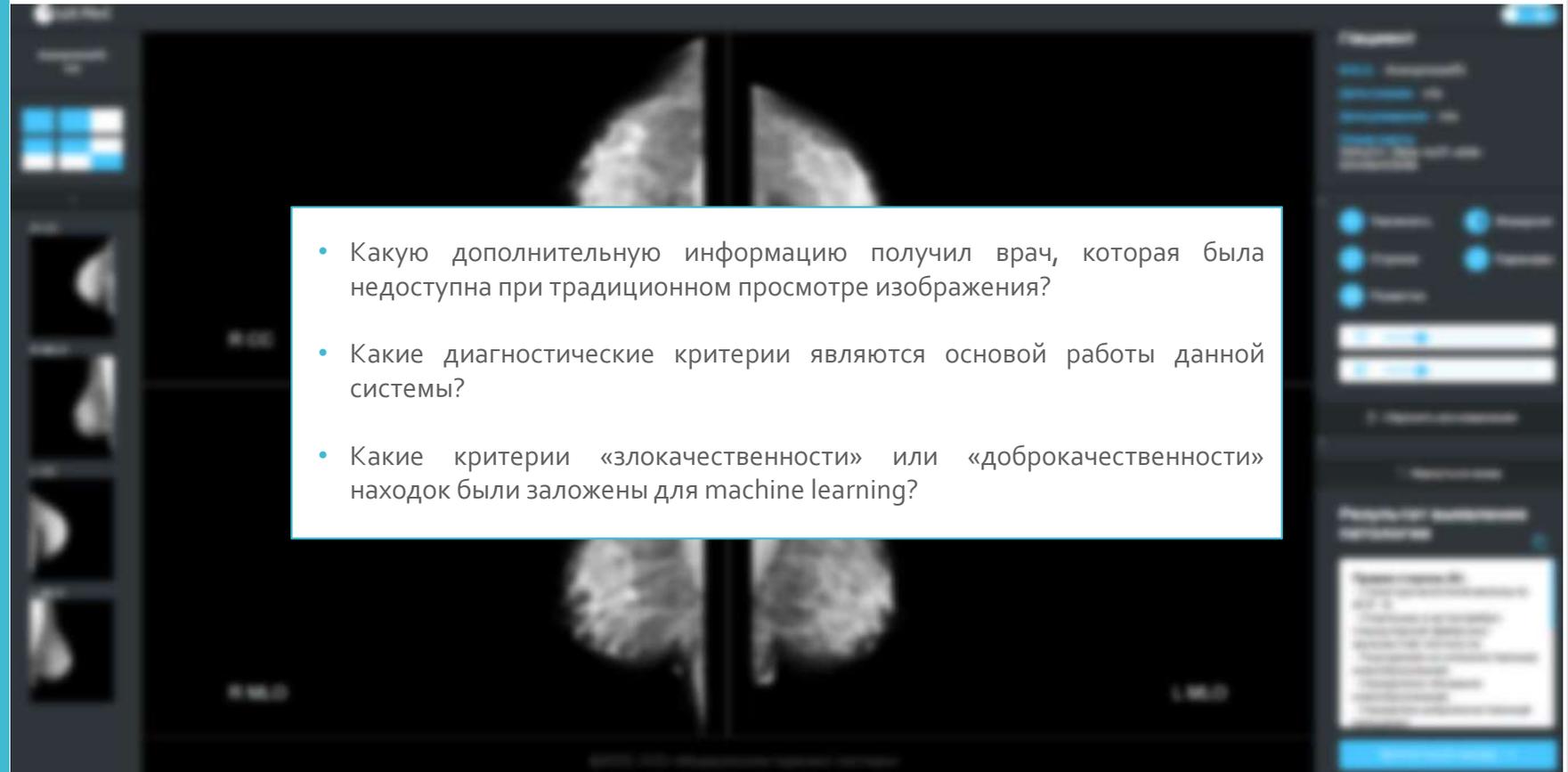
- Структура молочной железы по ACR - B;
- Отдельные участки фибро-гландулярной (фиброзно-железистой) плотности;
- Определено объемное новообразование;
- Определены доброкачественные кальциваты.

Скрининг оценка категории по шкале BI-RADS: Bi-RADS 0.

Необходимо проведение дообследования на диагностическом этапе.



Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ



Проблематика использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ

Преимущества представленных систем:

1. Оптимизация процесса описания маммограмм;

Недостатки:

1. Системы не дают дополнительной информации врачу-рентгенологу, которая не была бы доступна при просмотре маммограмм в стандартных программах
2. Разрозненность и бессистемность в формировании критериев для отбора dataset и дальнейшего machine learning. Нет базовых критериев, необходимых для решения главного вопроса скрининга – «рак или не рак».
3. Отсутствие выходной информации на основании критериев, стандартизированными по международным классификациям и предъявляемыми врачами, а не самими разработчиками.

Пути решения проблемы использования ИИ как инструмента в скрининге РМЖ

- Научный поиск критериев диагностики рака молочной железы при проведении маммографического исследования;
- Анализ данных, получаемых при стандартном проведении маммографии (что позволяет выявить анализ маммограмм без использования технологии ИИ);
- Выявление критериев, которые необходимы для врача-рентгенолога при анализе и интерпретации маммограмм, но недоступны для визуализации ввиду технических и информационных ограничений. Определение входной информации;
- Отбор dataset по выявленным критериям для дальнейшего машинного обучения;
- Анализ полученной выходной информации, практическая апробация системы.

Предлагаемое решение



Основные принципы разработки предлагаемого решения

Разностороннее изучение проблематики и основных медицинских аспектов будущей разработки – основной принцип при создании нового программного продукта. В том числе, и в маммологии.

Предлагаемое решение

Группа ученых ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина» совместно со специалистами ООО «Научно-исследовательский центр Авантренд» и врачами, специализирующимися в области маммологии разработали систему, позволяющую получить дополнительную информацию для врача-рентгенолога, тем самым повысить качество диагностики.

За основу взяты критерии системы **Vi-RADS** и научные данные об анатомо-физиологических особенностях молочных желез и злокачественных новообразований.

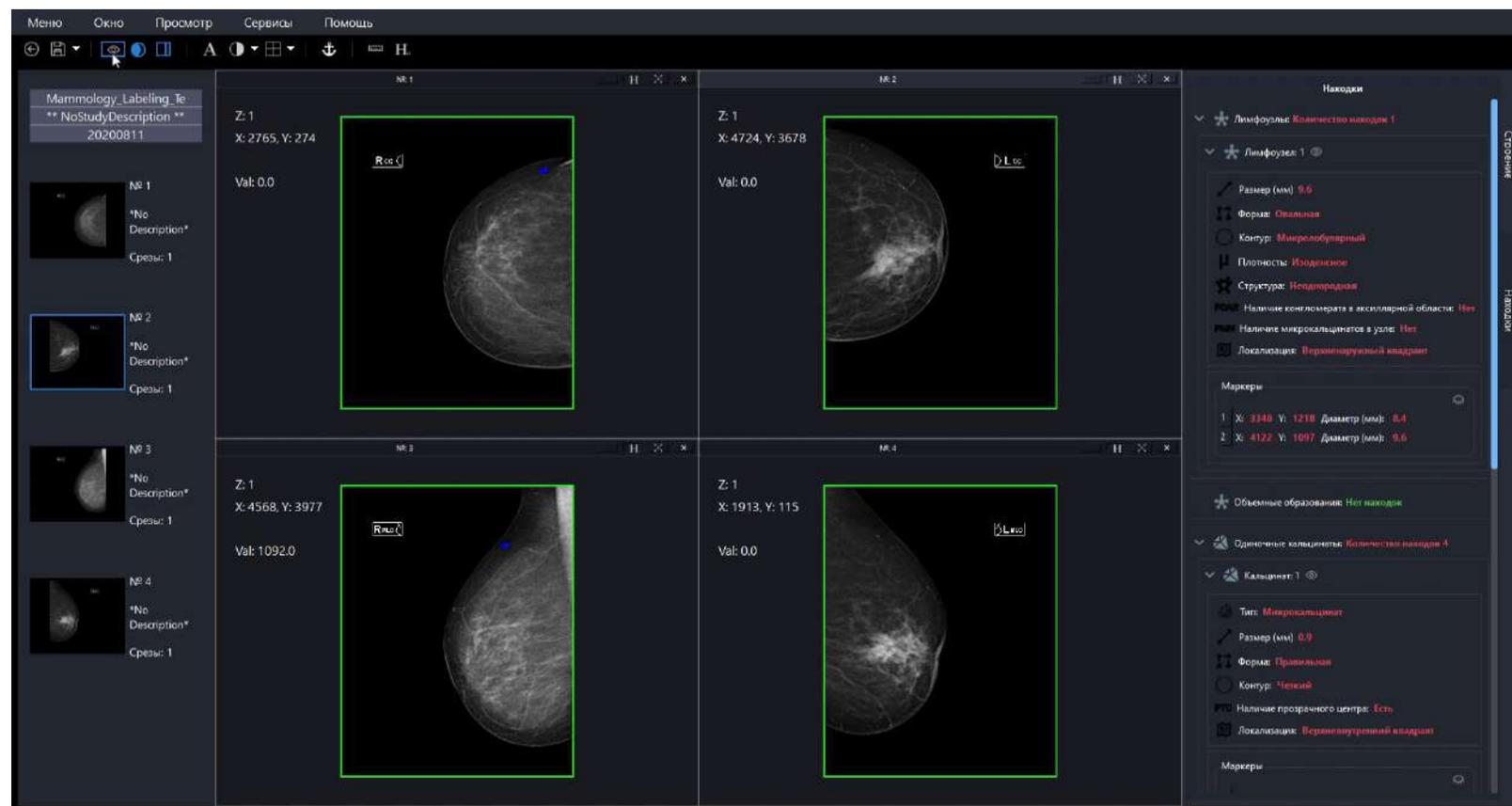
Регистрационное удостоверение на медицинское изделие от 15.09.2020 № РЗН 2020/1153

«Медицинская экспертная система интеллектуальной диагностики».

Класс медицинского изделия – 2а.



Предлагаемое решение



Предлагаемое решение

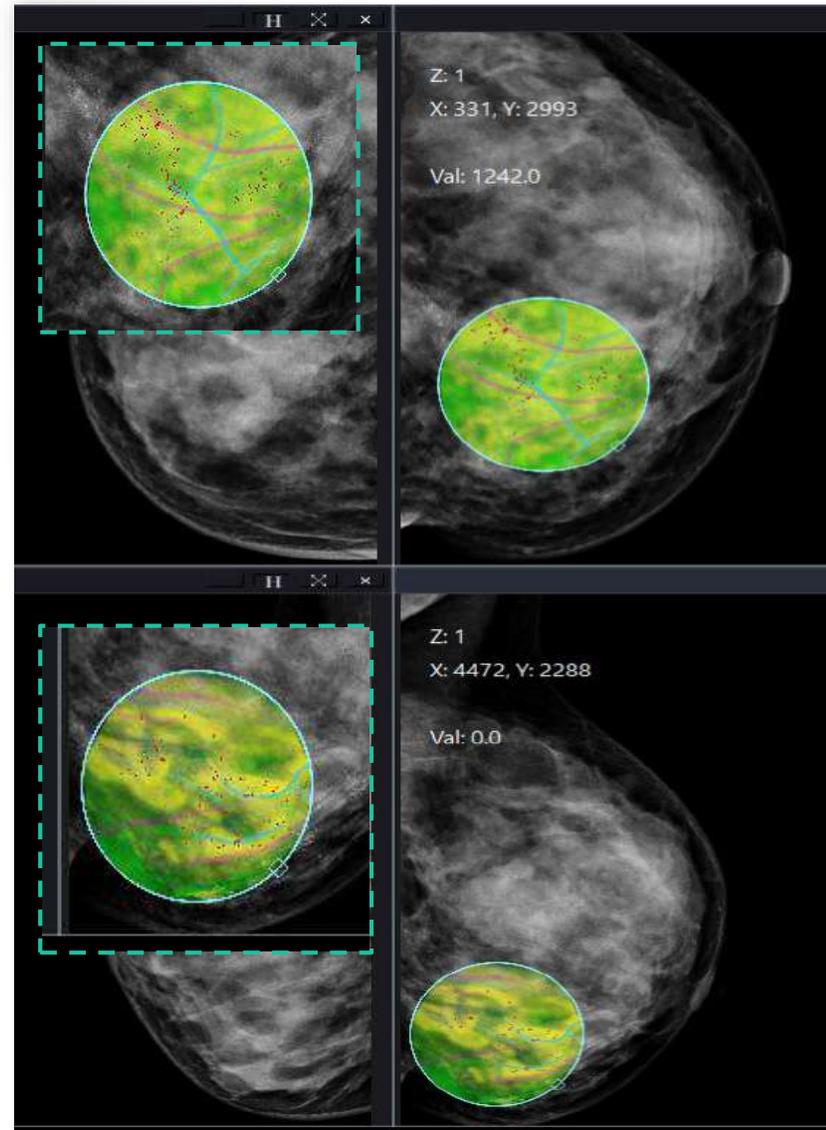
- Определение структуры молочной железы по ACR путем **расчета % соотношения фибро-гланулярной ткани ко всей молочной железе, оценки плотностных характеристик;**
- Определение участков асимметрии, определении их тип (общая/очаговая), локализации, ее границ и ее **структурных компонентов** (соотношение фибро-гланулярной ткани и жировой – **преодоление эффекта суммации**). Возможно определения потенциала злокачественности участка асимметрии
- Определение наличия/отсутствия узловых образований и оценку их характеристик (размер, форма, контур, плотность, локализация, **структурные особенности – наличие и % соотношение жирового, железистого компонентов = расчет потенциала злокачественности образования**)

Предлагаемое решение

- Определение наличия/отсутствия кальцинатов и групп (множественных) кальцинатов. Определение их локализации в протоках, дольках, жировой ткани => расчет потенциала их злокачественности
 - Определение участков утолщения/втяжения кожи и оценку их характеристик (максимальная толщина, протяженность, локализация)
- Определение наличия/отсутствия измененных лимфоузлов и оценку их характеристик (размер, форма, контур, плотность, структура)
 - Оценка наличия/отсутствия втяжении сосков

Пример визуализации разметки структуры молочной железы с определением анатомической принадлежности группы кальцинатов.

Предлагаемое решение

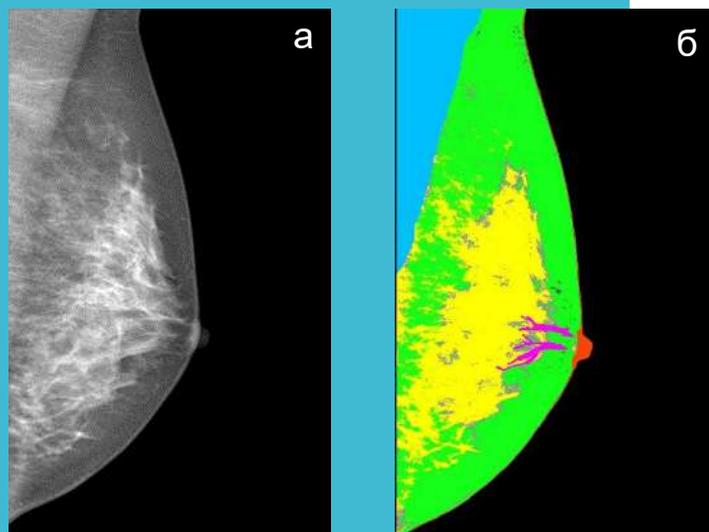


Компьютерная обработка. Маммология

Критерий 1 - анатомо-физиологические особенности молочной железы

- сегментация тканей, составляющих основу железистого треугольника на жировую, железистую, фиброзную, а также выделение протоковой системы, сосково-ареолярного комплекса, кожной полоски и грудной мышцы. Эта информация позволяет оценивать не только качество снимка, правильность укладки, но и получить данные об анатомо-физиологических особенностях молочной железы.
- оценка объема ткани и типа строения молочной железы.
- определение вариантов асимметрии строения молочной железы

МО позволяет прогнозировать развитие РМЖ с учетом индивидуальных особенностей строения молочной железы и оценки рисков развития рака, в том числе и генетических.



Результат обработки изображений:
а – исходное изображение,
б – обработанное изображение

структура:

- Грудная мышца
- Кожа и сосок
- Жировая ткань
- Железистая ткань
- Протоки

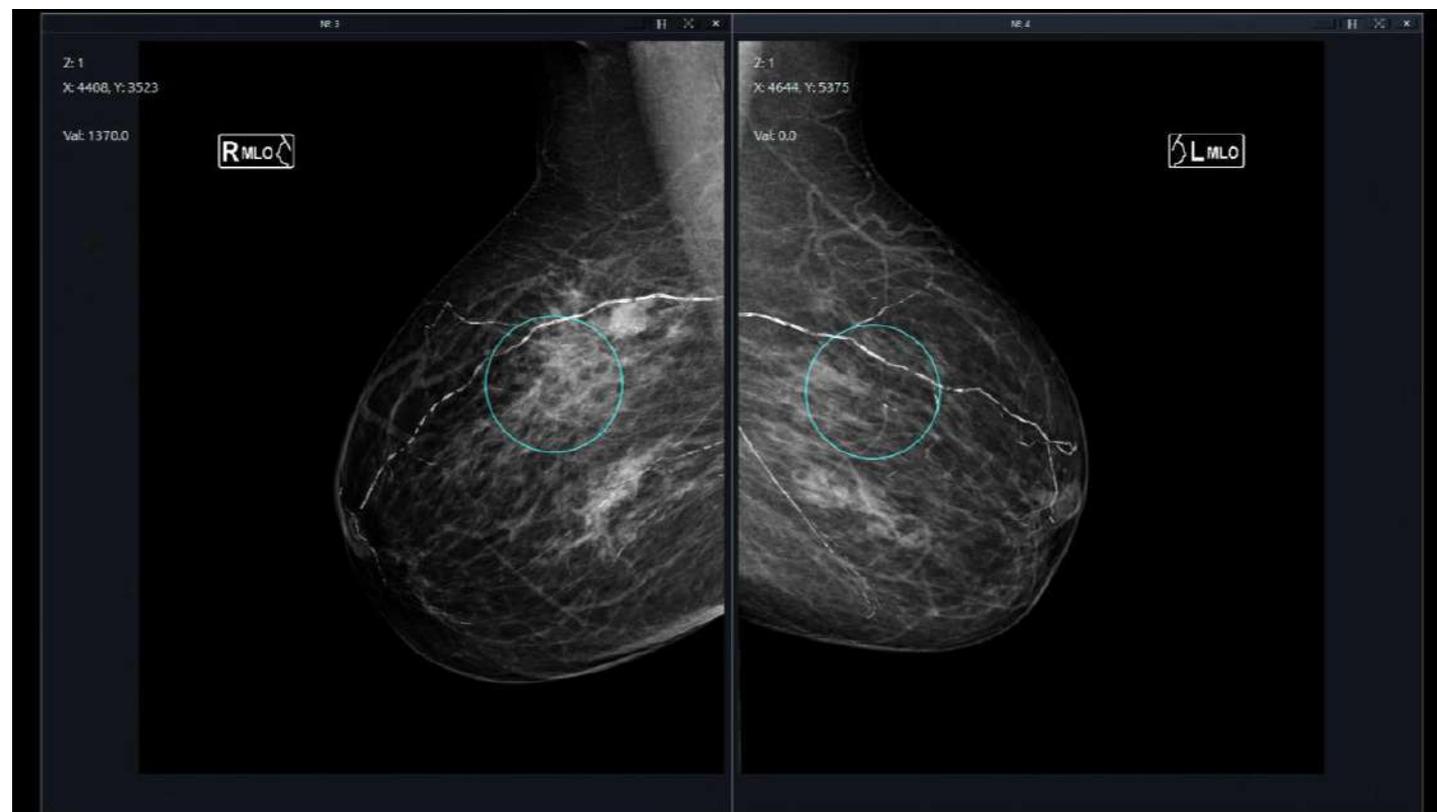
Загрузить снимок

Разметить структуру

Критерий 2 - привязка патологии к структурам молочной железы, которые она затрагивает

Критерий 3 - определение вероятности злокачественности образований

Пример №1

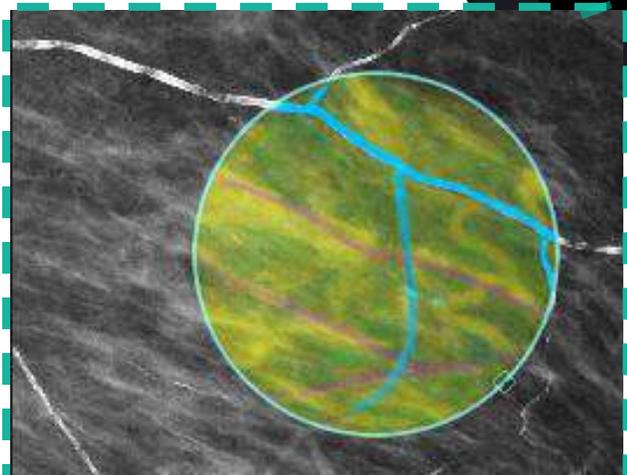
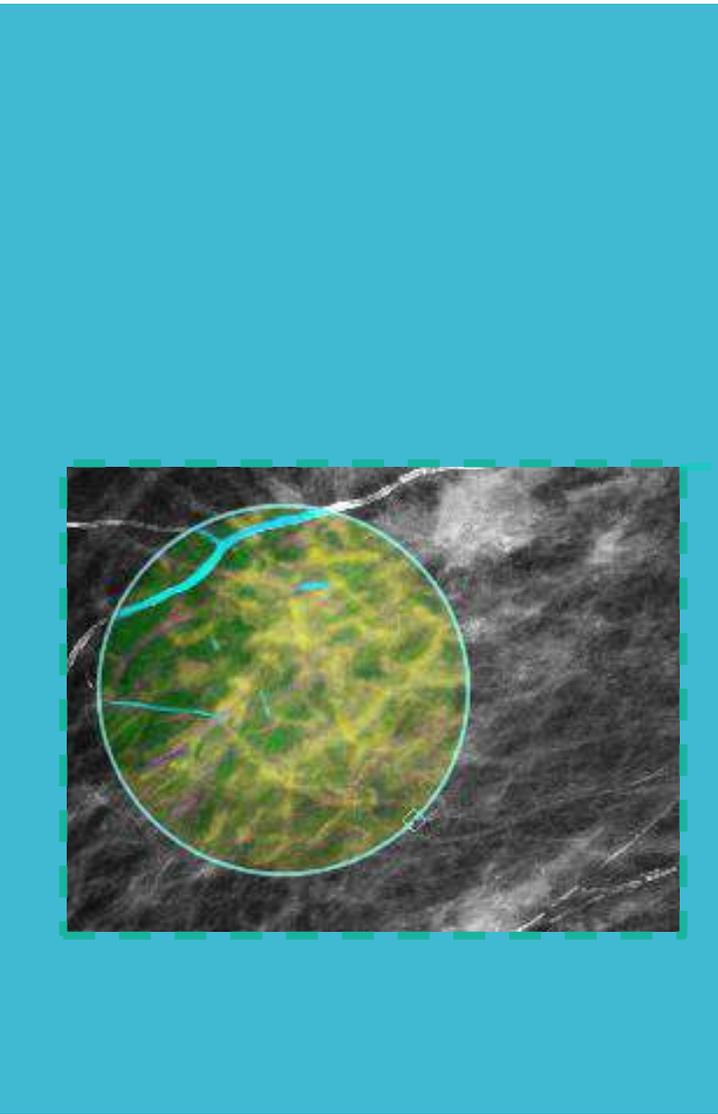


Тип асимметрии - очаговая.

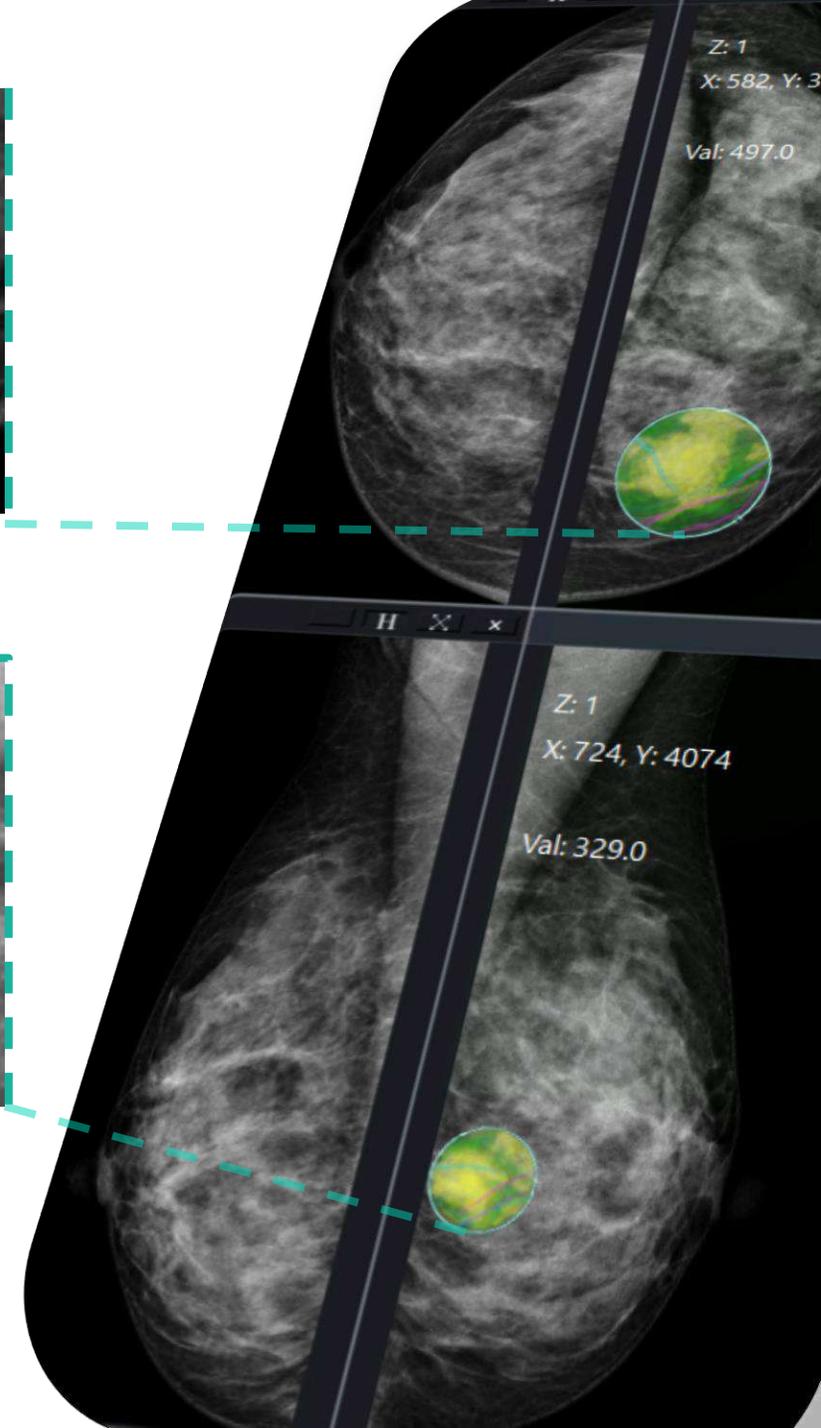
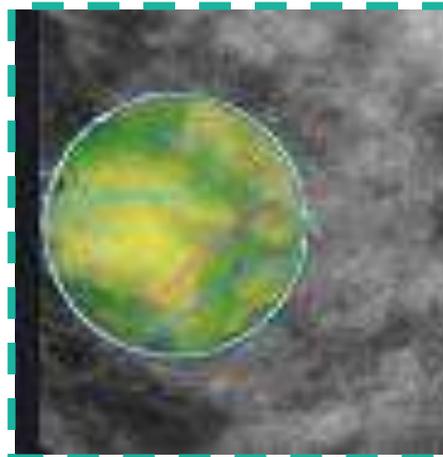
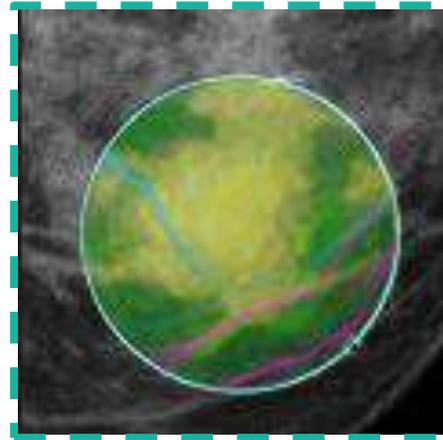
Локализация - верхне-наружный квадрант.

Соотношение фиброгланулярной и жировой ткани (R): 3/1

Соотношение фиброгланулярной и жировой ткани (L): 5/1

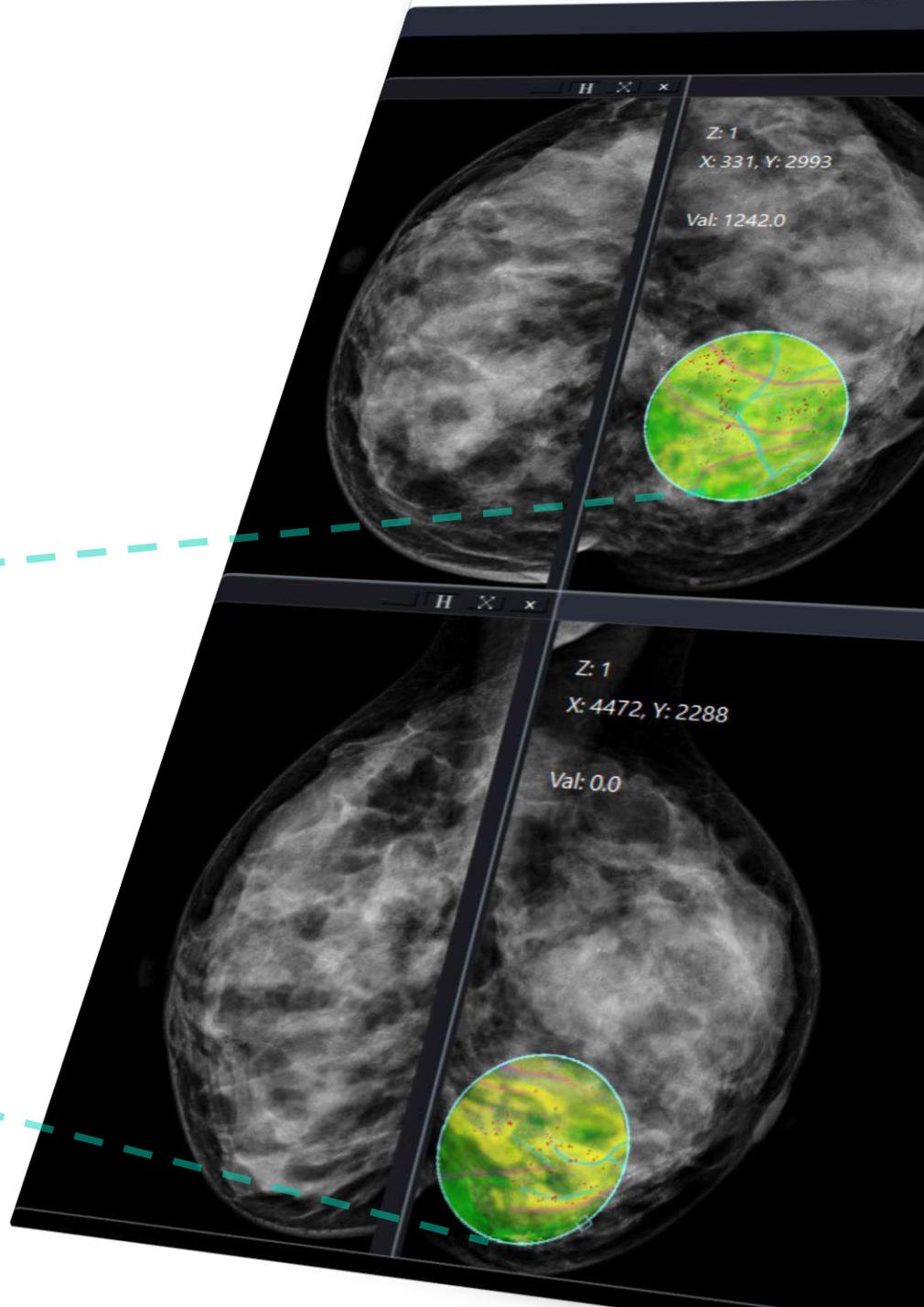
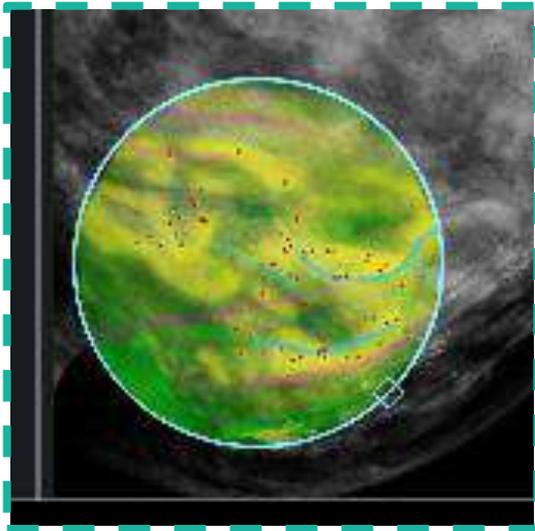
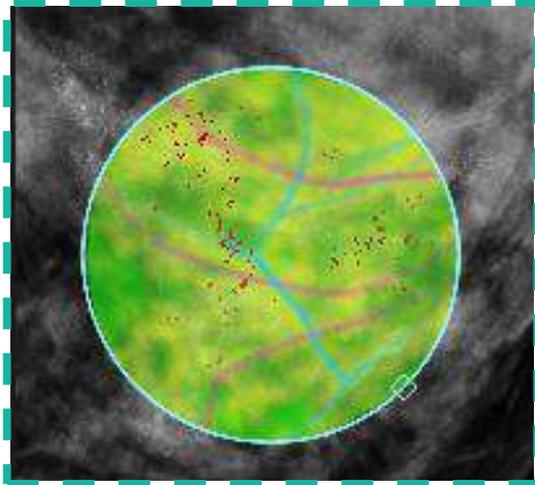


Пример №2



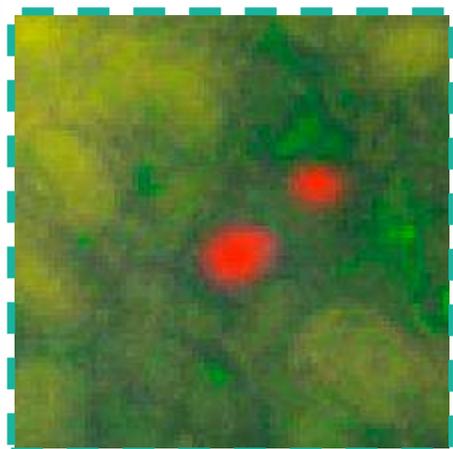
Тип находки - объемное образование.
Локализация - ниже-внутренний квадрант.
Соотношение железистой ткани к жировой ткани: 3/1

Пример №3

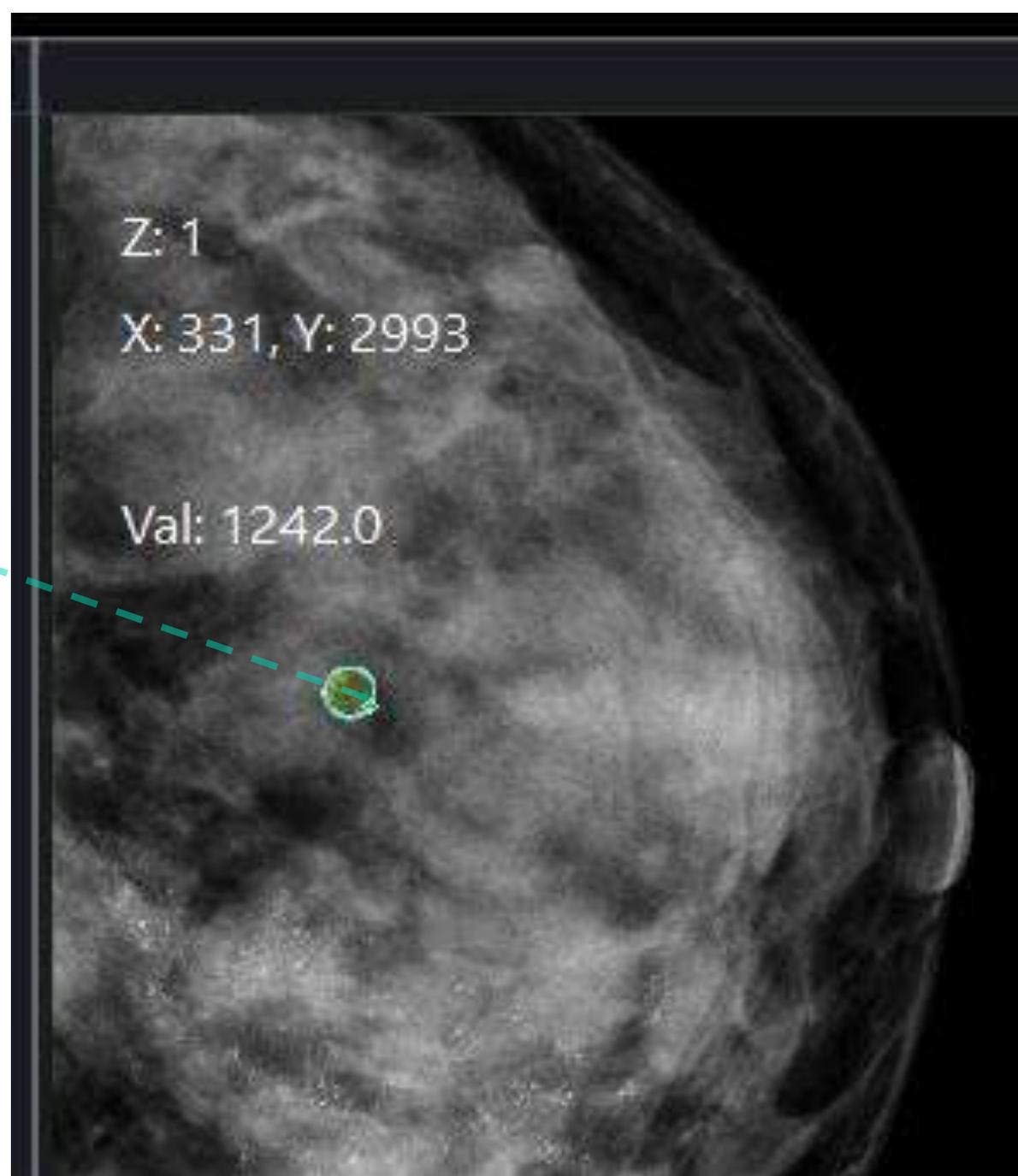


Тип находки: группа кальцинов.
Локализация: ниже-внутренний квадрант
Вероятность злокачественности - более 95%

Пример №2



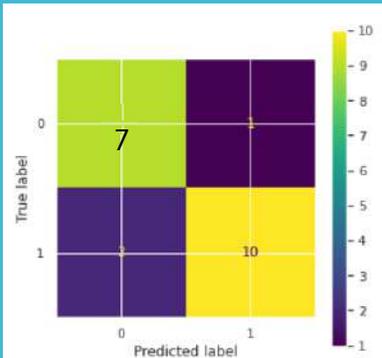
Тип находки: группа
кальцинатов.
Локализация: верхне-
наружный квадрант
Вероятность злокачественности:
<5%



Компьютерная обработка. Маммология

- ▶ **Критерий 1** - анатомо-физиологические особенности молочной железы
- ▶ **Критерий 2** - привязка патологии к структурам молочной железы, которые она затрагивает
- ▶ **Критерий 3** - определение вероятности злокачественности образований

- Были проанализированы различные маммографические исследования с подтверждённой пат морфологией степени злокачественности найденной патологии.
- Затем нами извлекались признаки на основе радиомики, после чего между ними была установлена корреляционная зависимость, которая показала наличие взаимосвязи между выбранными признаками.
- Положительным является то значение, которое находится между 0 и 1, что в свою очередь представляет хорошую корреляцию.
- Отрицательным является значение, которое находится между 0 и -1, что представляет собой низкую корреляционную зависимость.
- Также было определено значение, эквивалентное нулю (0). Такое значение не представляет зависимости между конкретным набором параметров.



TP (истинно-положительное решение) = 10

FP (ложно-положительное решение) = 2

FN (ложно-отрицательное решение) = 2

TN (истинно-отрицательные) = 7

$$\text{Чувствительность} = 83.3 \% \left(\frac{TP}{TP + FN} \right)$$

$$\text{Специфичность} = 87.5 \% \left(\frac{TN}{TN + FP} \right)$$

Заключение

- Диагностика и лечение рака молочной железы является **актуальной медицинской проблемой**, требующая дальнейшего изучения и ее решения.
 - Скрининговое исследование молочных желез остается **основным методом ранней диагностики РМЖ** у бессимптомных пациентов группы риска;
- Ввиду наличия ряда проблем, связанных с проведением скрининговых исследований, использование **технологий ИИ** имеет потенциал к **улучшению качества диагностики**;

Заключение

- Для того, чтобы использовать ИИ в скрининге РМЖ необходимо учитывать какие **дополнительные критерии**, ранее недоступные для их извлечения и анализа, позволят **повысить качество диагностики**. Для этого обязательным условием является **всестороннее научное изучение** данного вопроса с медицинской точки зрения.
- При таком подходе использования **ИИ** как инструмента анализа и интерпретации маммограмм является путем к **улучшению качества диагностики**.