

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕНТГЕНОГРАММ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НА ЗДОРОВЫЕ И С ПРИЗНАКАМИ ПНЕВМОНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ (CNN)

*Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул
кафедра физики и информатики*

**Седов Андрей Вячеславович, Назарова Екатерина Олеговна,
Тихонский Николай Дмитриевич, Трухачёва Нина Васильевна**

E-mail: k-fizinf@asmu.ru

Ключевые слова: рентгенограмма грудной клетки, пневмония, сверточная нейронная сеть *EfficientNetB0*.

Актуальность

Пневмония остается одной из ведущих причин смертности от инфекционных заболеваний в мире, ежегодно унося жизни около 2,4 млн человек младше 70 лет. В России заболеваемость внебольничной пневмонией в 2024 г. составила 866 случаев на 100 тыс. населения (рост в 1,7 раза к 2023 г.), что эквивалентно ~1,26 млн случаев для всей страны, с сезонными пиками осенью-зимой. Традиционная диагностика по рентгенограммам грудной клетки сопряжена с трудностями: субъективностью визуальной оценки (чувствительность 70–80%, специфичность ~94% при использовании тестов на антиген, визуальные ошибки до 20–30% в метаанализах) и дефицитом кадров – обеспеченность врачами-рентгенологами ~1,24 на 10 тыс. населения (12,4 на 100 тыс.) в среднем, с падением до 0,35–1,16 на 10 тыс. в отдельных регионах.

После COVID-19 наблюдается рост респираторных инфекций и числа рентгенограмм (до 20–30% в долгосрочных исследованиях постковидных исходов). В России доля смертей от пневмонии с COVID-19 достигала 21,4% в 2021 г., с сохранением нагрузки на диагностику. В этих условиях

разработка автоматизированных систем диагностики приобретает стратегическое значение для разгрузки специалистов и повышения точности.

Цель: разработать и оценить эффективность модели автоматизированной диагностики пневмонии на основе сверточной нейронной сети EfficientNetB0 при анализе рентгенограмм грудной клетки, определить ее метрические характеристики (AUC-ROC, точность, чувствительность, специфичность) и обосновать применимость в качестве инструмента поддержки клинических решений.

Материалы и методы

Исследование выполнено на публичном датасете «chest-xray-pneumonia», содержащем 2502 оригинальных рентгенограммы грудной клетки (1161 – пневмония, 1341 – норма). Исходные данные были разделены на обучающую (1751 снимок), проверочную (375) и тестовую (376) выборки с сохранением пропорции классов. Для увеличения разнообразия данных и предотвращения переобучения применена аугментация – каждое оригинальное изображение преобразовано в 5 уникальных вариантов (повороты, сдвиги, изменение яркости). После аугментации и балансировки классов итоговые выборки составили: обучающая – 8130 снимков (4065 пневмония / 4065 норма), проверочная – 1740 (870/870), тестовая – 1740 (870/870).

Модель построена на основе предобученной сверточной нейронной сети EfficientNetB0 с добавлением полносвязных слоев (64 и 32 нейрона) и регуляризацией dropout. Обучение проводилось с использованием ранней остановки и адаптивного снижения скорости обучения. Оценка эффективности выполнена по метрикам AUC-ROC, точности (accuracy), чувствительности (recall), специфичности (precision) и F1-меры.

Результаты

На независимой тестовой выборке из 1740 рентгенограмм система правильно определила наличие или отсутствие пневмонии в 96% случаев. Из всех снимков с пневмонией модель верно выявила 96%

(чувствительность), а среди здоровых снимков корректно исключила заболевание в 96% случаев (специфичность). Общий показатель качества диагностики (AUC-ROC) составил 0,9934, что соответствует высокой надежности системы.

Заключение

Модель на основе EfficientNetB0 продемонстрировала высокую точность в определении пневмонии по рентгенограммам грудной клетки. Полученные результаты указывают на перспективность использования подобных алгоритмов для поддержки анализа медицинских изображений. Для уточнения обобщающей способности модели планируется ее дальнейшая валидация на независимых наборах данных.

Список литературы:

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2025: 424 с.
2. Чучалин А.Г. Пневмония: актуальная проблема медицины XXI века. *Терапевтический архив*. 2016; 88(3): 4–12. <https://doi.org/10.17116/terarkh20168834-12>.
3. Тагиев Э.Н., Люцко В.В., Масякин А.В., Боровков Е.И. Региональные особенности медицинских организаций обеспечения кадровыми ресурсами службы лучевой диагностики в Российской Федерации за 2019–2023 гг. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2025; 2. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2025-2-895-918>. – EDN OSRJGM.
4. Серов В.А., Гноевых В.В, Серова Д.В., Сакаева Э.Р. Внебольничная пневмония – актуальная проблема современного общества. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2021; 1: 57–70. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2021-1-57-70>. – EDN CPDMKV.
5. Tan M., Le Q. V. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML 2019). *PMLR*. 2019; 97: 6105–6114.

6. Шевель П.П., Парасотченко Н.Л. Рентгенография в дифференциальной диагностике пневмоний. *Scientist (Russia)*. 2025; 4(31): 385-389. – EDN RJZYII.

7. Монахова М.А., Парасотченко Н.Л. Клинико-лучевая диагностика пневмоний у детей. *Scientist (Russia)*. 2025; 4(31): 256-261. – EDN ZVNMOH.

Как цитировать:

Седов А. В., Назарова Е. О., Тихонский Н. Д., Трухачёва Н. В. Классификация рентгенограмм грудной клетки на здоровые и с признаками пневмонии с использованием сверточной нейронной сети (CNN). *Scientist*. 2026; 2 (32): 195-198.
