

Как облегчить себе жизнь при работе с медицинскими изображениями

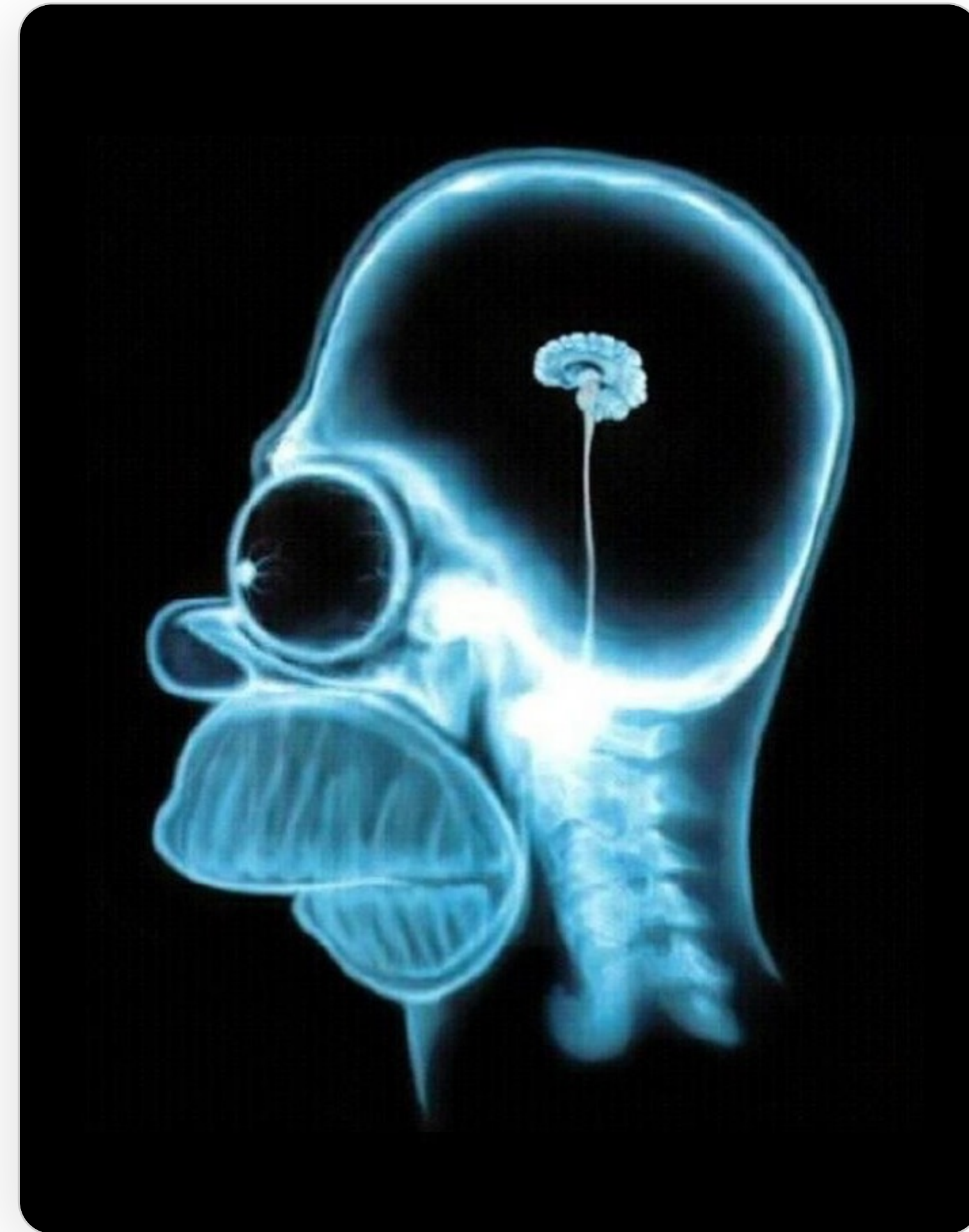
Евгений Попов,
руководитель направления
здравоохранения Yandex Cloud

Оглавление

1. Про медицинскую визуализацию и ИИ
2. Про DICOM
3. Проблемы
4. Инструменты для работы с DICOM
5. Cloud PACS, демо
6. Заключение

1. Про медицинскую визуализацию и ИИ
2. Про DICOM
3. Проблемы
4. Инструменты для работы с DICOM
5. Cloud PACS, демо
6. Заключение

Medical Imaging



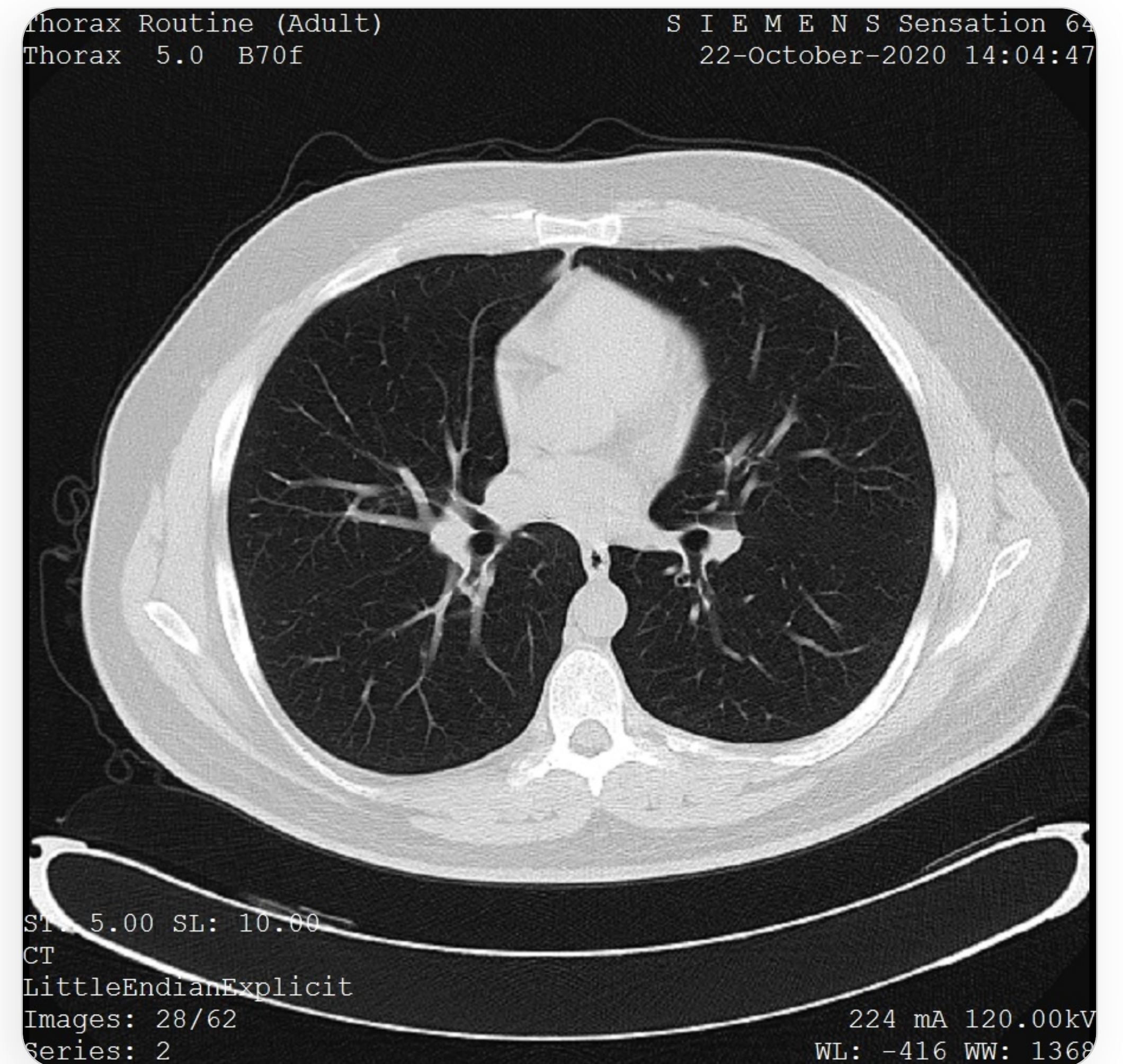
Рентген



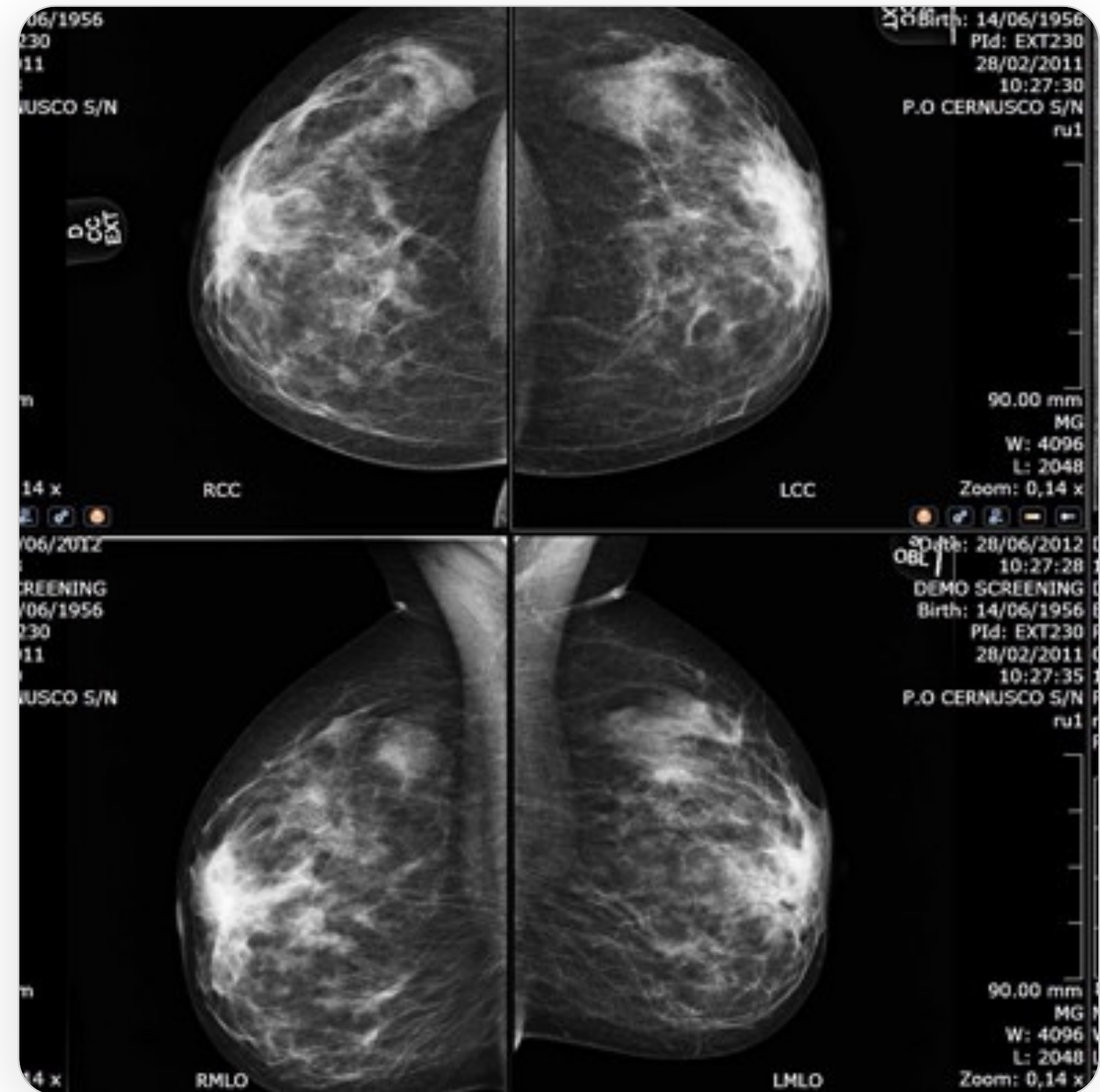
Магнитно-резонансная томография (МРТ)



Компьютерная томография (КТ)



Маммография (ММГ)



Ультразвуковые исследования (УЗИ)



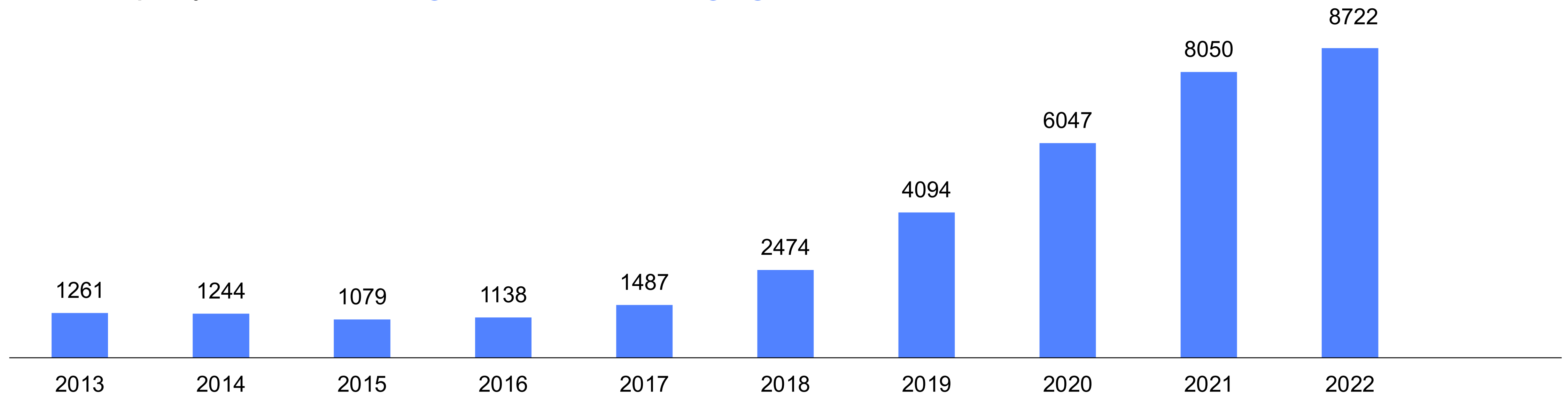
Применение AI в медицине

- **Диагностика**
- Анализ больших данных и предиктивная аналитика
- Персонализированная медицина и генетика
- Эпидемиологическое моделирование
- Производство лекарств
- Автоматизация процессов:
 - Коммуникации (голосовые роботы, чат-боты)
 - Рутинные задачи (заполнение документации, ...)
 - Аналитические задачи (в т.ч. определение выбросов и отклонений)

AI in medical imaging

Количество научных статей за 10 лет по данным
National Library of Medicine

Search query: [artificial intelligence medical imaging](#)



Эксперимент

по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы

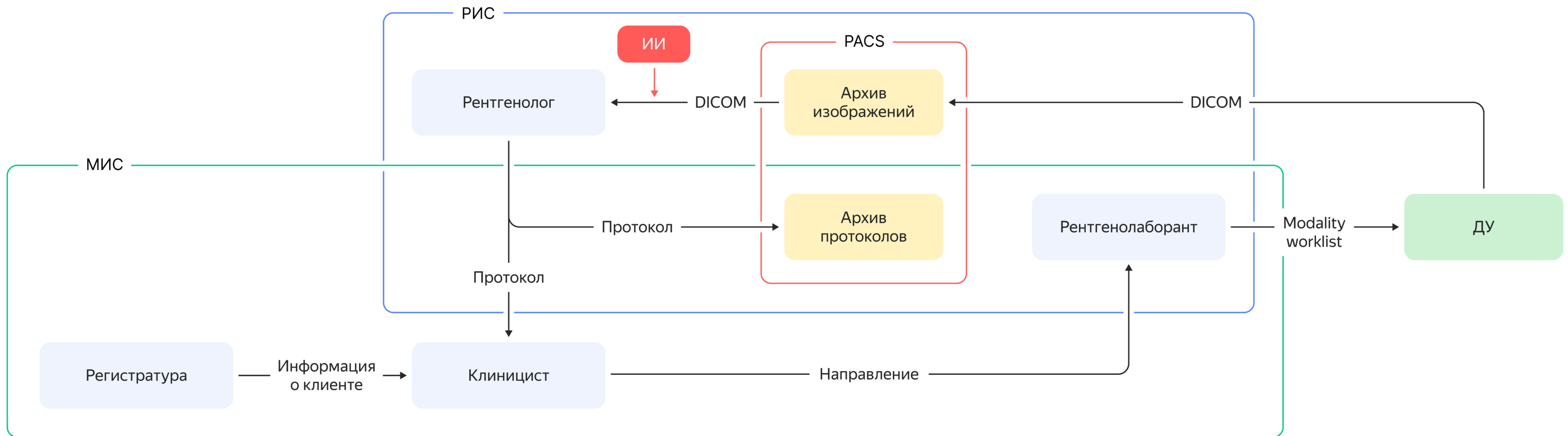


Узнайте больше
<https://mosmed.ai/ai>

По состоянию на 28.03.2023

- **28** направлений
- **50** ИИ-сервисов в ЕРИС
- **763 тыс.** исследований обработано в 2023 году
- **153** медицинских организации
- **1650** врачам доступны результаты ИИ

Процесс проведения исследований лучевой диагностики



1. Про медицинскую визуализацию и ИИ
2. Про DICOM
3. Проблемы
4. Инструменты для работы с DICOM
5. Cloud PACS, демо
6. Заключение

Стандарт DICOM

формат файла

сетевой протокол

Стандарт DICOM

Теги

- закодированная информация называется Dataset
- массив «ключ-значение»
- значением может быть последовательность
- похоже на JSON или XML
- тег идентифицируется **PatientID** или **(0x0010, 0x0020)**

DICOM Tags

✓ Show tag description

Meta header

0002,0000 (*FileMetaInformationGroupLength*): 206
0002,0002 (*MediaStorageSOPClassUID*): 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2
0002,0003 (*MediaStorageSOPInstanceUID*): 1.3.12.2.1107.5.1.4.93854.30000019122304370852700000856
0002,0010 (*TransferSyntaxUID*): 1.2.840.10008.1.2.4.70
0002,0012 (*ImplementationClassUID*): 1.2.40.0.13.1.3
0002,0013 (*ImplementationVersionName*): EntImaging-8.1.2
0002,0016 (*SourceApplicationEntityTitle*): MOWAGHUB

Dataset

0008,0005 (*SpecificCharacterSet*): ISO_IR 192
0008,0008 (*ImageType*): ORIGINAL\PRIMARY\AXIAL\CT_SOM5 SPI
0008,0016 (*SOPClassUID*): 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2
0008,0018 (*SOPInstanceUID*): 1.3.12.2.1107.5.1.4.93854.30000019122304370852700000856
0008,0020 (*StudyDate*): 20191223
0008,0021 (*SeriesDate*): 20191223
0008,0022 (*AcquisitionDate*): 20191223
0008,0023 (*ContentDate*): 20191223
0008,0030 (*StudyTime*): 085930.463000
0008,0031 (*SeriesTime*): 090137.942000
0008,0032 (*AcquisitionTime*): 090126.952898
0008,0033 (*ContentTime*): 090126.952898
0008,0050 (*AccessionNumber*): AGFA000002660231
0008,0060 (*Modality*): CT
0008,0070 (*Manufacturer*): SIEMENS
0008,0080 (*InstitutionName*): Консультативно-диагностический центр №6, филиал №4
0008,0081 (*InstitutionAddress*): Beskudnikovskiy Moscow District RU
0008,0090 (*ReferringPhysicianName*):
0008,009c (*ConsultingPhysicianName*):
0008,0201 (*TimezoneOffsetFromUTC*): +0300
0008,1010 (*StationName*): CTAWP93854
▼ 0008,1032 (*ProcedureCodeSequence*): []
 ▼ Item 1
 0008,0005 (*SpecificCharacterSet*): ISO_IR 192
 0008,0100 (*CodeValue*): A06.09.005
 0008,0102 (*CodingSchemeDesignator*): AGFA
 0008,0103 (*CodingSchemeVersion*): 1
 0008,0104 (*CodeMeaning*): CODE MEANING
0008,1070 (*OperatorsName*): REMOVED

Стандарт DICOM

Примеры полезных тегов

```
(0010,0010) PN PatientName = Popov E.V.  
(0010,0030) DA PatientBirthDate = 19810324  
(0010,0040) CS PatientSex = M  
(0008,0020) DA StudyDate = 20191015  
(0020,000D) UI StudyInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.7140.2019101519392578736  
(0020,000E) UI SeriesInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.2024.2019101520025464192  
(0008,0060) CS Modality = MR  
(0018,0015) CS BodyPartExamined = CERVICAL SPINE  
(0018,5100) CS PatientPosition = HFS
```


Стандарт DICOM

Примеры полезных тегов

(0010,0010) PN PatientName = Popov E.V.

(0010,0030) DA PatientBirthDate = 19810324

(0010,0040) CS PatientSex = M

(0008,0020) DA StudyDate = 20191015

(0020,000D) UI StudyInstanceUID =

1.3.46.670589.11.32440.5.0.7140.2019101519392578736

(0020,000E) UI SeriesInstanceUID =

1.3.46.670589.11.32440.5.0.2024.2019101520025464192

(0008,0060) CS Modality = MR

(0018,0015) CS BodyPartExamined = CERVICAL SPINE

(0018,5100) CS PatientPosition = HFS

Стандарт DICOM

Примеры полезных тегов

```
(0010,0010) PN PatientName = Popov E.V.  
(0010,0030) DA PatientBirthDate = 19810324  
(0010,0040) CS PatientSex = M  
(0008,0020) DA StudyDate = 20191015  
(0020,000D) UI StudyInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.7140.2019101519392578736  
(0020,000E) UI SeriesInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.2024.2019101520025464192  
(0008,0060) CS Modality = MR  
(0018,0015) CS BodyPartExamined = CERVICAL SPINE  
(0018,5100) CS PatientPosition = HFS
```

Стандарт DICOM

Примеры полезных тегов

(0010,0010) PN PatientName = Popov E.V.

(0010,0030) DA PatientBirthDate = 19810324

(0010,0040) CS PatientSex = M

(0008,0020) DA StudyDate = 20191015

(0020,000D) UI StudyInstanceUID =
1.3.46.670589.11.32440.5.0.7140.2019101519392578736

(0020,000E) UI SeriesInstanceUID =
1.3.46.670589.11.32440.5.0.2024.2019101520025464192

(0008,0060) CS Modality = MR

(0018,0015) CS BodyPartExamined = CERVICAL SPINE

(0018,5100) CS PatientPosition = HFS

Стандарт DICOM

Примеры полезных тегов

```
(0010,0010) PN PatientName = Popov E.V.  
(0010,0030) DA PatientBirthDate = 19810324  
(0010,0040) CS PatientSex = M  
(0008,0020) DA StudyDate = 20191015  
(0020,000D) UI StudyInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.7140.2019101519392578736  
(0020,000E) UI SeriesInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.2024.2019101520025464192  
(0008,0060) CS Modality = MR  
(0018,0015) CS BodyPartExamined = CERVICAL SPINE  
(0018,5100) CS PatientPosition = HFS
```


Стандарт DICOM

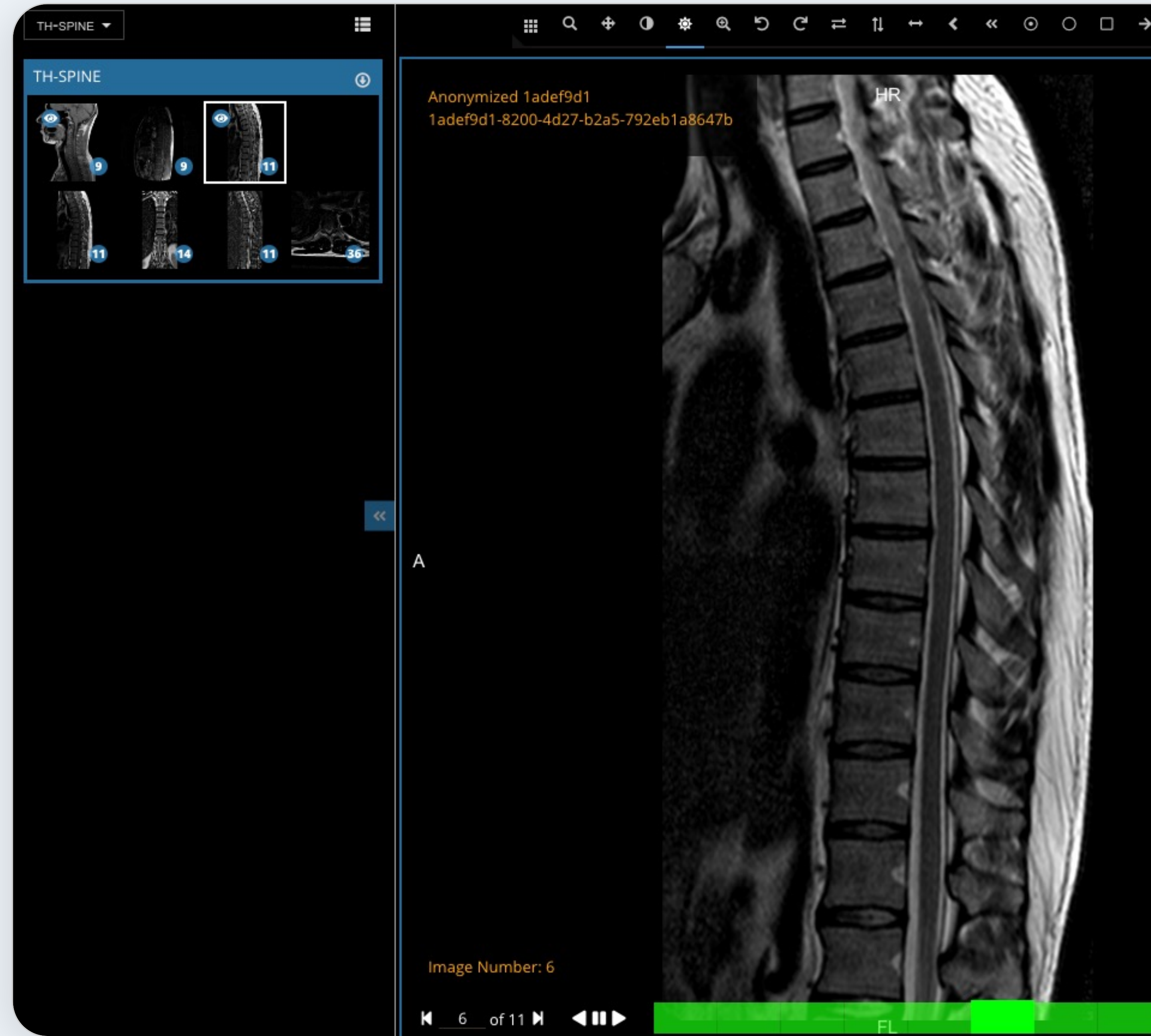
Примеры полезных тегов

```
(0010,0010) PN PatientName = Popov E.V.  
(0010,0030) DA PatientBirthDate = 19810324  
(0010,0040) CS PatientSex = M  
(0008,0020) DA StudyDate = 20191015  
(0020,000D) UI StudyInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.7140.2019101519392578736  
(0020,000E) UI SeriesInstanceUID =  
1.3.46.670589.11.32440.5.0.2024.2019101520025464192  
(0008,0060) CS Modality = MR  
(0018,0015) CS BodyPartExamined = CERVICAL SPINE  
(0018,5100) CS PatientPosition = HFS
```

Стандарт DICOM

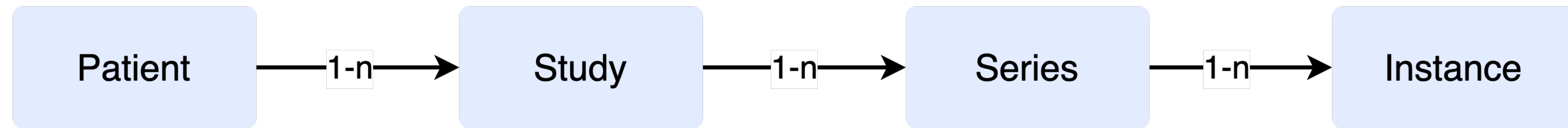
Пиксельная информация

- связана с тегом **PixelData** (0x7fe0, 0x0010)
- может быть сжата
- может быть видео MPEG-2 или H.264



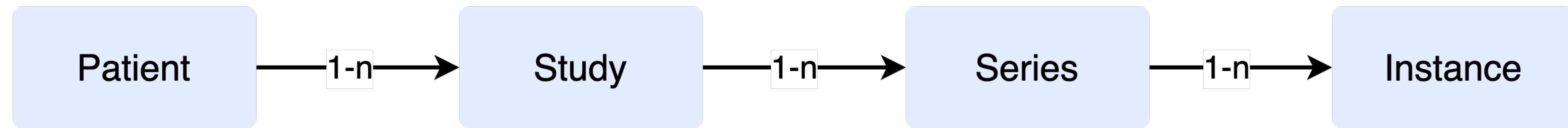
Стандарт DICOM

“DICOM model of the real world”



Стандарт DICOM

“DICOM model of the real world”



Global

StudyInstanceUID

SeriesInstanceUID

SOPInstanceUID

Local

PatientID

ID

AccessionNumber

Стандарт DICOM

Сетевой протокол (DIMSE)

C-Store

Отправить
изображение с
локального
устройства на
удаленное

C-Find

Поиск
содержимого на
удаленном
устройстве

C-Move

Копировать
изображения с
удаленного
устройства на
другое
устройство

C-Get

Получить
изображения с
удаленного
устройства

Стандарт DICOM

Сетевой протокол (DICOMweb)

C-Store

Отправить
изображение с
локального
устройства на
удаленное

STOW-RS

C-Find

Поиск
содержимого на
удаленном
устройстве

QUIDO-RS

C-Move

Копировать
изображения с
удаленного
устройства на
другое
устройство

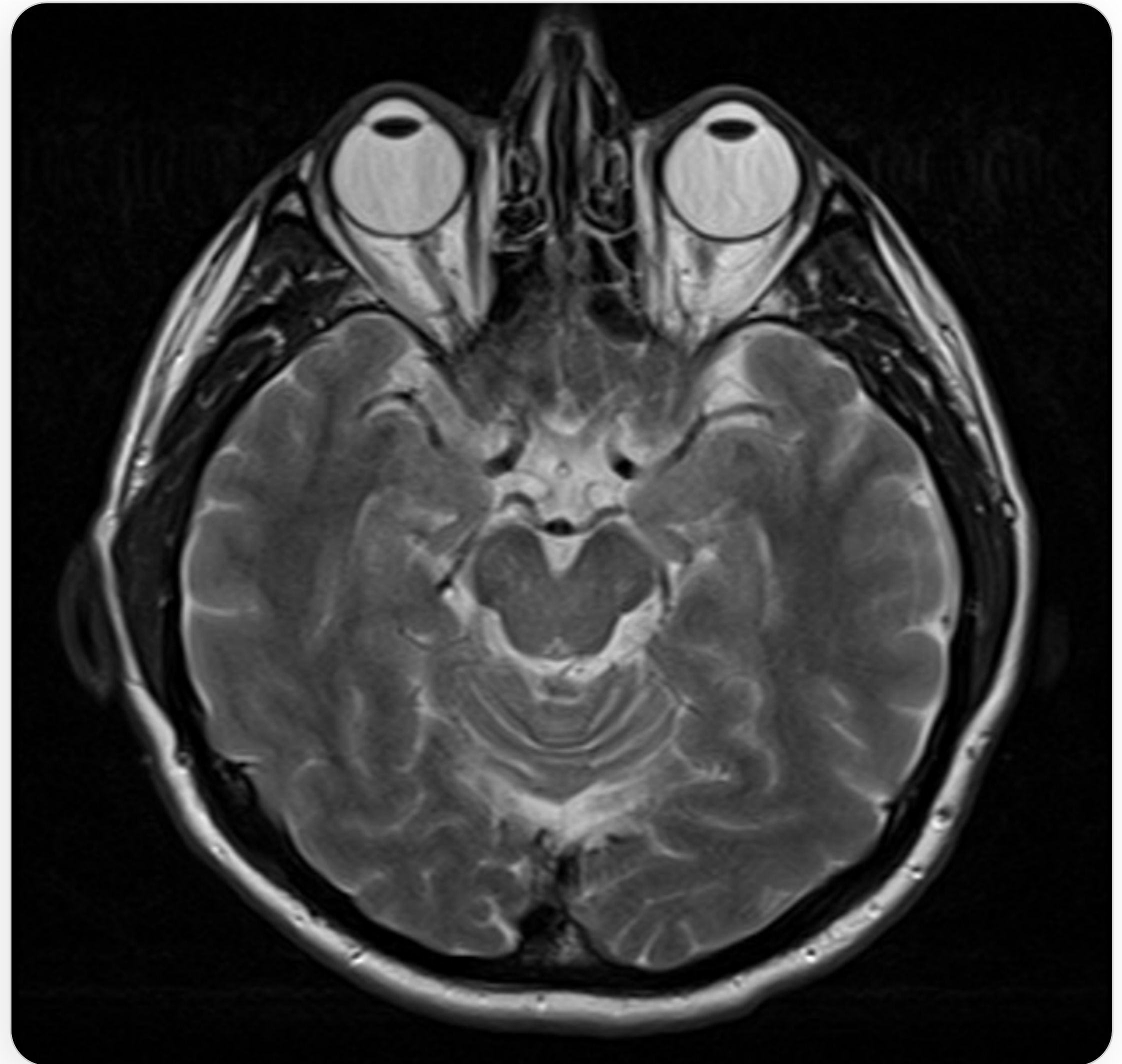
C-Get

Получить
изображения с
удаленного
устройства

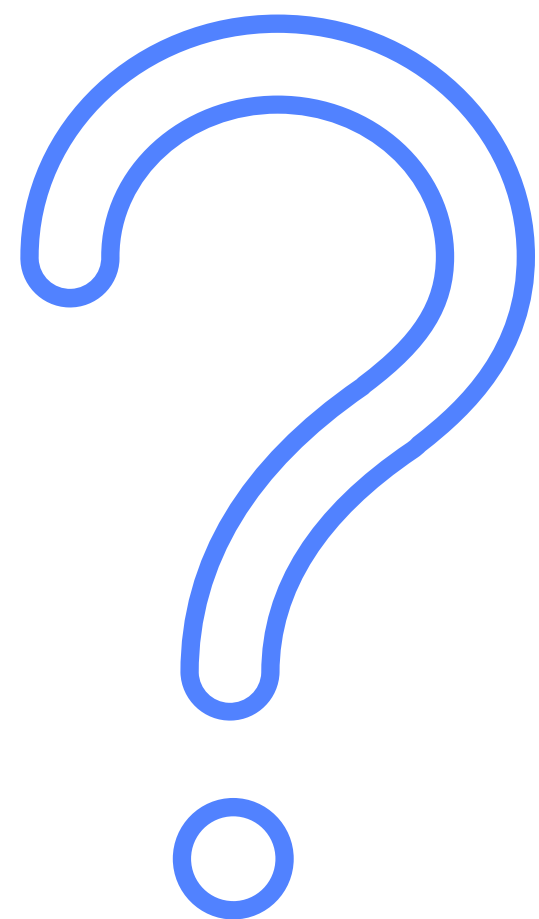
WADO-RS

Когда начал изучать DICOM

и копнул чуть глубже

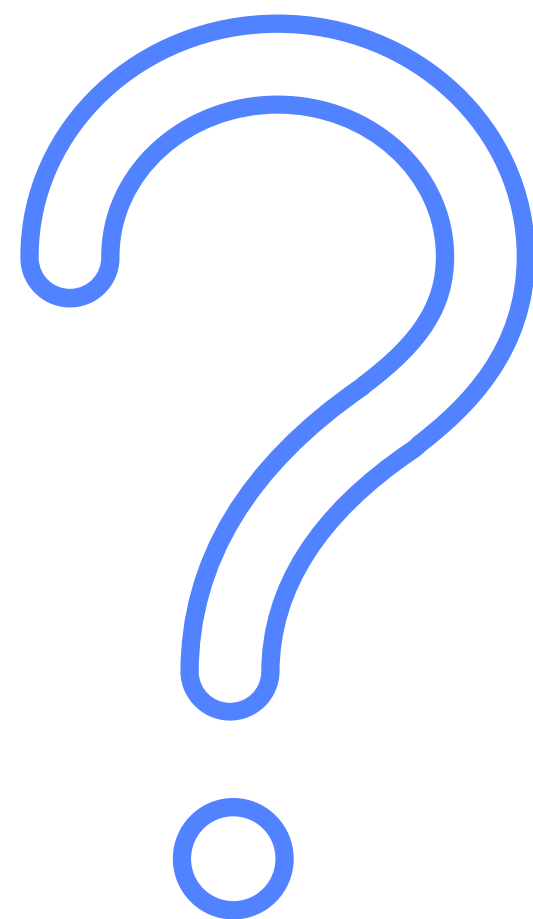


1. Про медицинскую визуализацию и ИИ
2. Про DICOM
3. Проблемы
4. Инструменты для работы с DICOM
5. Cloud PACS, демо
6. Заключение



Проблемы

- ОЧЕНЬ много мелких файлов
- дублирование информации
- поиск исследований
- нужно работать на уровне исследования, а не на уровне файла
- сетевой протокол DICOM неудобен, хотелось бы что-то более современное (нагрузка на сеть, неудобство использования)
- нужно к исследованию записать метаданные (разметка)
- дополнительный удобный функционал (выбрать нужную серию, посмотреть теги, ...)



Проблемы

- ОЧЕНЬ много мелких файлов
- дублирование информации
- поиск исследований
- нужно работать на уровне исследования, а не на уровне файла
- сетевой протокол DICOM неудобен, хотелось бы что-то более современное (нагрузка на сеть, неудобство использования)
- нужно к исследованию записать метаданные (разметка)
- дополнительный удобный функционал (выбрать нужную серию, посмотреть теги, ...)
- организация процесса разметки датасетов
- препроцессинг исследований перед отправкой нужных серий модели

1. Про медицинскую визуализацию и ИИ
2. Про DICOM
3. Проблемы
4. Инструменты для работы с DICOM
5. Cloud PACS, демо
6. Заключение

Работа с DICOM

opensource проекты



- **pydicom**
- pynetdicom
- Deid
- DICOM-numpy
- Imageio
- Dicom2nifti
- nii2dcm



- OpenDICOM
- Fo-DICOM
- Evil-DICOM
- DICOM SHARP
- DICOM#



- **CornerStone**
- DICOMNode
- dicom-parser
- DicomJS
- Node-Dicom
- Dicom Data Dictionary



- RubyDICOM



- **dcm4chee**
- PixelMed
- DICOM Java Plugin Framework
- DICOM4j

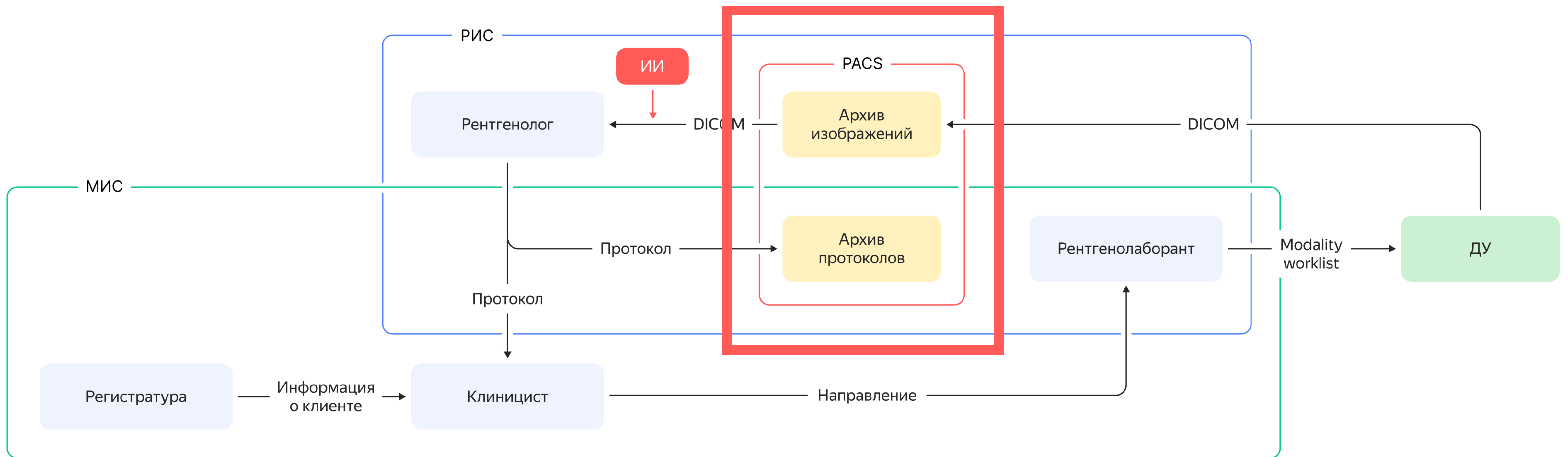


- DICOM Haskell Library



- **Orthanc**
- **DCMTK**
- Imebra
- Odil
- DCMLite
- DicomSDL
- CharruaSoft
- QTDICOM
- QT-DICOM
- CTK DIKOM

Процесс проведения исследований лучевой диагностики



1. Про медицинскую визуализацию и ИИ
2. Про DICOM
3. Проблемы
4. Инструменты для работы с DICOM
5. Cloud PACS, демо
6. Заключение

Используемые сервисы

для создания PACS на базе Yandex Cloud

Безопасность



Identity and
Access Management



Lockbox

Бессерверные вычисления



Cloud Functions



Message Queue



Managed Service
for YDB

Платформа данных



Managed Service
for PostgreSQL



Object Storage

Инфраструктура и сеть



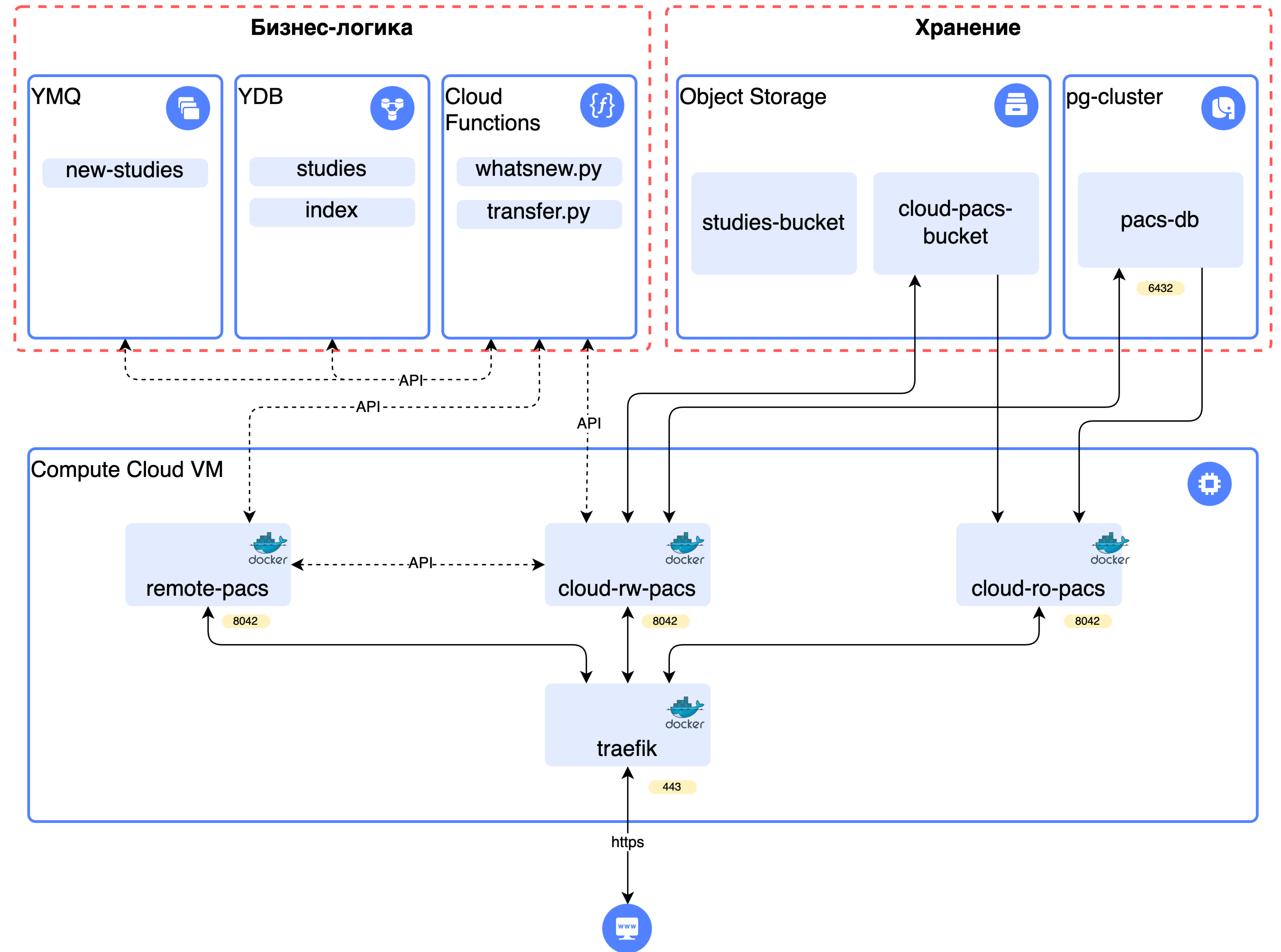
Compute Cloud



Virtual Private
Cloud

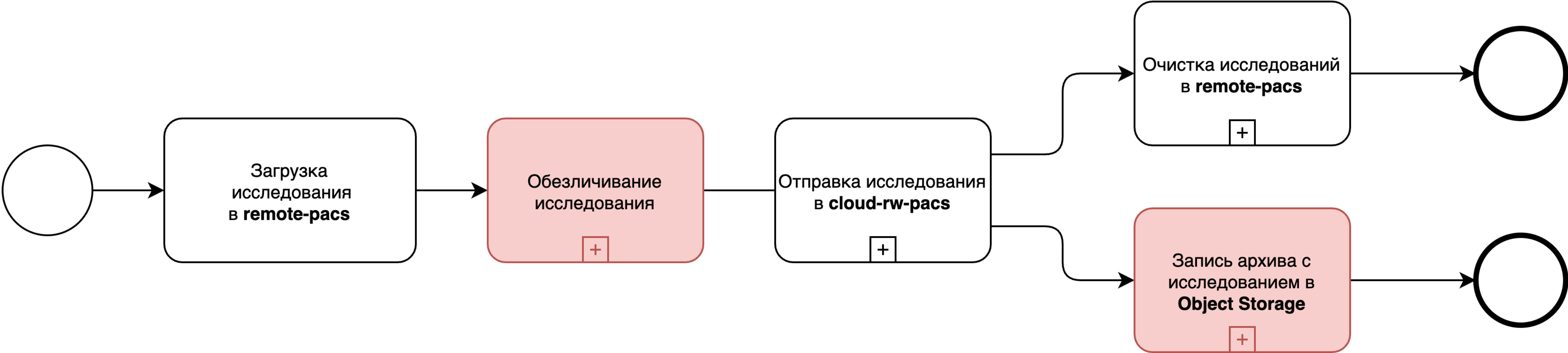
Архитектура

PACS на базе Yandex Cloud



Бизнес-логика

PACS на базе Yandex Cloud



Acceleration Transfer

ускорение передачи по сети в Orthanc

- работает поверх HTTP/HTTPS
- группирует небольшие экземпляры DICOM
- разбивает большие экземпляры DICOM
- пакеты передаются в несколько потоков
- сжатие пакетов (сокращает объем в 2-3 раза, но нагрузка на CPU!!!)
- PUSH или PULL
- очереди

Очереди

задачи высокого уровня

Job

+

Queue

- записываются в БД
 - перезапускаются
 - синхронные и асинхронные вызовы
 - мониторинг очередей
 - приоритет
 - управление заданиями
- любые брокеры очередей
 - pub/sub
 - гибкие настройки

Скрипты

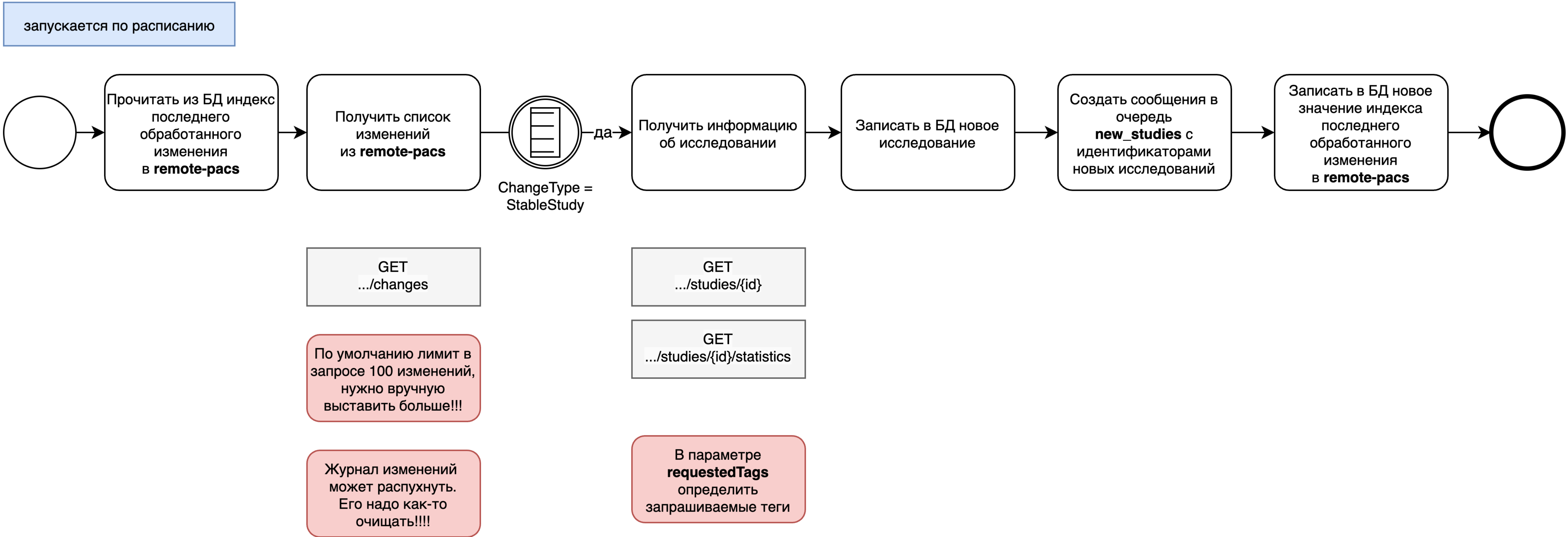
реализация своей бизнес-логики

serverside + serverless

- Python или LUA
 - запускаются на стороне контейнера
 - могут срабатывать по триггеру
 - можно делать свои методы API
- любой поддерживаемый ЯП
 - запускаются на стороне облака
 - могут срабатывать по триггеру или по расписанию
 - гибкость
 - параллелизация

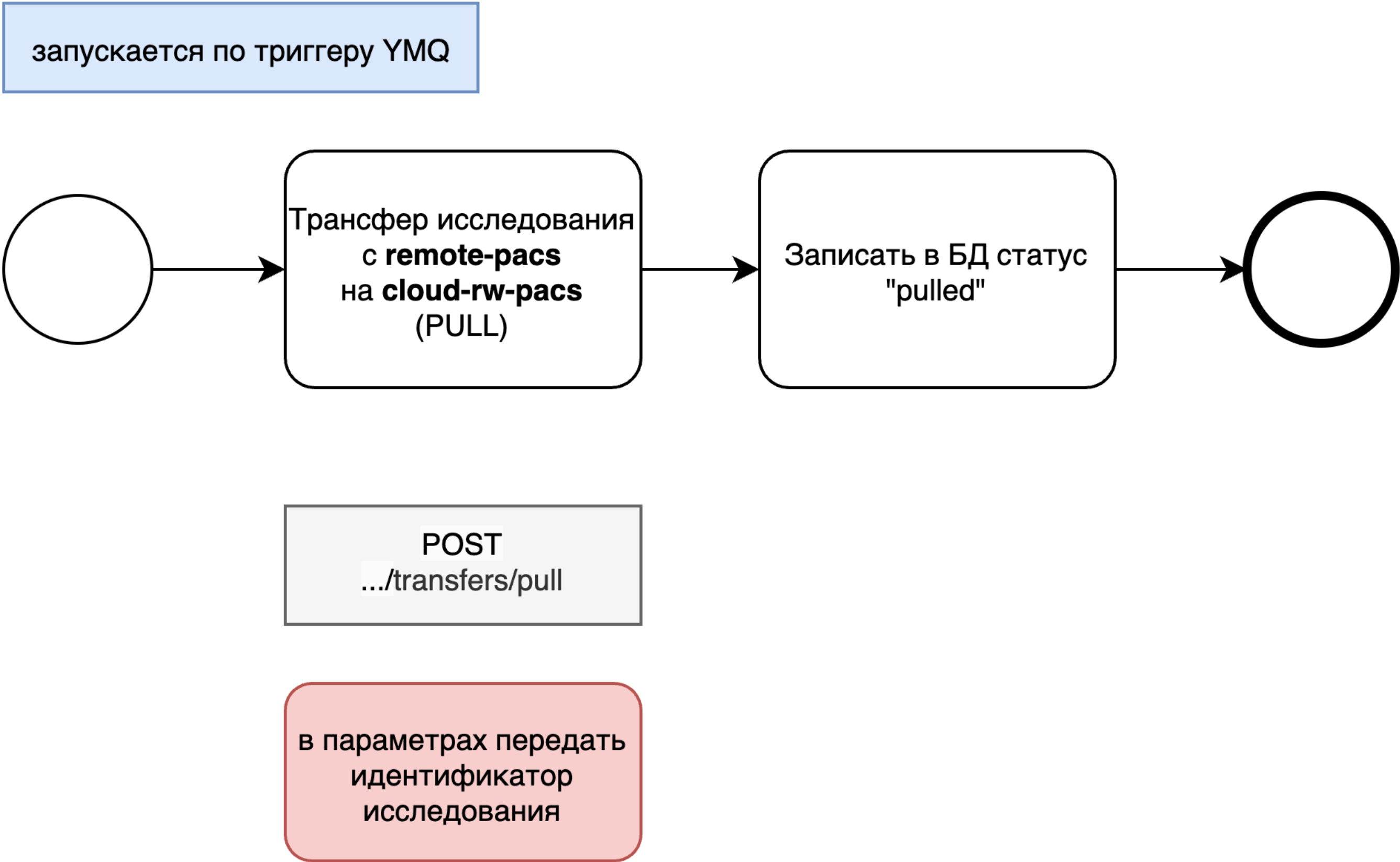
Бизнес-логика

ПОИСК НОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



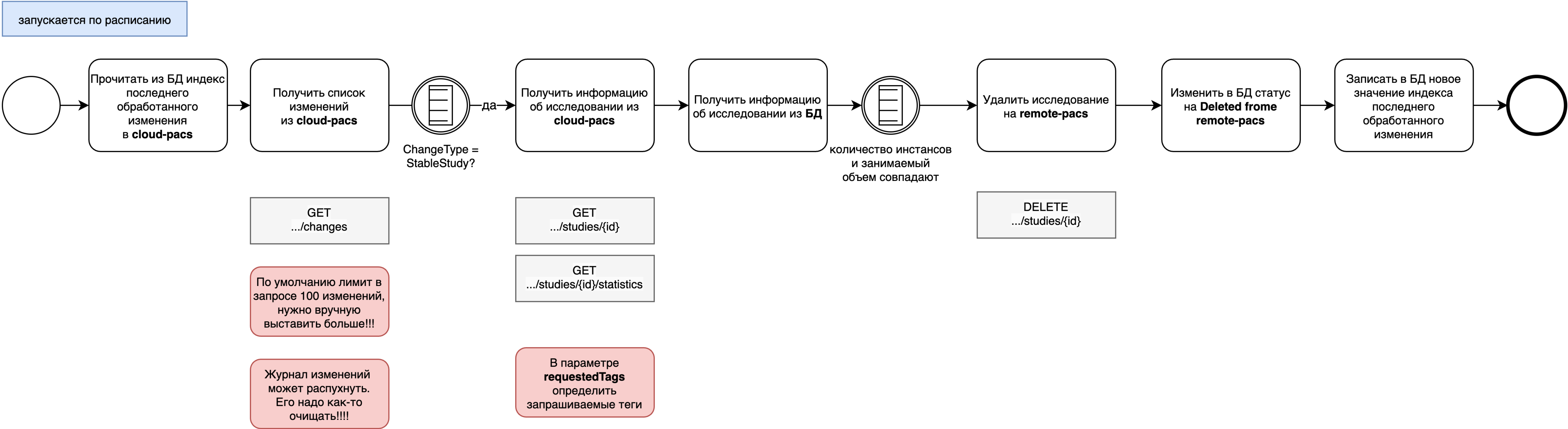
Бизнес-логика

трансфер исследований



Бизнес-логика

очистка remote-pacs



Демо

Сценарии

возможное применение проекта

- интеграции при работе ML-модели в инференсе
- дешевое и надежное хранение DICOM
- разметка датасетов
- хранение и использование датасетов
- работа с DICOM через REST API
- ...

Используйте и
развивайте
opensource



github.com/epopoff/yc-pacs

Спасибо за внимание



Евгений Попов

Руководитель направления
Здравоохранение Yandex Cloud
popov-evgeny@yandex-team.ru