

# Мониторинг корректности работы медицинских ИИ-систем на стороне производителя

Евгений Никитин

Технический директор

Цельс (ООО “Медицинские Скрининг Системы”)

# Жизнь ИИ-системы

# Жизнь ИИ-системы

- Непредвиденные ошибки в работе системы

ЦЕЛЕВОЙ ОРГАН СНЯТ НЕ ПОЛНОСТЬЮ

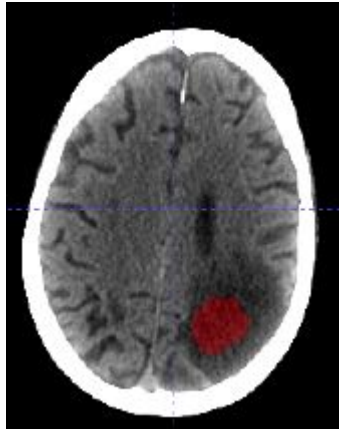
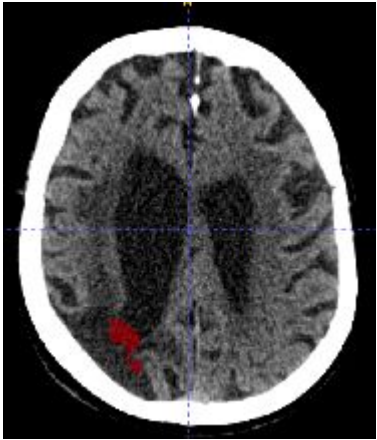
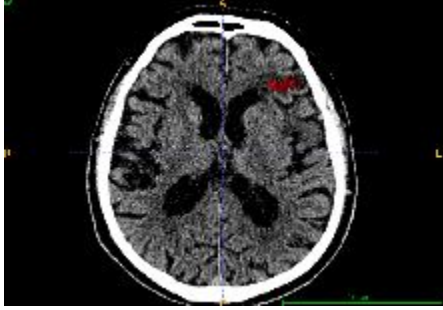
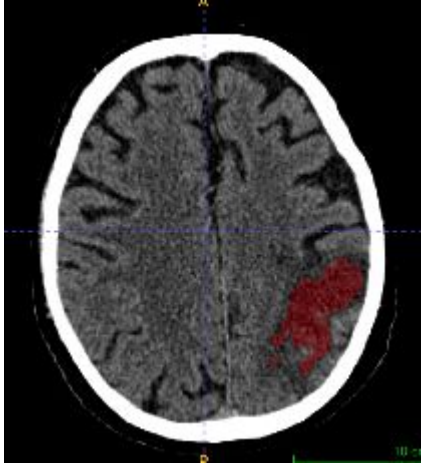
ТОЧНОСТЬ ЗАКЛЮЧЕНИЯ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ГАРАНТИРОВАНА



ПНЕВМОТОРАКС

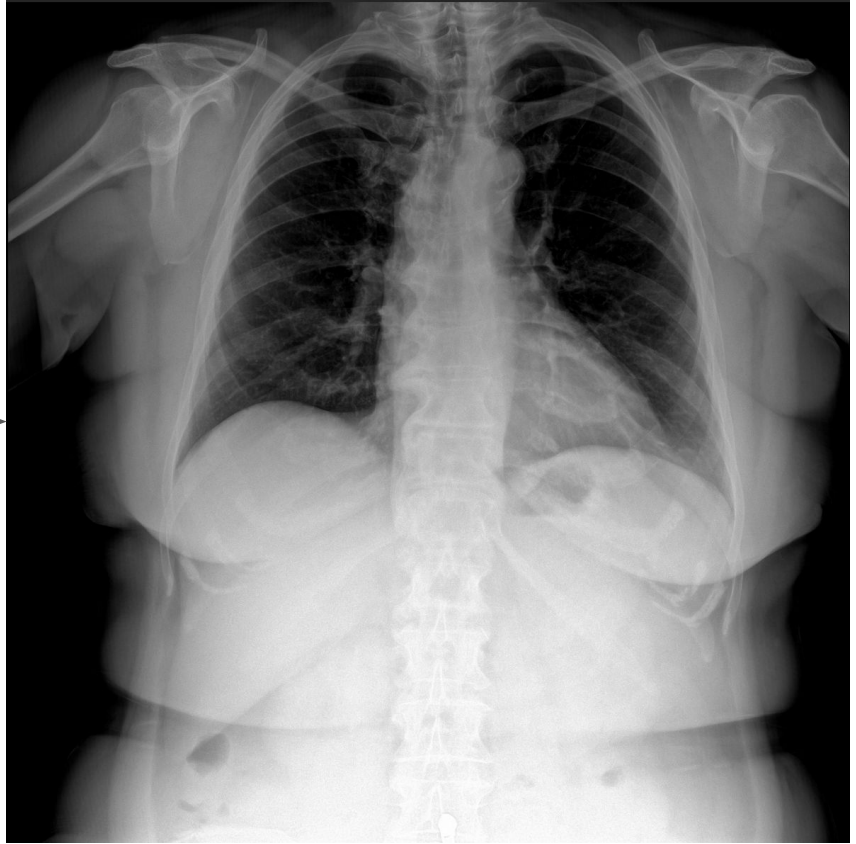
# Жизнь ИИ-системы

- Непредвиденные ошибки в работе системы
- Типовые ошибки в работе системы



# Жизнь ИИ-системы

- Непредвиденные ошибки в работе системы
- Типовые ошибки в работе системы
- Изменение потока входных данных

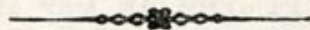




СОЧИНЕНИЯ

**Н. ЧЕРНЫШЕВСКАГО**

ПЕРВОЕ ПОЛНОЕ ИЗДАНИЕ



**ЧТО ДѢЛАТЬ?**

Мониторинг на стороне производителя

# Мониторинг на стороне производителя

- Быстрая реакция на инциденты

# Мониторинг на стороне производителя

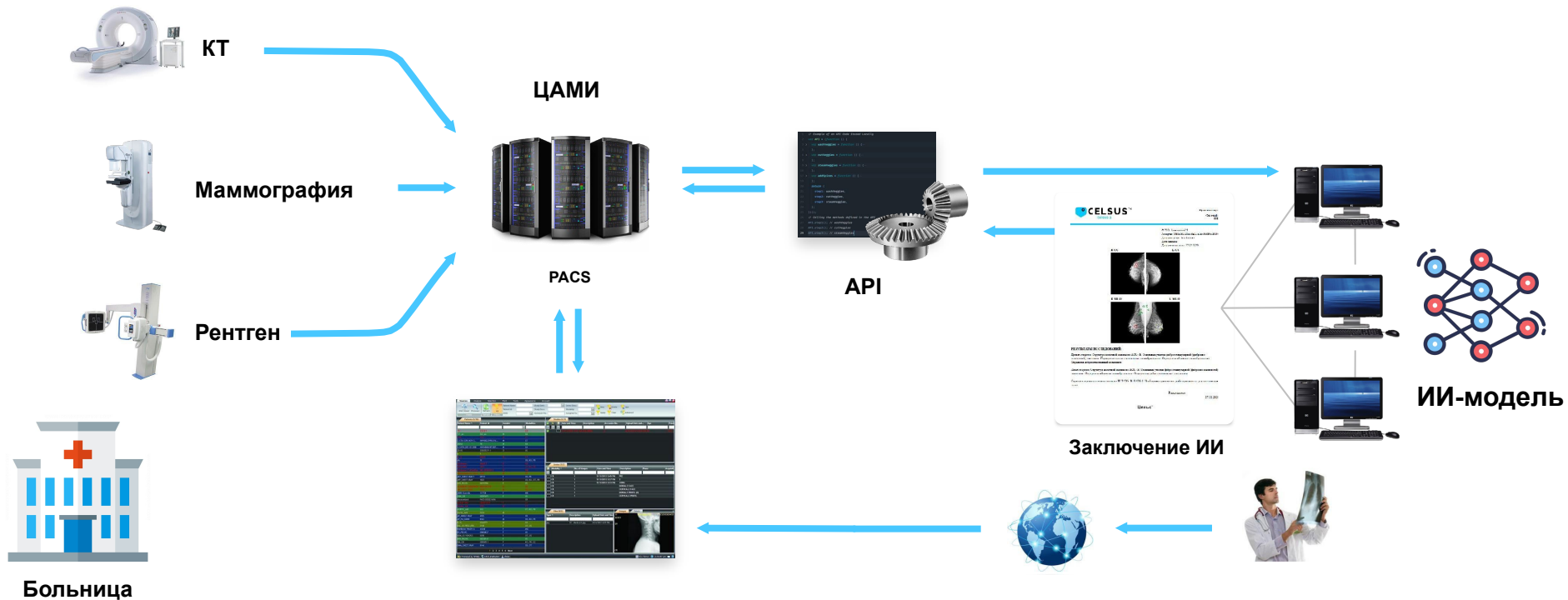
- Быстрая реакция на инциденты
- Получение информации о бизнес-событиях

# Мониторинг на стороне производителя

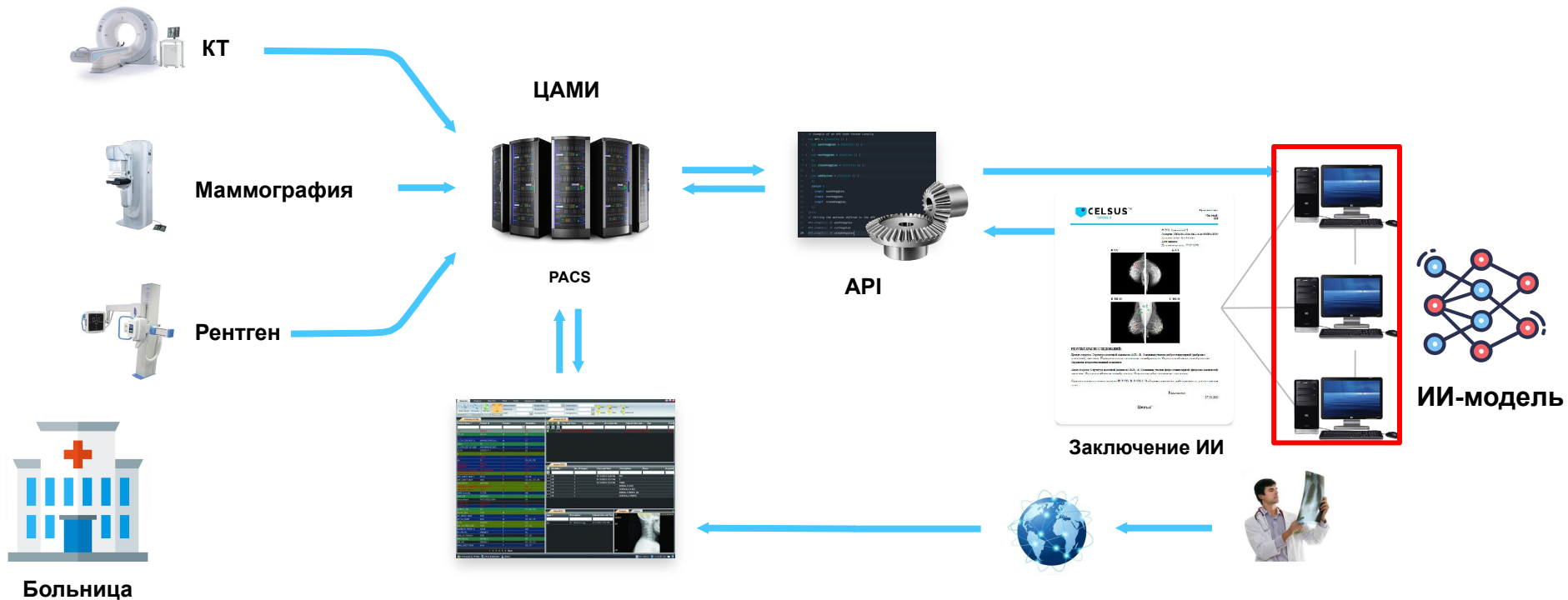
- Быстрая реакция на инциденты
- Получение информации о бизнес-событиях
- Генерация гипотез и выбор данных для доразметки

# Виды мониторинга и инструменты

# Где может что-то пойти не так?



# Где может что-то пойти не так?





# Технический мониторинг

- Ошибки выполнения кода (классические баги)
- Изменения в нагрузке - среднее и пиковое количество запросов
- Скорость работы - latency / throughput
- Утилизация ресурсов - CPU, GPU, RAM, жёсткий диск, сеть
- Проценты ошибок по видам - таймаут, ошибка чтения, CUDA out of memory...


# Примеры инструментов

Инструмент	Кто и как следит
Sentry	Автоматические алерты в канал ML-команды в Mattermost
Grafana	DevOps, бэкэнд, ML-команда - регулярно или в случае возникновения проблем



crazyfrogspsb BOT 07:46



 Sentry

**AttributeError: 'NoneType' object has no attribute 'copy'**

**Environment**

emias

**Source**

Domestic

## Duration Breakdown ?

● avg() ● p100() ● p99() ● p95() ● p75() ● p50() ● Releases

80s

60s

40s

20s

0

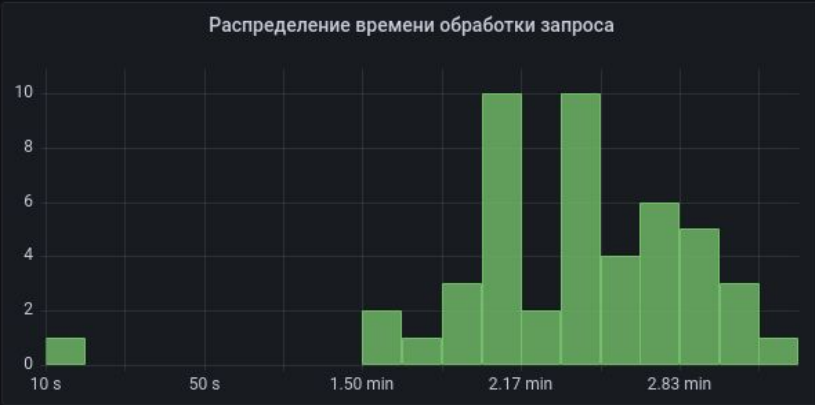
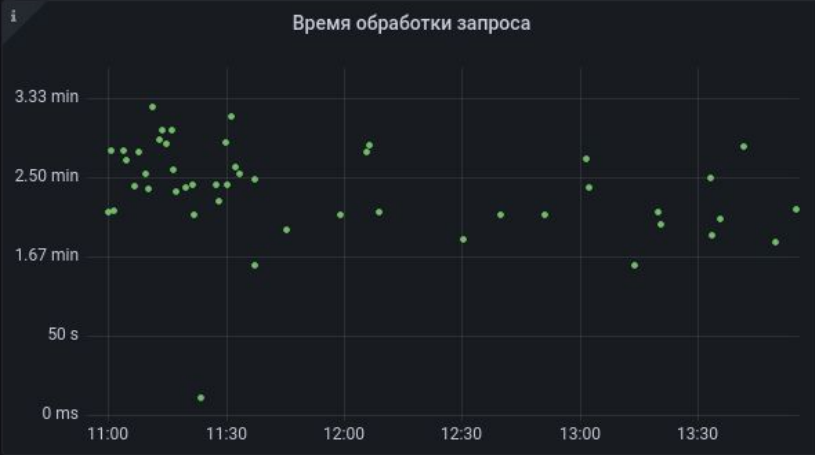
Jan 8 00:00

Jan 15 00:00

Jan 22 00:00

Jan 29 00:00 Feb 1 00:00

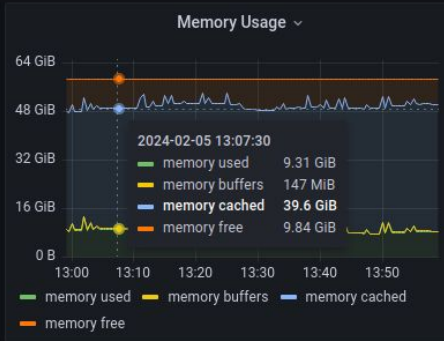
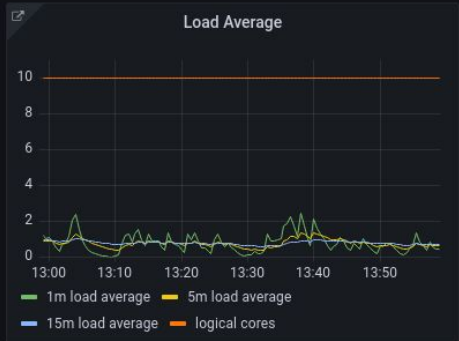




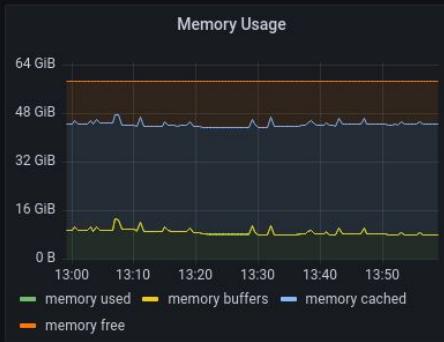
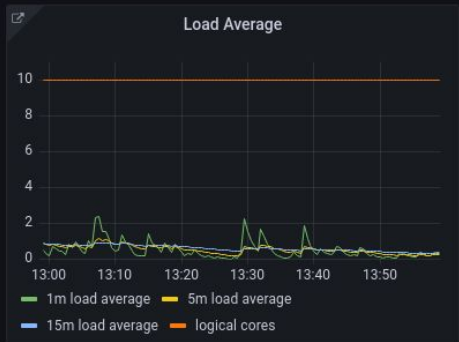
Среднее Время  
**2.38 min**

Стандартное Отклонение  
**30.3 s**

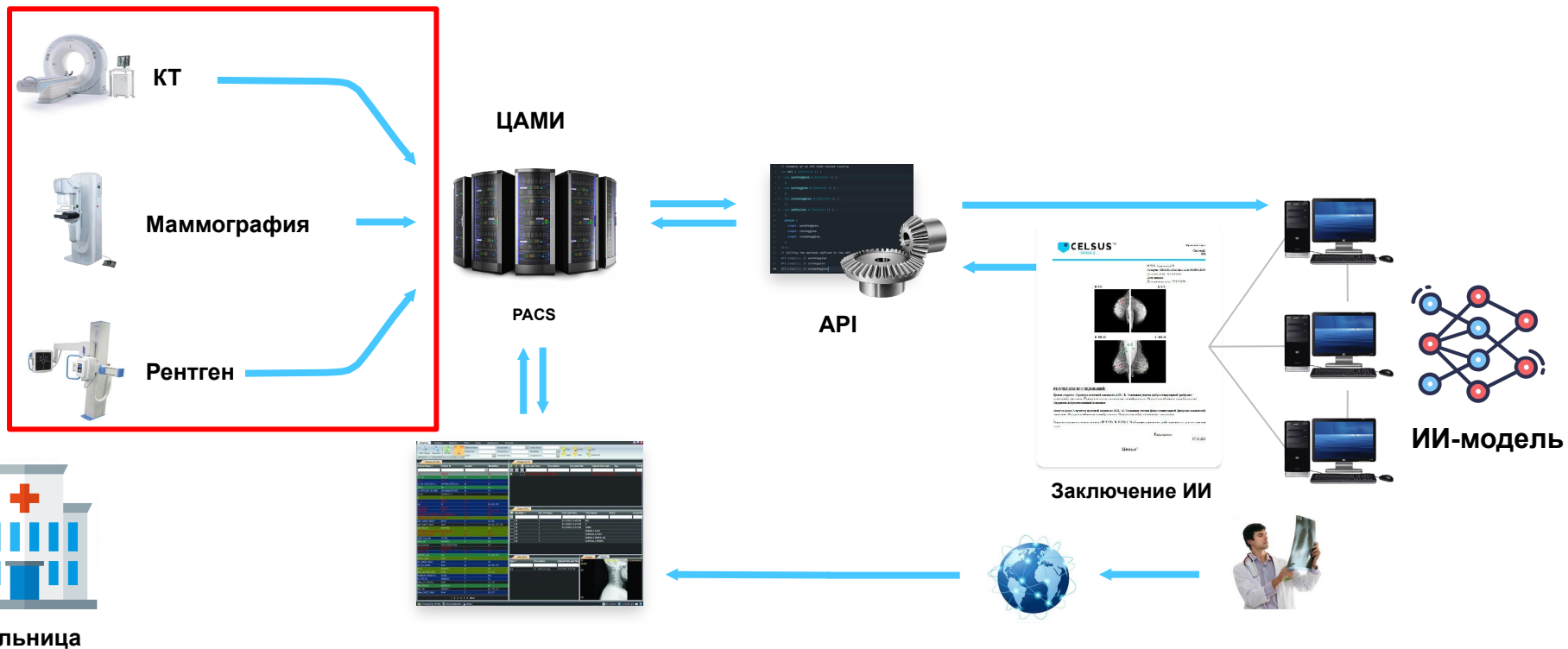
#### emias-worker-mmg-cpu-1.ru-central1.internal:9100



#### emias-worker-mmg-cpu-2.ru-central1.internal:9100



# Где может что-то пойти не так?



# Мониторинг “выбросов” и качества данных

Виды “выбросов”:

- Оборудование - артефакты и другие дефекты исследований
- Человеческий фактор - некорректная укладка пациента, неверно заполненные теги
- Пациент - особенности анатомии, инородные тела

# Способы обнаружения

- **Uncertainty estimation** - оценка уверенности модели в своём предсказании
- **Логирование и детекция аномалий**
  - DICOM-теги
  - Промежуточные значения - объёмы целевых органов, яркость изображения
  - Предсказания системы

# Примеры инструментов


<b>Инструмент</b>	<b>Кто и как следит</b>
Sentry	Автоматические алерты о необычных исследованиях
Своя платформа на основе Streamlit + DICOM-вьюер	ML-команда и врач-консультант в ходе регулярных мониторингов





crazyfrogspb BOT 20:59



 Sentry

Failed preprocessing DICOM files: unique\_id:  
0556a6bd-868b-438d-8f53-ea6675b200b4,  
unique\_dir: /c...

**Environment**

emias


**Source**

Regionsone



crazyfrogspb BOT 16:23



 Sentry

OsteoException('Can not find the Cellpose mask')

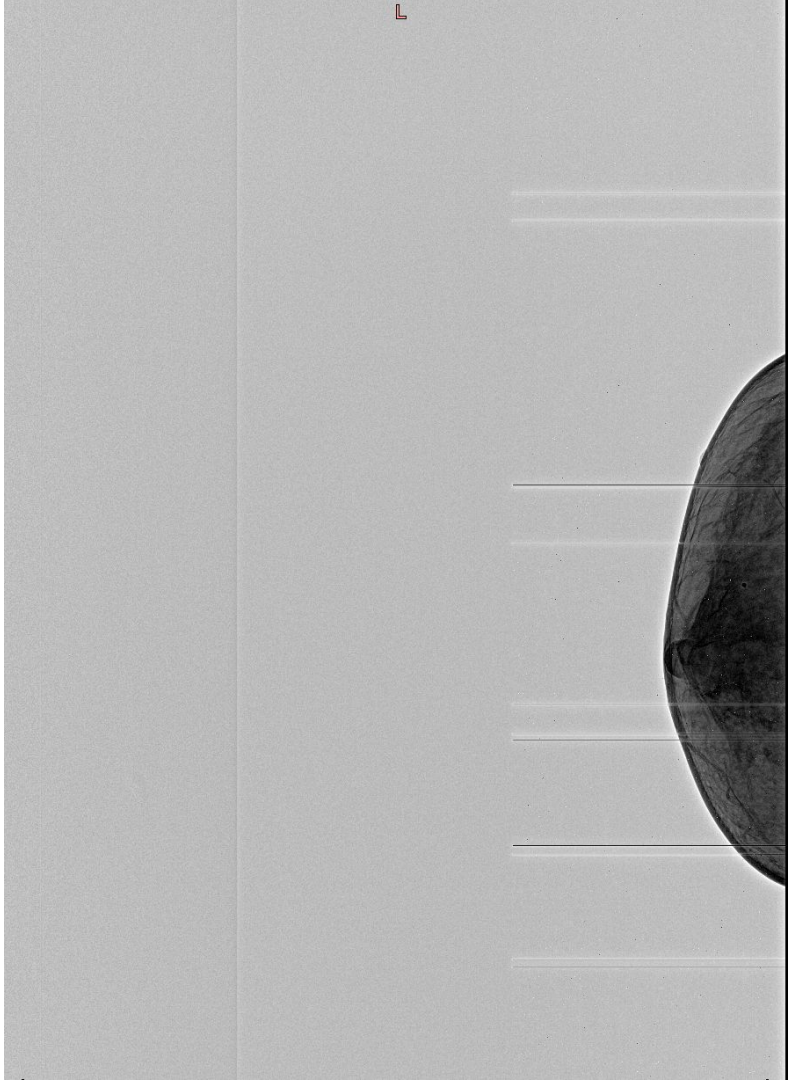
**Culprit**

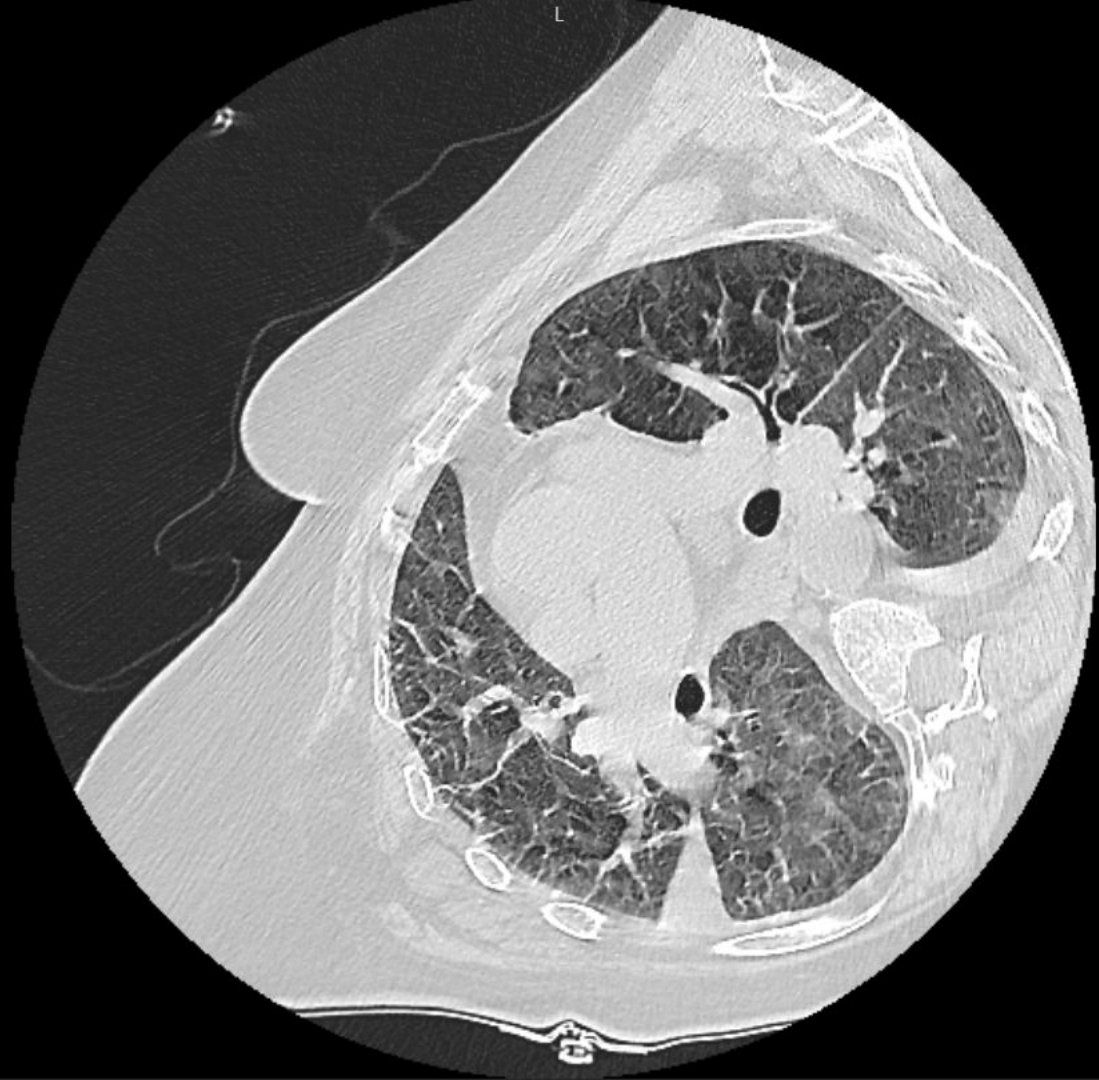
**Project**

kate

**Environment**

production-complex





# Фильтры потока по заказчикам 🙄

Количество последних исследований за сегодня

5

- +

Фильтр по дате

Взять случайные ответы

Выбери тип фильтра

По находкам



Выбери патологию

retracted\_nipple



Сгенерировать все ссылки на вьювер

Версия: 0.18.9b

StudyInstanceUID: 1.2.40.0.13.1.337194722395047240329499048961739212298

56ebf9b6-1697-415e-9387-86f5578d2a12

05.02.24 11:23:17

0 мин 27 сек

Ошибка: Исследование завершено успешно.

Норма?

Вероятность: 0.97

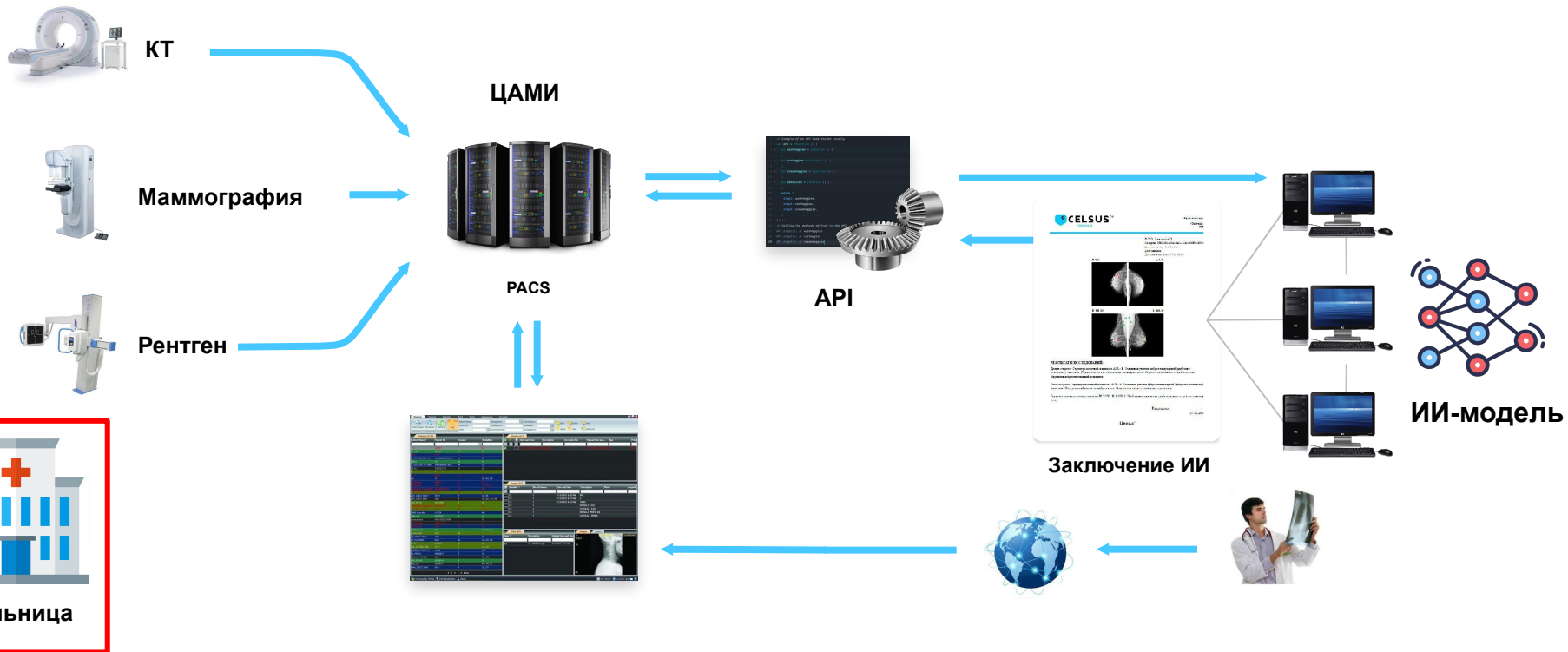
Присутствующие патологии: calcified cyst, mass\_benign, calcinates\_malignant, fibrocystic\_breast\_changes, calcified vessels, lymphonodus, calcinates\_benign, mass\_malignant, retracted\_nipple

Ссылка для скачивания ответа

Ссылка только для сырого дайкома

Ссылка на вьювер

# Где может что-то пойти не так?



# Мониторинг сдвигов данных

- Подключение новой больницы или оборудования
- Изменение демографии пациентов - например, появление детей

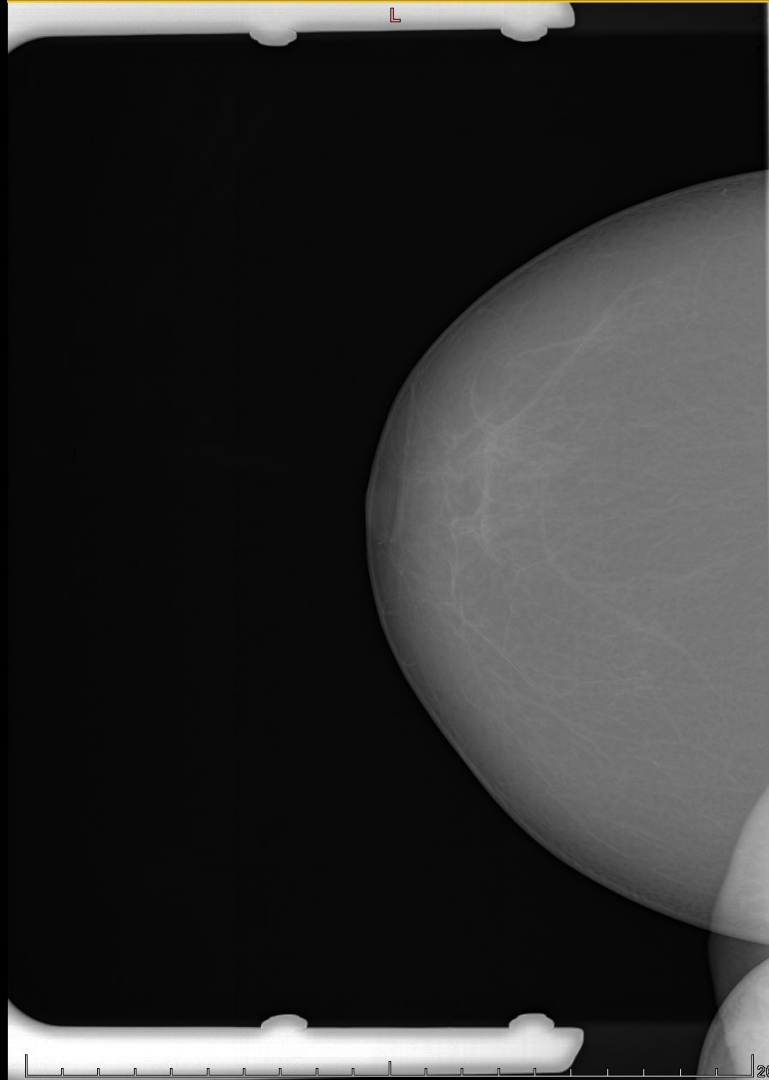
# Способы обнаружения

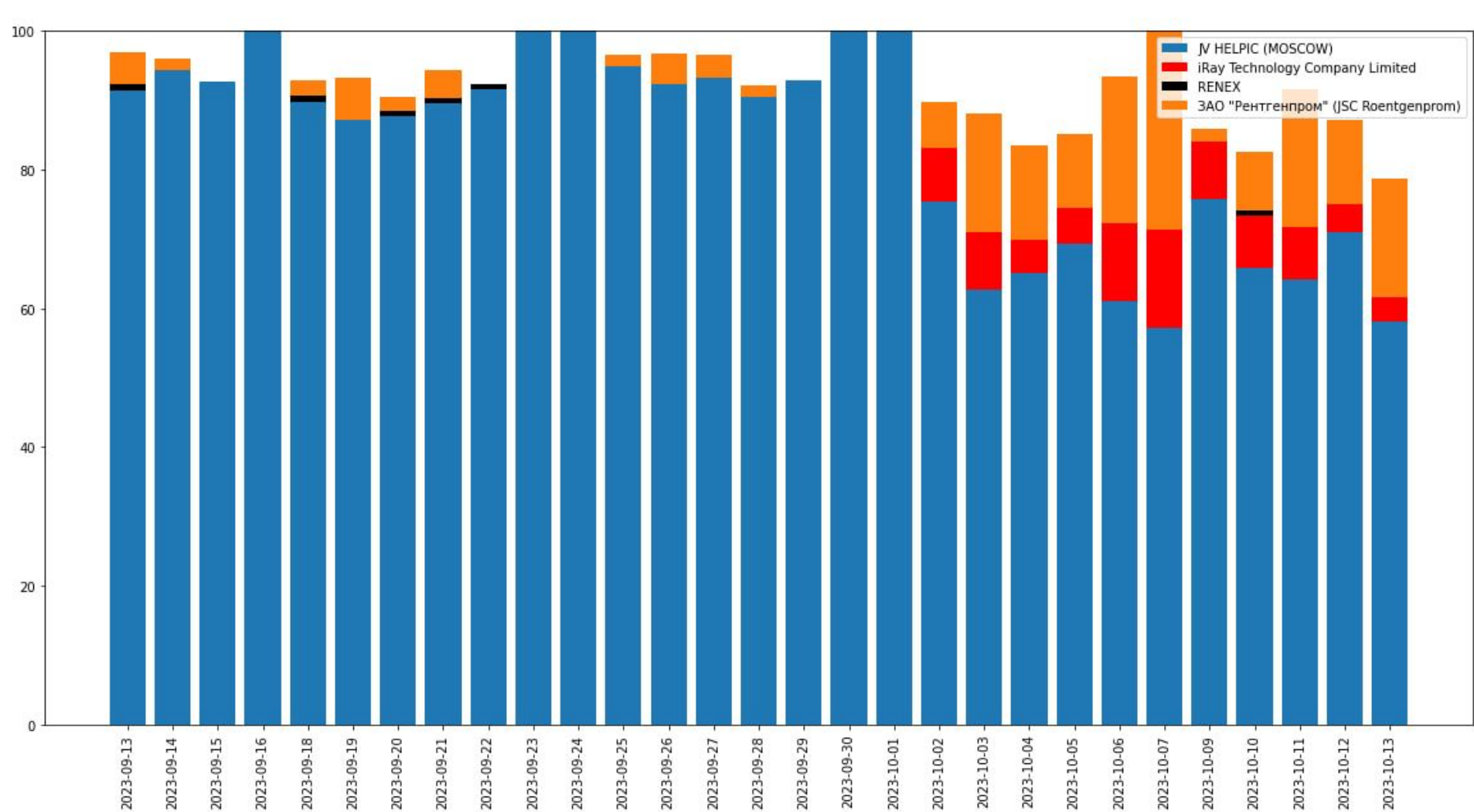
- Ручной мониторинг после бизнес-событий - например, после подключения нового клиента
- Алерты на изменение распределений характеристик

# Примеры инструментов

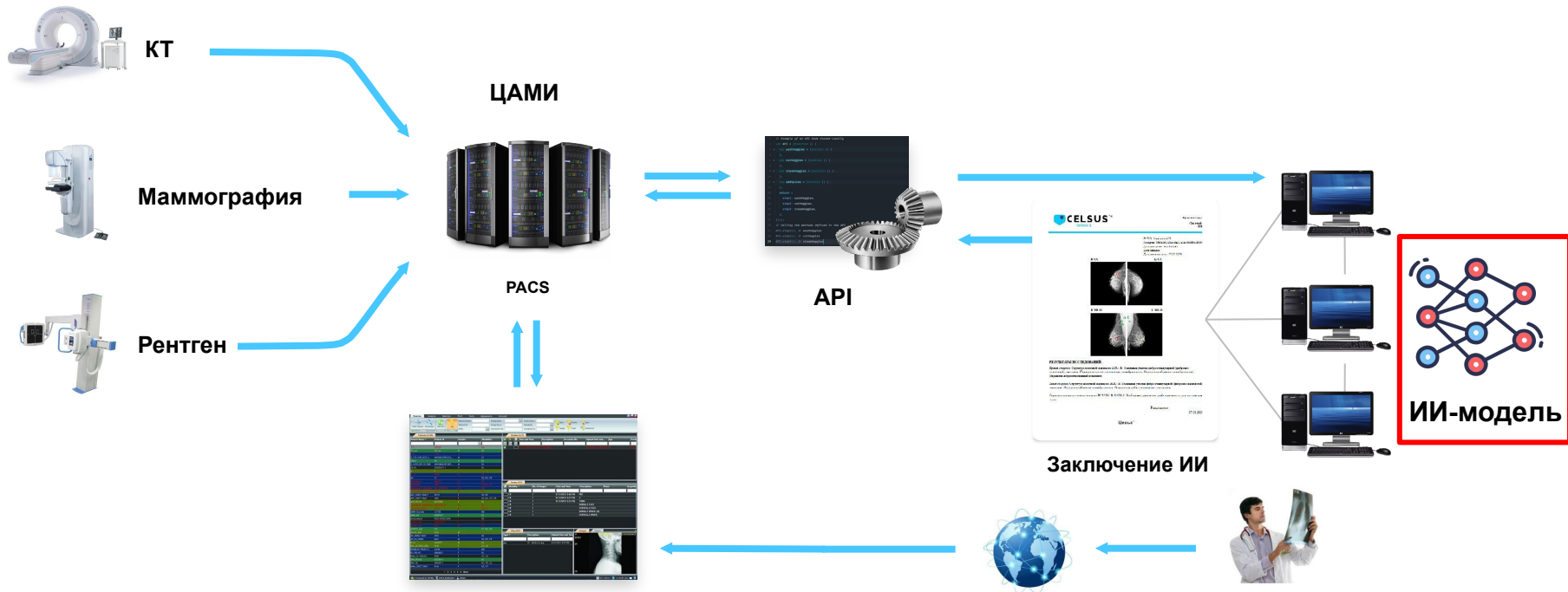
<b>Инструмент</b>	<b>Кто и как следит</b>
Своя платформа на основе Streamlit + DICOM-вьюер	Врач-консультант и ML-команда после бизнес-событий
ElasticSearch + PostgreSQL + Sentry / Jupyter Notebook	Автоматические алерты на изменение распределения характеристик или периодический анализ ML-командой







# Где может что-то пойти не так?



# Мониторинг клинического качества

- Анализ врачом-консультантом - случайной выборки или по фильтру (например, исследования с определённой патологией)
- Обработка обратной связи от пользователей

# Примеры инструментов

<b>Инструмент</b>	<b>Кто и как следит</b>
Своя платформа на основе Streamlit + DICOM-вьюер	Врач-консультант после новых релизов + периодически
Python-скрипты для визуализации  Notion для отчётов	ML-команда или врач-консультант после поступления обратной связи от пользователей



Add cover Add comment

# Мониторинг потока с регионов

## Кратко об особенностях

1. Некачественная укладка.
2. особенности могут приводить к ЛП срабатыванию (например УТЛ при высокой контрастности).
3. различные артефакты, которые также могут привести к ЛП срабатыванию.

## Подробно об особенностях

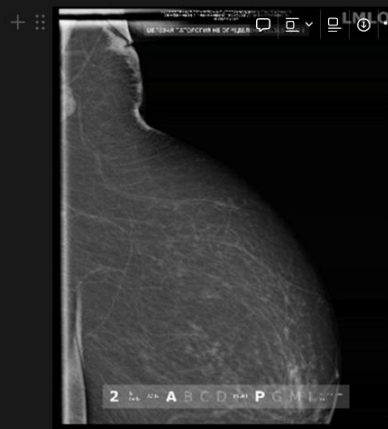
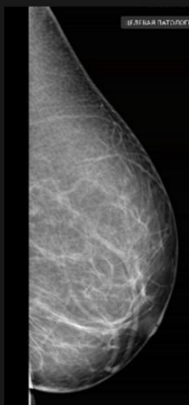
### Некачественная укладка

Проблема во всех регионах (в Тыве несколько чаще).

Часто обрезаны аксиллярные области, не захвачены задние отделы, нижние квадранты мж, захвачены "лишние" части тела.



(тут npti определен верно)



Реагирование на проблемы + текущие  
сложности

# Работа с инцидентами

<b>Этап</b>	<b>Описание</b>
Триггер	Событие, которое вызвало инцидент - новый релиз или клиент
Начало инцидента	Все или часть пользователей оказались затронуты инцидентом



# Работа с инцидентами

<b>Этап</b>	<b>Описание</b>
Триггер	Событие, которое вызвало инцидент - новый релиз или клиент
Начало инцидента	Все или часть пользователей оказались затронуты инцидентом
Обнаружение	С помощью автоматического или ручного мониторинга, реже - после жалобы от клиентов
Поиск причин	Поиск триггера с помощью логов и дашбордов

# Работа с инцидентами

Этап	Описание
Триггер	Событие, которое вызвало инцидент - новый релиз или клиент
Начало инцидента	Все или часть пользователей оказались затронуты инцидентом
Обнаружение	С помощью автоматического или ручного мониторинга, реже - после жалобы от клиентов
Поиск причин	Поиск триггера с помощью логов и дашбордов
Краткосрочное решение	Минимизируем ущерб для пользователя - откатываем версию или релизим хот-фикс
Долгосрочное решение	Например, переобучаем модель на новых данных

# Работа с инцидентами

Этап	Описание
Триггер	Событие, которое вызвало инцидент - новый релиз или клиент
Начало инцидента	Все или часть пользователей оказались затронуты инцидентом
Обнаружение	С помощью автоматического или ручного мониторинга, реже - после жалобы от клиентов
Поиск причин	Поиск триггера с помощью логов и дашбордов
Краткосрочное решение	Минимизируем ущерб для пользователя - откатываем версию или релизим хот-фикс
Долгосрочное решение	Например, переобучаем модель на новых данных
Пост-мортем	Анализируем корневые причины для инцидента и принимаем меры по улучшению мониторинга

# Текущие проблемы

- Тяжело мониторить регионы при локальном развёртывании - проблемы с доступом
- Много дефективных исследований в регионах - укладка, дефекты оборудования



**Я вас благодарю  
за внимание**

@crazyfrogspsb в ТГ

[https://t.me/varim\\_ml](https://t.me/varim_ml) - канал про ML

