

# ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗОН ИНТЕРЕСА НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В ЗАДАЧАХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ СНИМКОВ

В статье исследуются методы визуализации зон интереса нейросетей для интерпретации медицинских изображений. Рассмотрены алгоритмы XAI (Grad-CAM, механизмы внимания), позволяющие локализовать признаки на снимках рентгенографии, КТ и МРТ. Описан подход к верификации тепловых карт путем сопоставления с экспертной разметкой. Результаты подтверждают, что визуализация решающих правил повышает прозрачность диагностики и доверие специалистов к системам поддержки принятия решений.

## Введение

Проблема «черного ящика» ограничивает внедрение ИИ в медицину. Методы объяснимого ИИ (XAI) позволяют верифицировать прогнозы, визуализируя признаки, на которые ориентируется модель. Работа посвящена анализу эффективности алгоритмов визуализации зон интереса при диагностике патологий органов грудной клетки.

## I. Методы визуализации и архитектура

Интерпретируемость реализуется через карты важности, выделяющие ключевые признаки на снимке [1]. Основным методом выбран Grad-CAM, использующий градиенты последнего сверточного слоя для оценки значимости нейронов [3]. Алгоритм универсален и не требует изменения архитектуры классификатора.

Процесс включает нормализацию DICOM-файлов [2], извлечение признаков блоком CNN Backbone (ResNet/DenseNet) и генерацию тепловой карты в модуле интерпретации. Использование Grad-CAM++ и механизмов Self-Attention позволяет учитывать как локальные аномалии, так и глобальный анатомический контекст. Для повышения четкости масок применяется пороговая фильтрация шумов [4]. Данное решение формирует прозрачную среду взаимодействия между ИИ и врачом [1].

## II. Результаты и валидация

Оценка проводилась на датасетах CheXpert и ChestX-ray14 [2]. Сопоставлялись показатели классификации и точность локализации признаков для пяти состояний: ателектаз, кардиомегалия, консолидация, отёк и выпот.

*Ходжиметов Э.Ш.*, магистрант, кафедра интеллектуальных информационных технологий, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

*Научный руководитель: Захарьев В.А.*, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники



Рис. 1 – Алгоритм анализа на основе ансамбля моделей

Для выраженных патологий (выпот, отёк) AUROC составил 0,958 и 0,961 соответственно [2], что подтверждает высокую корреляцию карт Grad-CAM с реальными очагами [3]. В сложных случаях, как пневмония (AUROC 0,633), визуализация выявила активацию модели на артефакты экспозиции [1]. Инструменты XAI сокращают время верификации снимка за счет фокусировки внимания врача на патологических участках [4].

## III. Выводы

Внедрение XAI критично для устранения непрозрачности ИИ-моделей. Прямая корреляция между точностью (AUROC до 0,961) и прецизионностью тепловых карт доказывает надежность алгоритмов. Синергия нейросетевых архитектур и модулей визуализации обеспечивает достоверность анализа, создавая фундамент для внедрения ИИ в клиническую практику.

## Список литературы

1. Морозов С. П. и др. Клиническое принятие решений на основе XAI // Вестник рентгенологии. – 2025. – Т. 106, № 1. – С. 22–30.
2. Арзамасов К. М. и др. Оценка точности алгоритмов ИИ // Цифровая диагностика. – 2024. – Т. 5, № 2. – С. 115–124.
3. Ганичев П. А. и др. Перспективы ИИ в радиологии // Визуализация в медицине. – 2023. – Т. 4, № 4. – С. 7–14.
4. Васильев Ю. А. и др. Стандартизация процессов применения ИИ // Здравоохранение РФ. – 2025. – Т. 69, № 1. – С. 12–19.