



МОСКОВСКАЯ
МЕДИЦИНА



ПРОЕКТ
МОРА
МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ



МИНИСТЕРСТВО
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ



ЛИДЕРЫ
ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ

КОМАНДА "MOON"

СЕРВИС ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ
КОМПЬЮТЕРНЫХ ТОМОГРАФИЙ
ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ БЕЗ
ПАТОЛОГИЙ



NEURO-RADIX

КОМАНДА "Moon"



ПРОЕКТ
МОРА
МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ
И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ



АКАДЕМИЯ
НАУК
РОССИИ



ЛИДЕРЫ
ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ

О КОМАНДЕ:

- **ГОРОД:** Йошкар-Ола
- **КОМАНДА:** 2 человека
- **КАПИТАН:** Пантелеев Кирилл

НАИМЕНОВАНИЕ ЗАДАЧИ:

Сервис для выявления компьютерных
томографий органов грудной клетки без
патологий

ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЯ:

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА: Упростить обработку компьютерных
томограмм в клиниках

Суть проекта: использование мультимодальных систем для
расширения охвата предсказываемых патологических
состояний до максимально возможного спектра



NEURO-RADIX

Проект имеет большой потенциал для выделения на снимках КТ опасных областей. Он не ограничен набором патологий в обучающих данных. На текущий момент проект не готов к внедрению ввиду недостаточного качества определенных частей модели. В будущем планируется устранение технических недостатков системы, о которых пойдет речь далее

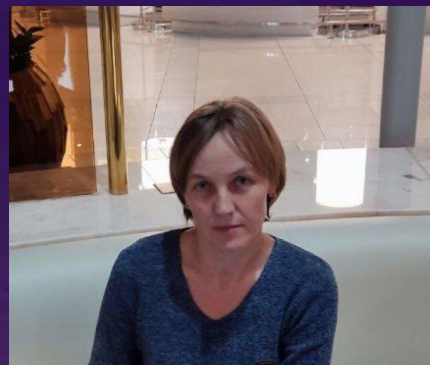
СОСТАВ КОМАНДЫ "Moon"



Пантелеев Кирилл Николаевич

Роли: ml, backend, frontend, devops

Telegram: @gigasterk



Журавлева Людмила Петровна

Роли: Идейный вдохновитель

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ КОМАНДЫ:

2021 ГОД - хакатон aiijs journey - **3 место**

2022 ГОД - хакатон Tatar.by в рамках KDW - **1**

место 2023 ГОД - хакатон AI Tatculture в рамках
KDW - **1 место**

Почему вы выбрали именно эту задачу из предложенных на хакатоне?

Заинтересовали подходы к решению задач с огромными затратами по вычислительным мощностям. И тема компьютерного зрения очень близка

С какими основными сложностями или вызовами вы столкнулись и как их преодолели?

Задачи обработки сканов компьютерных томограмм интересны подходами к подготовке данных. Сам скан большой, и если подавать его в модель целиком, то ни одна видеокарта не позволит обучить такую модель из-за недостатка памяти. Широко принятое решение - использовать патчи. Патч - часть трехмерного куба, например 96x96x96. Если обучать модель на таких данных, то по памяти уже все влезает. Но встает вопрос, как модели понять на какую часть скана она смотрит. Или как обучить модель, которой требуется все изображение, для определения норма ли скан или нет?

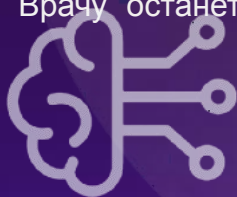
ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЯ



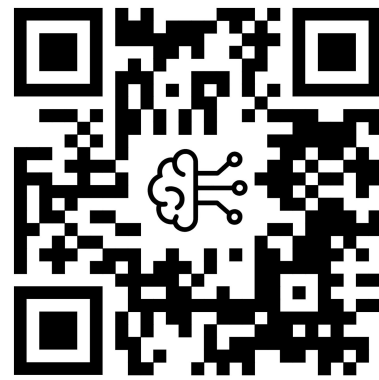
В ходе хакатона был создан сервис

neuro-radix.moscow

Решение позволяет по скану компьютерной томографии получить радиологический отчет и вероятные патологии. Использование данного ПО может значительно сократить время обработки скана врачом радиологом, так как отчет будет уже сгенерирован, подсвечены области с вероятными патологиями и выведен список этих патологий. Врачу останется только проверить результат работы сервиса.



NEURO-RADIX



Neuro Radix

МАРКЕТИНГОВАЯ ЧАСТЬ РЕШЕНИЯ



ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ:

- ▶ Медицинские учреждения (гос. и частные клиники, диагностические центры).
- ▶ Страховые компании, которым важно получать независимые и унифицированные отчёты.
- ▶ Исследовательские центры для обучения врачей на реальных кейсах.



NEURO-RADIX

ПРОБЛЕМА РЫНКА:

- ▶ Высокая нагрузка на радиологов: задержки в диагностике, человеческий фактор.
- ▶ Ограниченные системы автоматического анализа, которые не дают полноценной картины.
- ▶ Неравномерное качество описаний: от врача к врачу отчёты сильно отличаются.

МАРКЕТИНГОВАЯ ЧАСТЬ РЕШЕНИЯ



НАШЕ РЕШЕНИЕ:

- ▶ Автоматическая генерация полного радиологического отчёта, а не просто флага патологии.
- ▶ Поддержка максимально широкого спектра патологий без ограничения жёстким списком.
- ▶ Возможность интеграции в PACS/EMR системы и использование как ассистента врача, а не замены.



NEURO-RADIX

ЦЕННОСТЬ ДЛЯ КЛИЕНТОВ:

- ▶ Сокращение времени подготовки отчётов.
- ▶ Уменьшение числа ошибок и пропусков.
- ▶ Единый формат описаний, удобный для аналитики и страховых проверок.

БИЗНЕСОВАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РЕШЕНИЯ



Модель монетизации:

Гос-канал

- Условия: бесплатный доступ / бесплатно в пилотном периоде / поставка как соцпроект.
- Цель: быстро получить клинические кейсы, данные и публичную валидацию; получить рекомендательную поддержку для продажи частным клиникам.
- Компенсация: компенсация затрат возможна через гранты, субсидии или контракт на поддержку/обучение персонала (опционально платная услуга).

Частный сегмент (клиники, диагностические центры):

- SaaS по подписке: базовый тариф + платные дополнения.
- Оплата за отчёт (pay-per-report): 120 ₽/отчёт .
- Enterprise license: фиксированная годовая лицензия на неограниченное использование + установка на стенд клиента.

Дополнительные источники дохода:

- Интеграция в PACS/EMR: разовая плата за интеграцию (100k–1M ₽ в зависимости от объёма работ).
- White-label / OEM-лицензии для поставщиков медицинского ПО.
- Аналитика и отчёты для страховых компаний (анонимизированные данные + агрегированные метрики) — платная подписка.
- Обучающие модули/сертификация для врачей (курсы, вебинары).

Риски и меры компенсации:

- Юридические риски (медицине) — начать с ассистента, не заменителя; чёткие disclaimers; путь к сертификации.
- Конфиденциальность — шифрование, доступ по ролям, локальное хранение для чувствительных клиентов.
- Клиническая недоверчивость — верификация врачом

Предложение для госучреждений при поддержке:

- ▶ Пилот: 3–6 месяцев, 3–10 клиник/отделений, доступ в обмен на данные обратной связи и КРІ.
- ▶ Результаты пилота: скорость выдачи отчётов, % совпадения с экспертной оценкой, сокращение времени сканирования -> отчёт.
- ▶ После пилота: опция продления при поддержке (платно) или распространение на всю сеть через муниципальную программу.

NEURO-RADIX

Ценообразование — пример:

- ▶ Пакет Basic (малый центр): 20k ₽/мес, включает 2 врача, 300 отчётов/мес, базовая поддержка.
- ▶ Пакет Pro (сеть): 150k ₽/мес, 10 врачей, 2k отчётов/мес, интеграция с PACS, поддержка 24/7.
- ▶ Pay-per-report: 120 ₽/отчёт для частных клиник (включая базовую валидацию и хранение).

Операционные расходы и построение дохода:

- ▶ Основные расходы: разработка, инфраструктура (GPU/CPU), хранение данных, безопасность, поддержка.
- ▶ Примерная маржа: SaaS с высокой рецидивной выручкой — после покрытия первичных вложений маржа растёт до 60–80% на ПО, но квалифицированная поддержка её снижает.

Одна A100 при обработке файла в течении 60 секунд сможет выдать 60 исследований в час. Этого будет достаточно для пилота. Затраты на GPU составляют большую часть затрат на аренду вычислительных мощностей для ПО. Аренда A100 на серверах яндекса стоит 541 ₽/час на момент создания презентации.

В месяц затраты на архитектуру приложения составят:

1 GPU A100 - 389 520 ₽

Облачные хранилища и дополнительные решения - примерно 150 000₽

43 000 сканов система сможет обрабатывать за месяц при круглосуточной нагрузке.

Максимальная прибыль составит до 5 млн. ₽

БИЗНЕСОВАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РЕШЕНИЯ



ДЕПАРТАМЕНТ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ



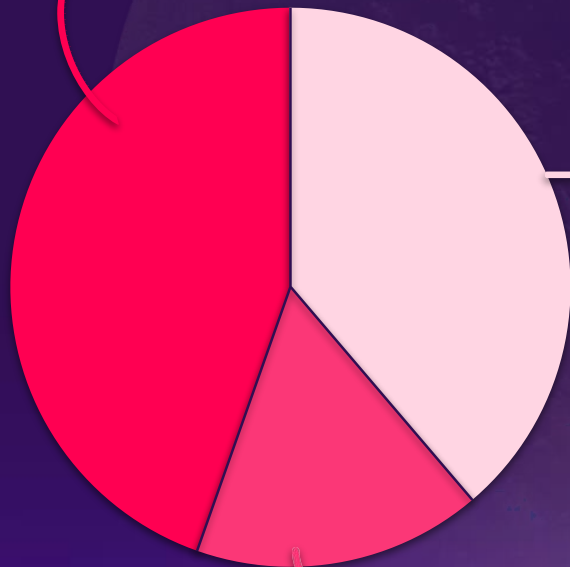
Операционные расходы:

GPU

389520

Облачная Архитектура

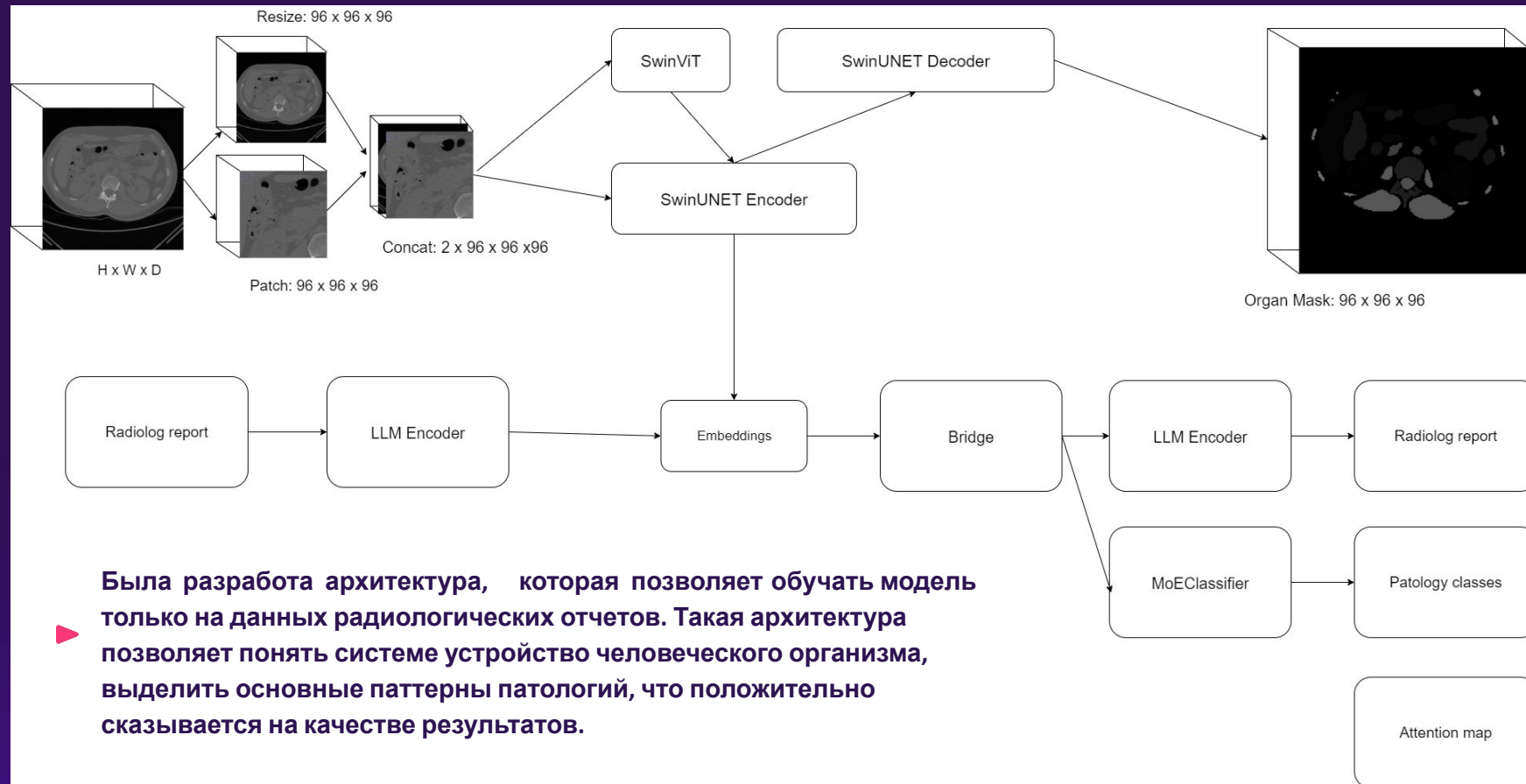
150000



Разработчики

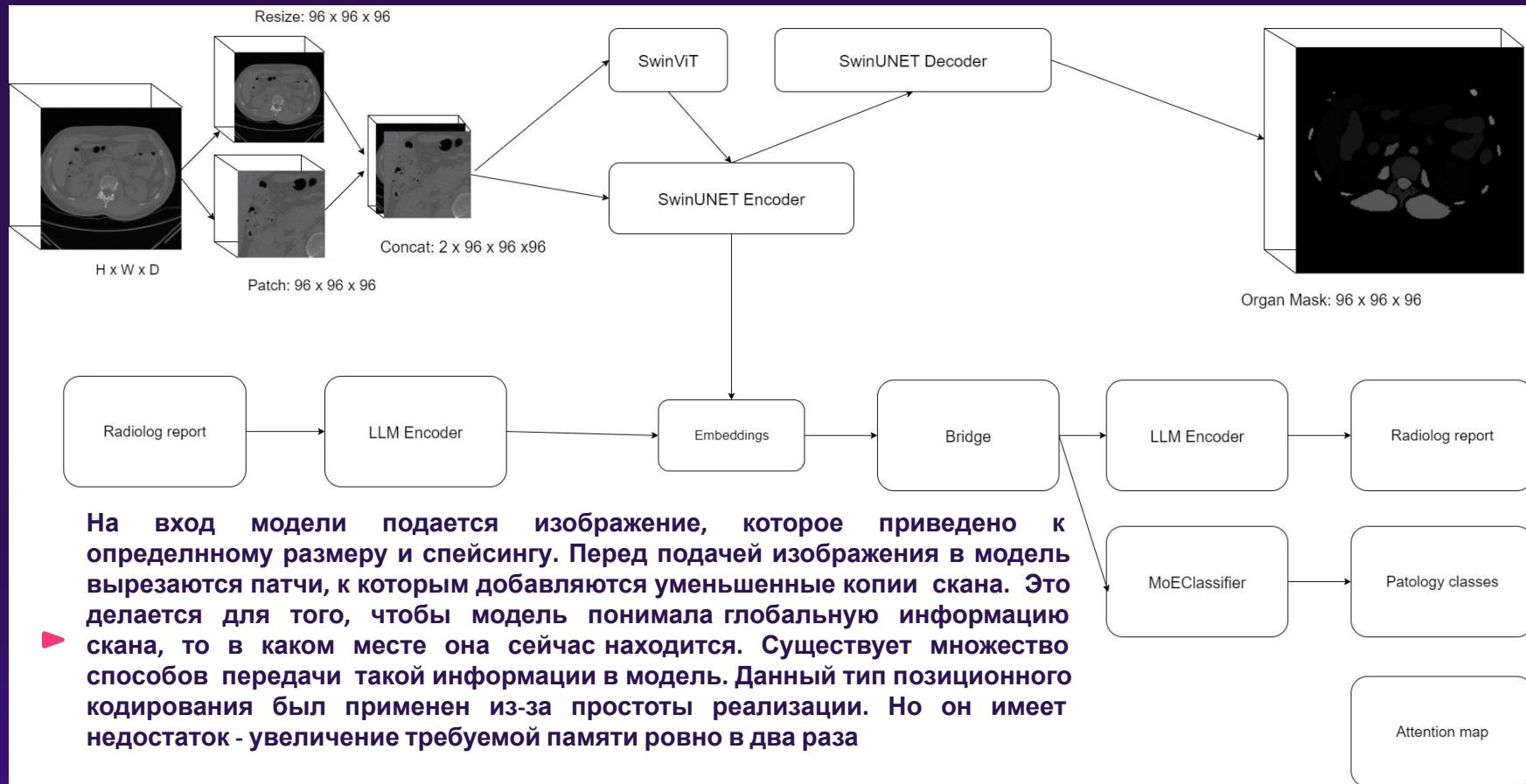
150000

Техническая проработка решения

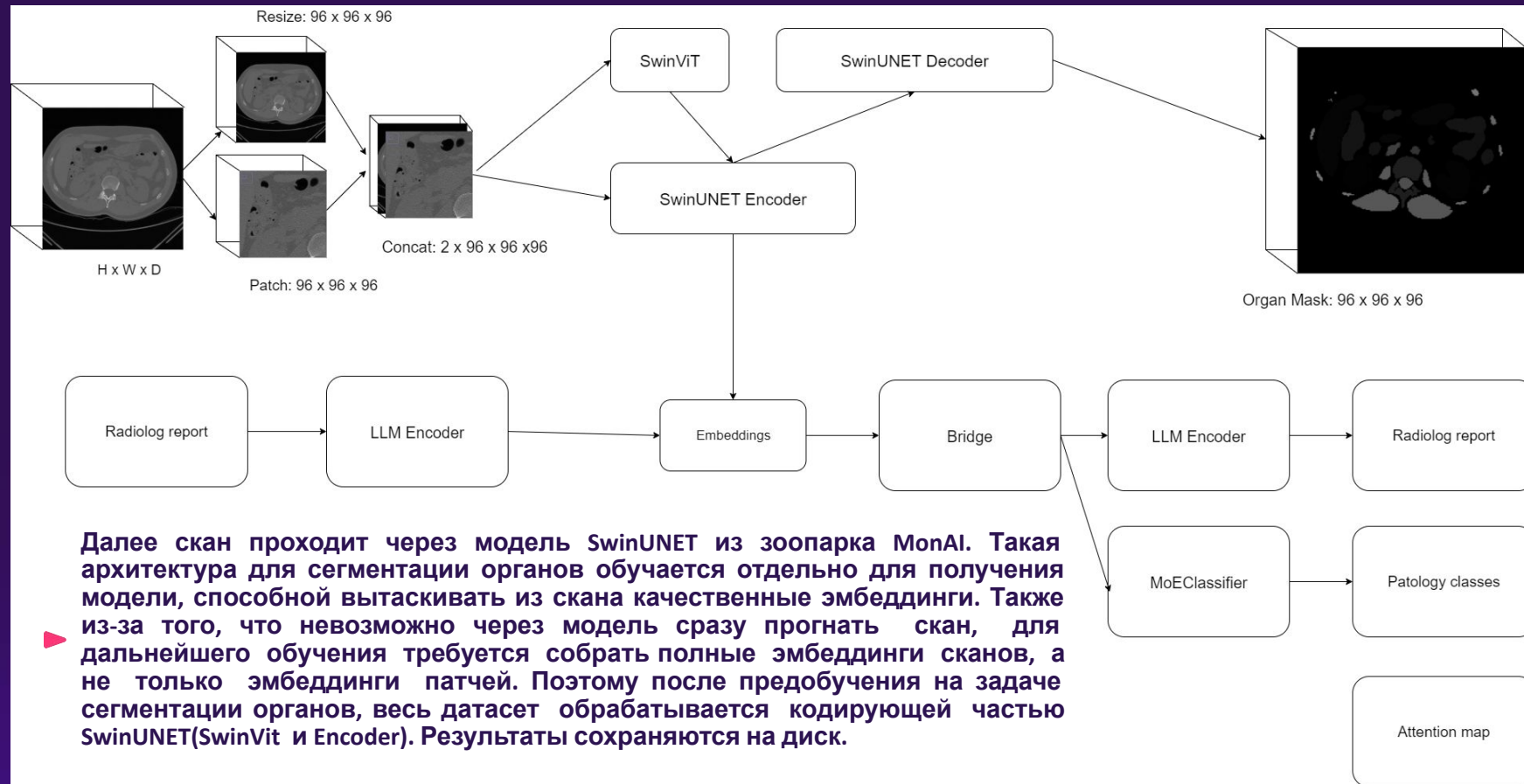


Была разработана архитектура, которая позволяет обучать модель только на данных радиологических отчетов. Такая архитектура позволяет понять системе устройство человеческого организма, выделить основные паттерны патологий, что положительно сказывается на качестве результатов.

Техническая проработка решения

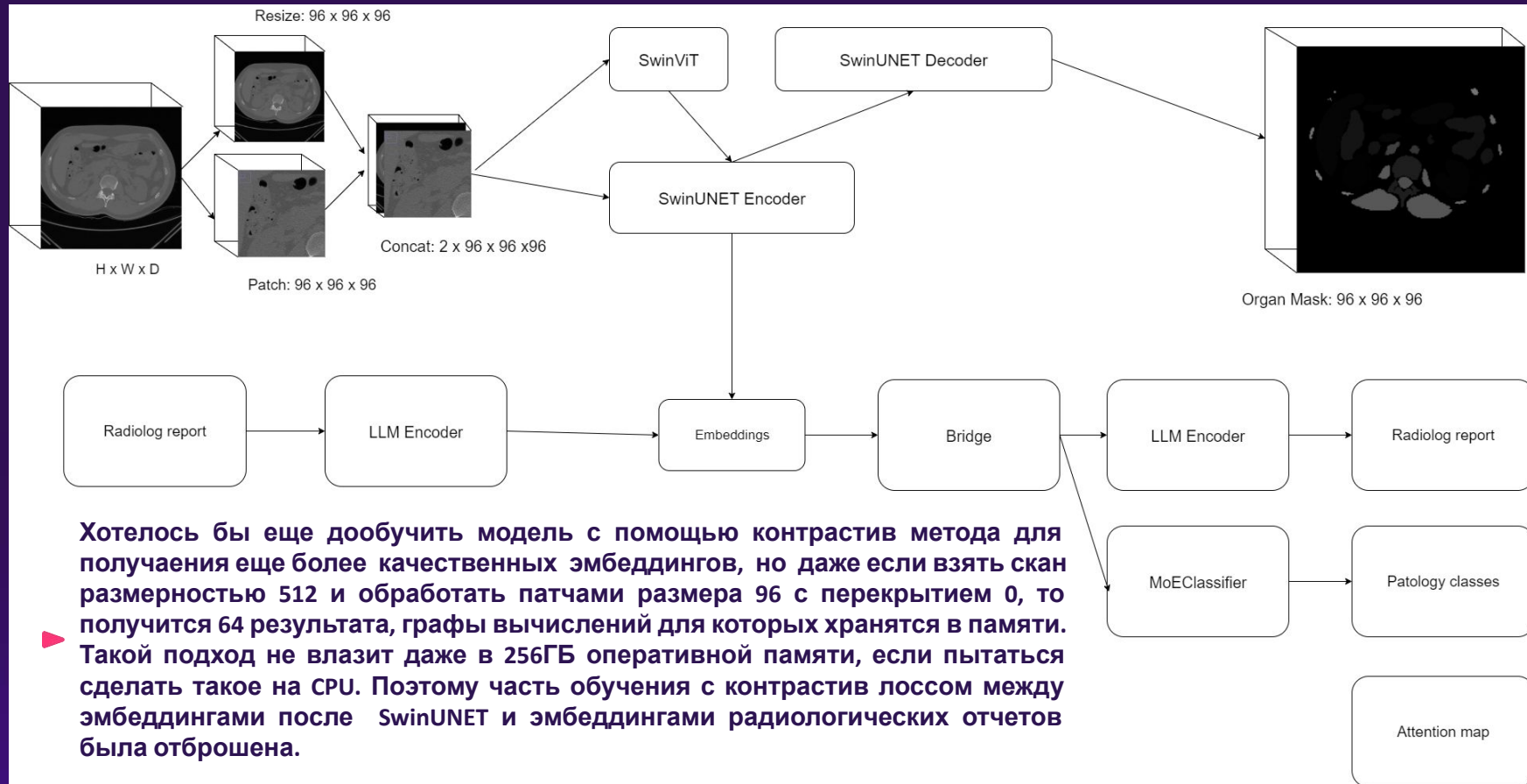


Техническая проработка решения



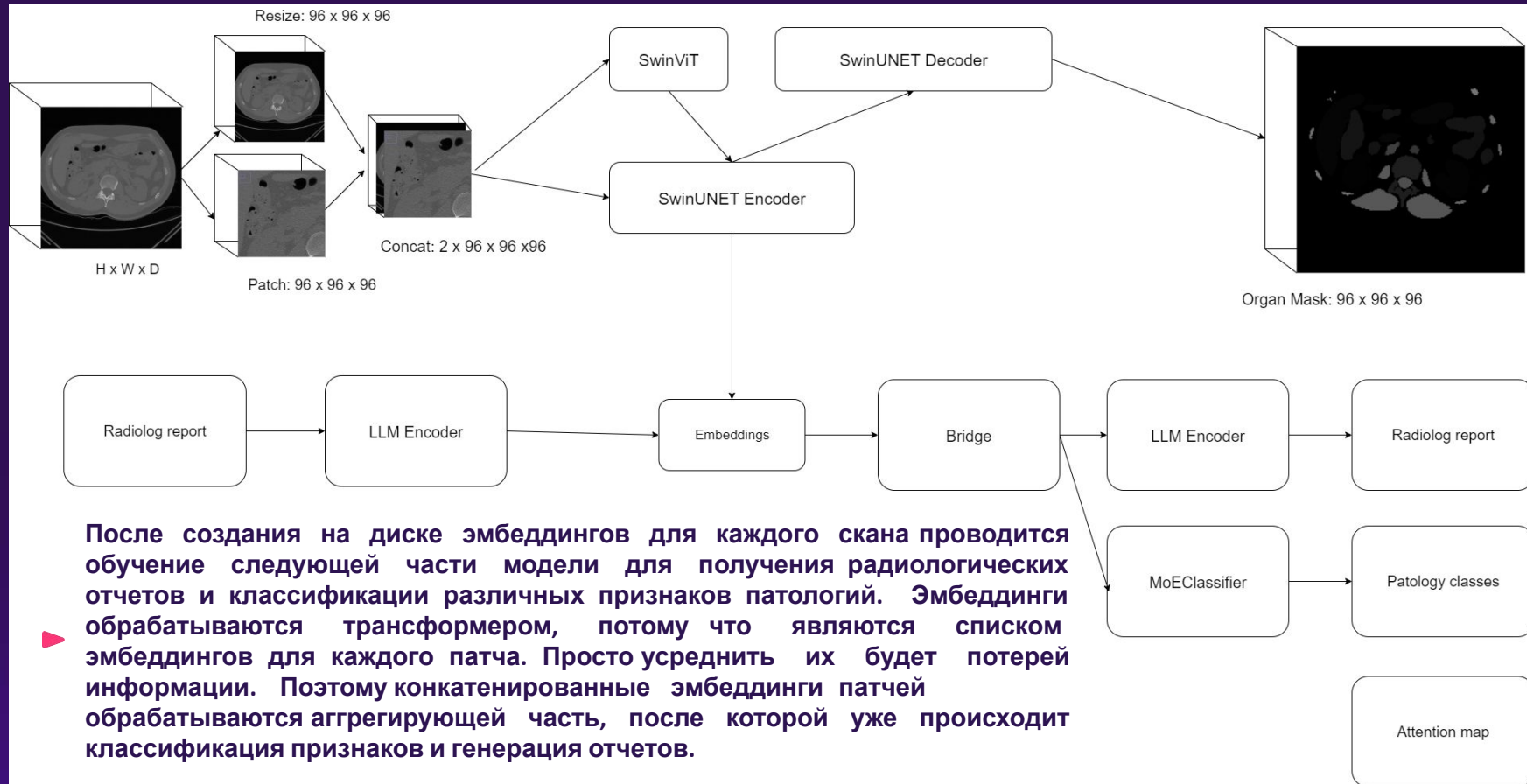
Далее скан проходит через модель SwinUNET из зоопарка MonAI. Такая архитектура для сегментации органов обучается отдельно для получения модели, способной вытаскивать из скана качественные эмбединги. Также из-за того, что невозможно через модель сразу прогнать скан, для дальнейшего обучения требуется собрать полные эмбединги сканов, а не только эмбединги патчей. Поэтому после предобучения на задаче сегментации органов, весь датасет обрабатывается кодирующей частью SwinUNET(SwinVit и Encoder). Результаты сохраняются на диск.

Техническая проработка решения



Хотелось бы еще дообучить модель с помощью контрастив метода для получения еще более качественных эмбеддингов, но даже если взять скан размерностью 512 и обработать патчами размера 96 с перекрытием 0, то получится 64 результата, графы вычислений для которых хранятся в памяти. Такой подход не влезит даже в 256ГБ оперативной памяти, если пытаться сделать такое на CPU. Поэтому часть обучения с контрастив лоссом между эмбеддингами после SwinUNET и эмбеддингами радиологических отчетов была отброшена.

Техническая проработка решения



После создания на диске эмбеддингов для каждого скана проводится обучение следующей части модели для получения радиологических отчетов и классификации различных признаков патологий. Эмбеддинги обрабатываются трансформером, потому что являются списком эмбеддингов для каждого патча. Просто усреднить их будет потерей информации. Поэтому конкатенированные эмбеддинги патчей обрабатываются агрегирующей частью, после которой уже происходит классификация признаков и генерация отчетов.

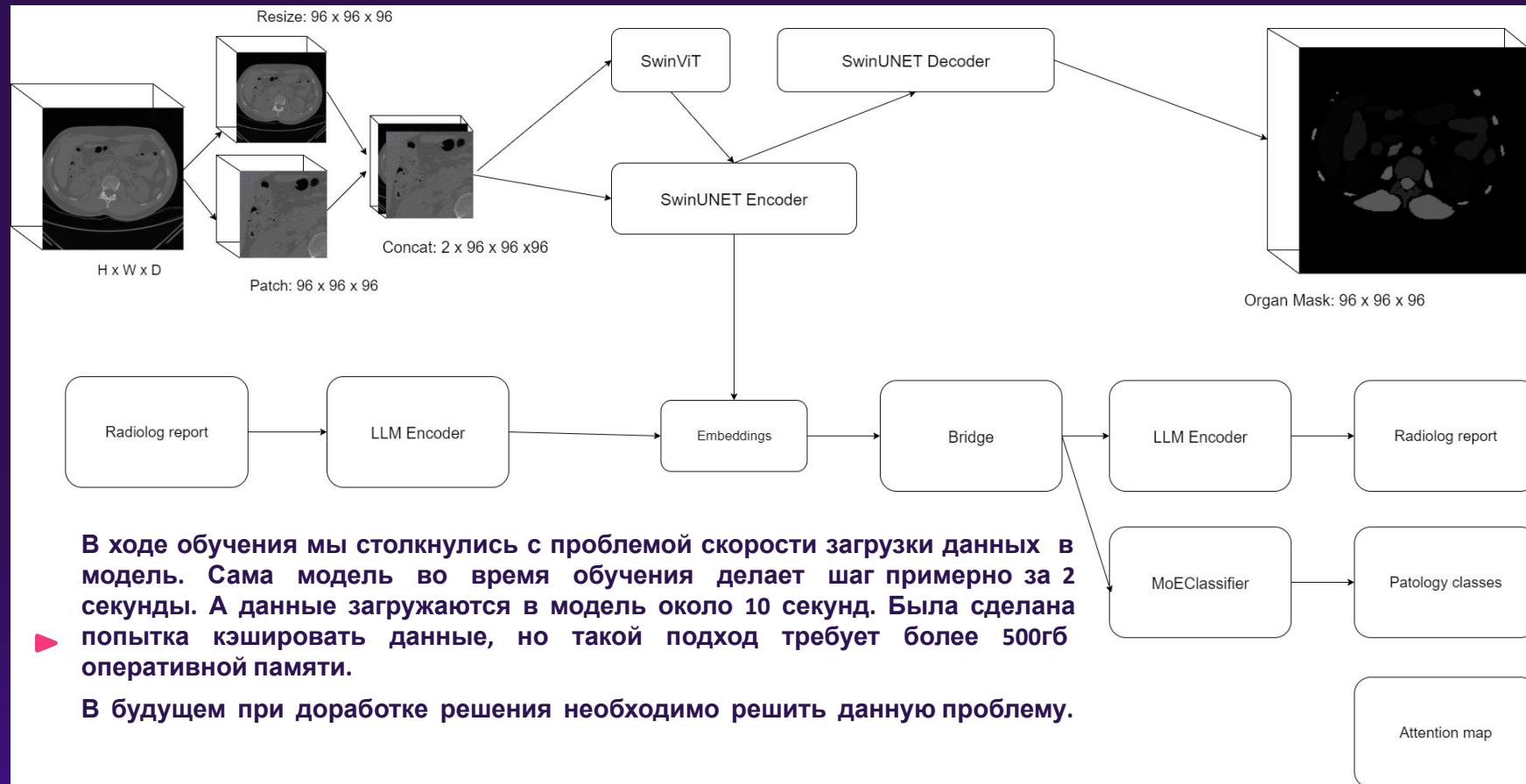
Техническая проработка решения



Техническая проработка решения



Техническая проработка решения



В ходе обучения мы столкнулись с проблемой скорости загрузки данных в модель. Сама модель во время обучения делает шаг примерно за 2 секунды. А данные загружаются в модель около 10 секунд. Была сделана попытка кэшировать данные, но такой подход требует более 500гб оперативной памяти.

В будущем при доработке решения необходимо решить данную проблему.

УНИКАЛЬНОСТЬ РЕШЕНИЯ



Не классификация, а генерация отчёта

Большинство существующих систем ограничены набором фиксированных патологий (10–20 штук).

Наша модель генерирует полноценный радиологический отчёт в естественном языке, это охват всех возможных патологий, в том числе редких комбинаций.

Максимальная клиническая применимость

Врач получает текст отчёта в привычной форме, а не «галочку» или «0/1». Это снижает барьер внедрения: система встроена в стандартный процесс диагностики.

Гибкость и масштабируемость

Алгоритм не «зашит» под конкретные патологии. Его можно адаптировать под разные модальности (рентген, КТ, МРТ) без полной переделки.

NEURO-RADIX

Прозрачность

Возможность подсветить зоны изображения, на которые модель «обратила внимание» при генерации отчёта. Это усиливает доверие врачей, которых обычно раздражают «чёрные ящики».

Синергия с системой здравоохранения

Бесплатный доступ в госучреждения (через поддержку мэрии) создаёт сеть реальных клинических внедрений, что ускоряет валидацию и даёт уникальную базу данных для дальнейшего обучения.

Экономический эффект

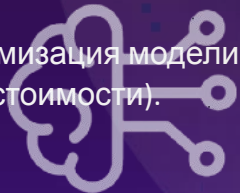
Себестоимость одного отчёта с GPU-обработкой — в десятки раз ниже, чем труд врача ($\approx 7-10$ ₽ vs $150-200$ ₽ в Москве). Это даёт конкурентное преимущество на рынке частных клиник.

ПЛАНЫ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ РАЗВИТИЮ



Краткосрочные (0–6 месяцев):

- ▶ Доработка сервиса перед пилотом
- ▶ Проведение пилотных внедрений в московских и федеральных медучреждениях.
- ▶ Сбор обратной связи от врачей, улучшение качества текстовой генерации.
- ▶ Добавление подсветки областей интереса (Grad-CAM/attention maps) для объяснимости.
- ▶ Оптимизация модели для работы на более дешёвом железе (снижение себестоимости).



NEURO-RADIX

ПЛАНЫ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ РАЗВИТИЮ



Долгосрочные (18–36 месяцев)

- ▶ Расширение на разные модальности: КТ, МРТ.
- ▶ Интеграция с PACS/EMR системами, API для сторонних разработчиков.
- ▶ Валидация и публикации в научных журналах для повышения доверия к технологии.
- ▶ Запуск платной SaaS-версии для частных клиник и диагностических сетей.
- ▶ Сертификация как медицинское изделие (Росздравнадзор, CE, FDA).
- ▶ Развитие ассистента в сторону multimodal AI (изображения + текстовые данные пациента).
- ▶ Аналитика для страховых компаний: автоматическая проверка качества и полноты отчётов.
- ▶ Масштабирование: выход на рынки СНГ, Европы, Ближнего Востока.

Постепенное движение к полностью автоматизированному «второму мнению» для врача.

NEURO-RADIX