



ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ
И ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Сервис искусственного интеллекта по оценке качества исследований плотности костей человека

Техническое задание

2026

Сервис искусственного интеллекта по оценке качества исследований плотности костей человека

Основные термины и сокращения

Термин	Расшифровка
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine — стандарт хранения и передачи медицинских изображений
DXA / ДРА	Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (денситометрия)
ИИ	Искусственный интеллект
ROI	Region of Interest — область интереса, используемая для измерений
MVP	Минимально жизнеспособный продукт
AUC	Площадь под ROC-кривой

1. Контекст и актуальность задачи

Денситометрия является основным инструментальным методом количественной оценки минеральной плотности костной ткани и широко применяется для диагностики остеопороза, оценки риска переломов и динамического наблюдения пациентов. Достоверность результата зависит не только от работы оборудования, но и от правильности укладки пациента, выбора исследуемой области, отсутствия значимых артефактов и корректности разметки анатомических структур.

Ошибки позиционирования и разметки могут приводить к искажению измеряемых показателей, ошибочной интерпретации динамики и необходимости повторного анализа или повторного исследования. При этом контроль качества обычно выполняется специалистом вручную и требует знания критериев корректности для разных анатомических областей.

Применение алгоритмов компьютерного зрения позволяет объективизировать и стандартизировать контроль качества, автоматически выявлять типовые нарушения и своевременно сообщать специалисту о необходимости коррекции разметки или повторной обработки исследования. Такое решение потенциально снижает нагрузку на врача-рентгенолога и рентгенолаборанта, повышает воспроизводимость измерений и формирует единый подход к контролю качества денситометрии в медицинских организациях.

Участникам предлагается создать интеллектуальный сервис, который не просто распознаёт изображение, а выступает цифровым помощником по контролю качества: проверяет, можно ли использовать исследование для клинической интерпретации, оценивает корректность нанесённых областей измерения и объясняет, какое именно нарушение обнаружено.

2. Описание задачи

Разработать программное обеспечение на основе искусственного интеллекта для автоматизированной оценки качества рентгеновских денситометрических исследований и корректности разметки анатомических структур.

На вход сервис получает денситометрическое исследование в формате DICOM. Решение должно определить, соответствует ли изображение установленным критериям качества, корректно ли выполнена разметка, а при наличии нарушения — определить его тип. Основная задача — обеспечить автоматизированный контроль качества без необходимости первичного ручного просмотра каждого исследования специалистом.

2.1. Объекты анализа

В базовый контур задачи рекомендуется включить денситометрические исследования следующих анатомических областей:

- поясничный отдел позвоночника;
- проксимальный отдел бедренной кости.

Допускается разработка единой модели для всех областей либо отдельных специализированных моделей с автоматическим определением области исследования.

2.2. Основной функционал

- определение анатомической области и проекции исследования;
- классификация исследования как качественного или содержащего нарушение качества;
- оценка корректности укладки и позиционирования пациента по стандартным критериям;
- оценка корректности разметки анатомических структур и областей измерения;
- определение одного или нескольких типов нарушения качества;
- формирование структурированного отчёта с результатами работы.

2.3. Перечень оцениваемых нарушений

От решения требуется рассматривать следующие категории:

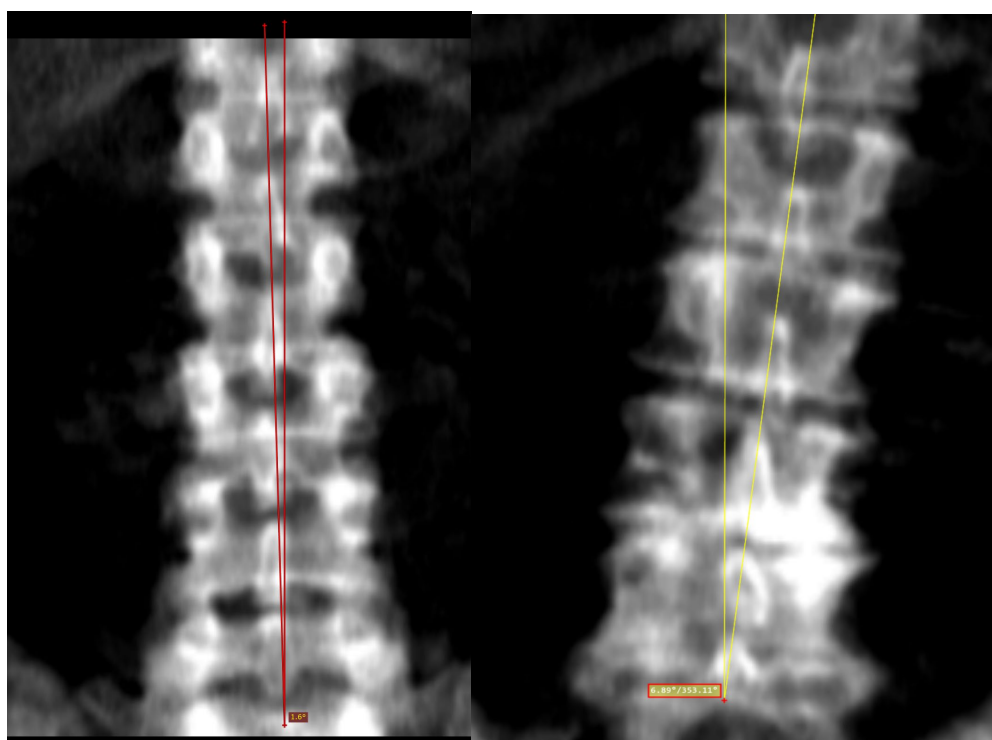
1. Поясничный отдел позвоночника

- корректная укладка (на нижнем уровне сканирования визуализированы верхние края подвздошных костей, верхний уровень — половина тела позвонка Th12) (рис.1);



Рисунок 1. Корректная укладка поясничного отдела позвоночника.
Визуализируются 1 — верхние края подвздошных костей,
2 — половина 12-ого грудного позвонка (Th12)

- правильно выровненная ось позвоночника (допустимый наклон до 5 градусов) (рис. 2);



а)

б)

Рисунок 2. Ось позвоночника выровнена
а) Корректно. Угол наклона 1,6 градуса.
б) Некорректно. Угол наклона 6,9 градусов

- отсутствие посторонних предметов, выраженных артефактов или наложений (металлические артефакты от одежды) (рис.3).

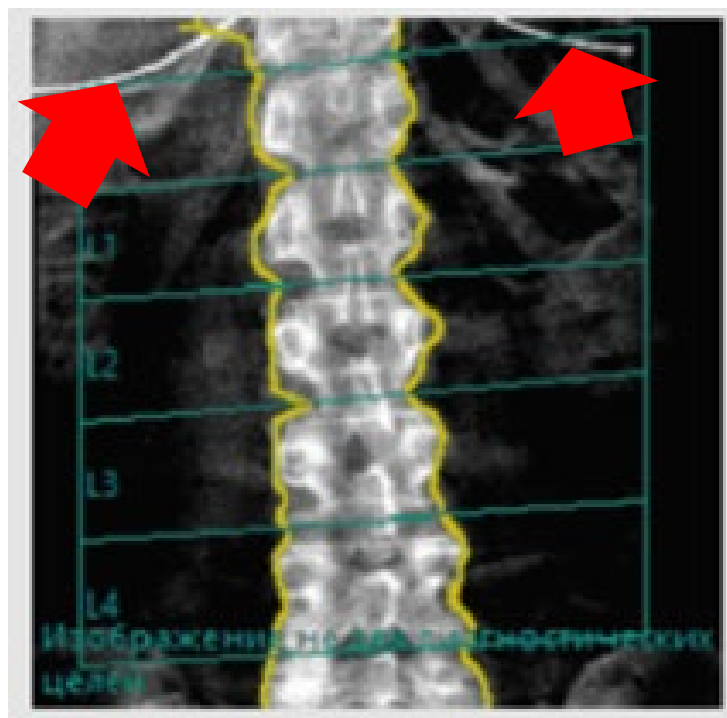


Рисунок 3. Наличие инородных тел на изображении (косточки нижнего белья)

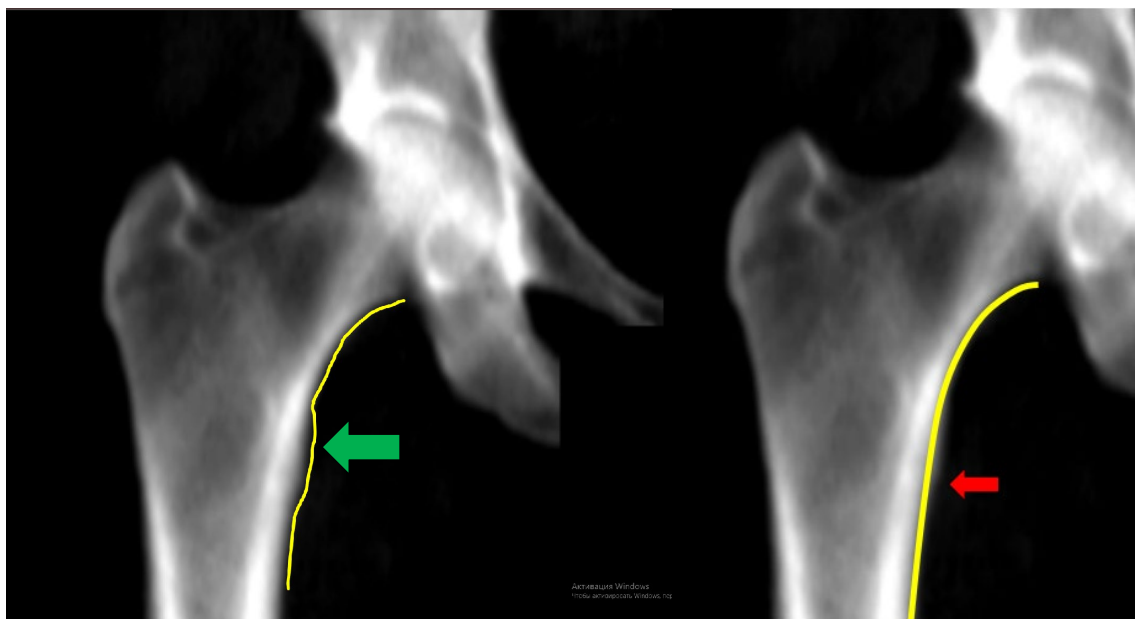
2. Проксимальный отдел бедра

- правильное позиционирование (на изображении представлены большой вертел, шейка бедра и седалищная кость) (рис. 4);



Рисунок 4. Правильное позиционирование проксимального отдела бедра. Визуализируются:
1 — большой вертел / 2 — шейка бедра / 3 — седалищная кость.

- отсутствие ротации исследуемой области (оценка малого вертела) (рис. 5.);



а)

б)



в)

Рисунок 5. Укладка проксимального отдела бедра.

- а) Корректна. Контур слегка деформирован малым вертелом.
- б) Некорректна. Конечность переротирована, контур плавный и не деформирован малым вертелом.
- в) Некорректна. Конечность недоротирована, малый вертел слишком большой.

- определение корректности области интересов (правильной считается визуализация по 3 см сверху и снизу от области интереса, 2 см от края правого и левого в зависимости от бедра) (рис 6.);

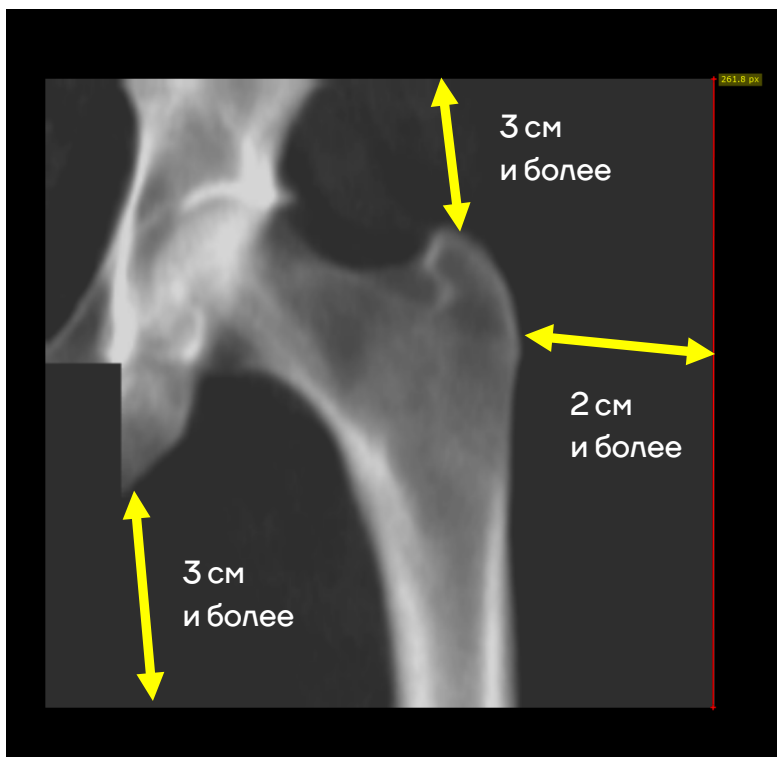


Рисунок 6. Правильная визуализация области интереса

2.4. Входные данные

- Исследования в формате DICOM без разметки.
- Одно исследование может включать одно или несколько изображений/серий (не более 3).
- Метаданные DICOM могут использоваться моделью, однако решение не должно зависеть от наличия персональных данных.
- Организатор предоставляет обезличенные изображения и часть исследований с экспертной разметкой.

2.5. Требования к выходным данным

Решение должно формировать итоговый файл в формате .xlsx или .csv. Одна строка соответствует одному изображению (одна анатомическая область) в исследовании. Рекомендуемая структура:

Название колонки	Описание	Формат
path_to_study	Путь к исследованию или файлу	String
study_uid	Идентификатор исследования из DICOM-тегов	String
image_uid	Идентификатор изображения из DICOM-тегов	String
anatomical_region	Определённая анатомическая область	String
quality_class	0 — качественное, 1 — есть нарушение	Integer
violation_type	Тип или перечень нарушений	String
processing_status	Success / Failure	String
time_of_processing	Время обработки в секундах	Float

2.6. Дополнительный функционал

- Дополнительная серия с визуализацией обнаруженного нарушения на изображении: маска, контур, ключевые точки или тепловая карта.
- Текстовое описание выявленных нарушений в формате DICOM SR.
- Автоматическая коррекция разметки с возможностью подтверждения специалистом.
- Интерактивный веб-интерфейс для загрузки, просмотра и пакетной обработки исследований.

2.7. Технические требования

- Время обработки одного исследования: не более 3 минут на целевой конфигурации.
- Отсутствие необработанных исключений; все ошибки фиксируются в отчёте.
- Воспроизводимость результатов при повторном запуске на одинаковых данных.
- Возможность пакетной обработки исследований из архива с предоставлением общей таблицы (xlsx/csv) в качестве результата обработки, а также zip-архива с дополнительными сериями (при наличии функционала).

3. Программно-аппаратные требования

3.1. Аппаратные требования

Специальные аппаратные ограничения не предъявляются при условии выполнения функциональных и нефункциональных требований. Участник должен указать минимальную и рекомендуемую конфигурацию для инференса: объём оперативной памяти, требования к процессору и графическому ускорителю, объём дискового пространства.

Конфигурация оборудования, на котором будет проводиться финальное тестирование: 2 × H200 141 GB, каждая H200 в своей виртуальной машине с флейвором GPU-44-256-H200-1 (44 CPU, 256 RAM, 141 VRAM).

3.2. Программные требования

- Выбор языка программирования, библиотек машинного обучения и архитектуры решения остаётся на усмотрение участников.
- Обязательна контейнеризация решения.
- Участники должны предоставить скрипт для сборки и запуска контейнеризированного приложения в Linux и UNIX-подобных системах.
- Решение должно запускаться локально без обращения к внешним закрытым сервисам и без передачи медицинских изображений во внешние системы.
- Должен быть реализован API для пакетной обработки тестового набора данных.
- Все используемые зависимости, включая версии библиотек, сред выполнения и базового контейнера, должны быть зафиксированы.

4. Требования к презентации/демонстрации

Презентация должна показать не только итоговые метрики, но и логику клинического контроля качества. Команде необходимо продемонстрировать:

- описание и обоснование выбранного подхода;
- архитектуру модели и программного решения;
- состав наборов данных, правила разбиения выборки и методы предобработки;
- таксономию нарушений качества и подход к исследованиям с несколькими нарушениями;
- результаты экспериментов, сравнение вариантов модели и анализ ошибок;
- метрики качества с доверительными интервалами;
- скорость обработки и системные требования;
- ограничения решения и сценарий дальнейшего внедрения;
- кейсы, демонстрирующие работу решения.

5. Требования к сопроводительной документации

Документация должна позволять стороннему разработчику воспроизвести запуск и получить результаты на новом наборе DICOM-исследований.

README.md должен содержать:

- назначение, основные возможности и ограничения решения;
- описание структуры проекта;
- системные требования и перечень зависимостей;
- инструкцию по сборке и запуску контейнеризированного приложения;
- описание реализованного API;
- описание формата входных и выходных данных;
- описание модели, предобработки и постобработки;
- перечень известных ошибок и способы их обработки.

Дополнительно предоставляются руководство пользователя, руководство по развёртыванию и краткое описание процедуры обучения или дообучения модели.

6. Ресурсы

- Обезличенные медицинские изображения денситометрии в формате DICOM с экспертной оценкой качества (НД_для_обучения.zip).
- Описание критериев качества и примеры корректной разметки — можно детальнее изучить в [методических рекомендациях](#) в разделах 2.6, 2.7.
- Фрагмент данных для проверки формата и отладки загрузчика (Для теста.zip).
- Закрытый тестовый набор для финальной оценки, не передаваемый участникам.

7. Требования к сдаче решений

7.1. Требования для промежуточной сдачи решения

Промежуточная сдача предусматривает предоставление MVP, включающего:

- обученную модель и скрипт инференса;
- модуль чтения DICOM и пакетной обработки;
- определение как минимум бинарного класса «качественное / есть нарушение»;
- оценку корректности разметки для как минимум одной анатомической области;
- файл с результатами в согласованном формате;
- расчёт основных метрик на валидационной выборке;
- краткая инструкция по работе с моделью;
- описание текущих ограничений и план доработки.

7.2. Требования для финальной сдачи решения

Финальная версия должна представлять полностью работоспособное локальное программное решение и включать:

- обученную модель и все необходимые веса;
- контейнеризированный сервис или приложение;
- поддержку всех обязательных анатомических областей и классов нарушений, утверждённых организатором;
- скрипт для сборки и запуска контейнеризированного приложения; инструкция по запуску скрипта в Linux и Unix-подобных системах;
- устойчивую пакетную обработку закрытого тестового набора;
- структурированный файл результатов;
- полный комплект документации;
- презентацию и демонстрационный сценарий;
- исходный код либо иной комплект материалов в объёме, установленном правилами конкурса.

Финальная проверка проводится экспертами на закрытых данных без участия команды. Расчёт итоговых метрик выполняется на стороне организатора.

8. Критерии оценки

8.1. Подход коллектива к решению задачи

Оцениваются понимание клинической задачи, обоснованность таксономии нарушений, подход к формированию обучающей выборки, работа с дисбалансом классов и предотвращение утечки данных между обучающей и тестовой выборками.

8.2. Техническая проработка решения

Оцениваются архитектура модели, качество предобработки DICOM, корректность работы с изображениями, устойчивость программной реализации, обработка ошибок, контейнеризация, воспроизводимость работы.

8.3. Соответствие решения поставленной задаче

Оцениваются полнота выполнения обязательных функций, соответствие форматов входных и выходных данных, поддержка заявленных анатомических областей, прозрачность ограничений и пригодность решения для локального использования.

8.4. Эффективность решения в рамках поставленной задачи

Основные метрики рекомендуется рассчитывать отдельно для каждой анатомической области и каждого типа нарушения, а также в целом:

- чувствительность выявления исследований с нарушениями качества;
- специфичность для качественно выполненных исследований;
- сбалансированная точность и F1-мера;
- ROC AUC и/или PR AUC для бинарной классификации;
- macro-F1 для многоклассового или мультитейбл-определения типов нарушений;
- метрики локализации или сегментации — Dice, IoU, расстояние между ключевыми точками — при наличии соответствующего функционала;
- время обработки одного исследования и доля успешно обработанных файлов.

Приоритетной клинической характеристикой являются F1-мера и ROC-AUC, как сбалансированные метрики работы решения. Метрики диагностической точности желательно представлять с 95% доверительными интервалами.

8.5. Выступление коллектива на питч-сессии

Оцениваются владение материалом, способность объяснить клиническую и техническую логику решения, качество демонстрации, аргументированность выбранных подходов, понимание ограничений и реалистичность плана пилотирования и внедрения.