

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра системного программирования

ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИЙ НА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКАХ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научный руководитель:
доцент кафедры СП, к.п.н.
О.Н. Иванова

Автор:
студентка группы КЭ-404
Е.А. Светличная

Челябинск, 2024 г.

АКТУАЛЬНОСТЬ

- Обработка большого объема информации
- Увеличение точности диагностики и выявления заболеваний легких
- Сокращение временных и финансовых затрат в медицине

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы:

Выявление аномалий на рентгеновских снимках легких с использованием нейросетевых технологий

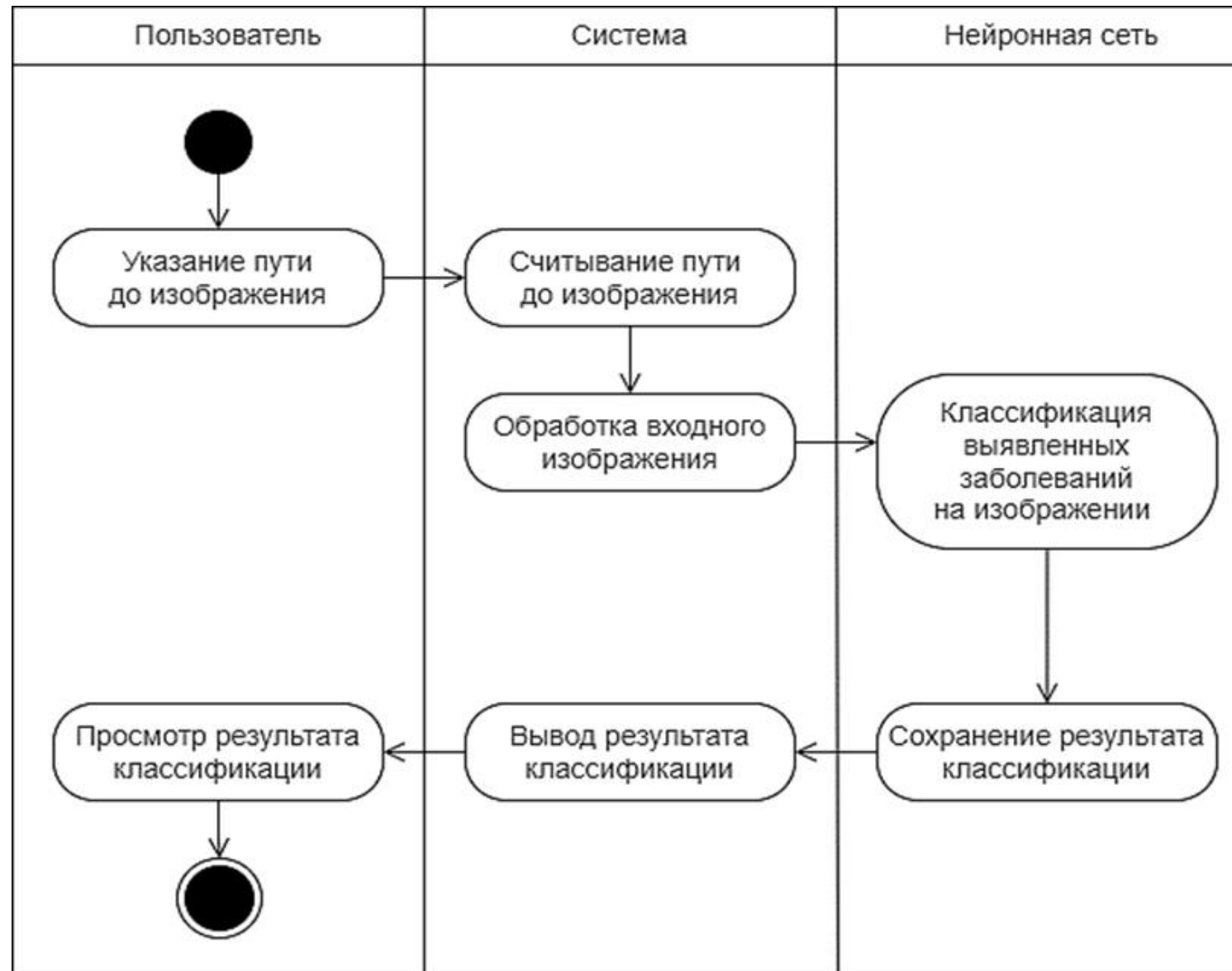
Задачи:

1. Произвести анализ предметной области.
2. Реализовать топологию искусственной нейронной сети, обучить ее и протестировать.
3. Разработать систему выявления аномалий на рентгеновских снимках.
4. Провести тестирование системы

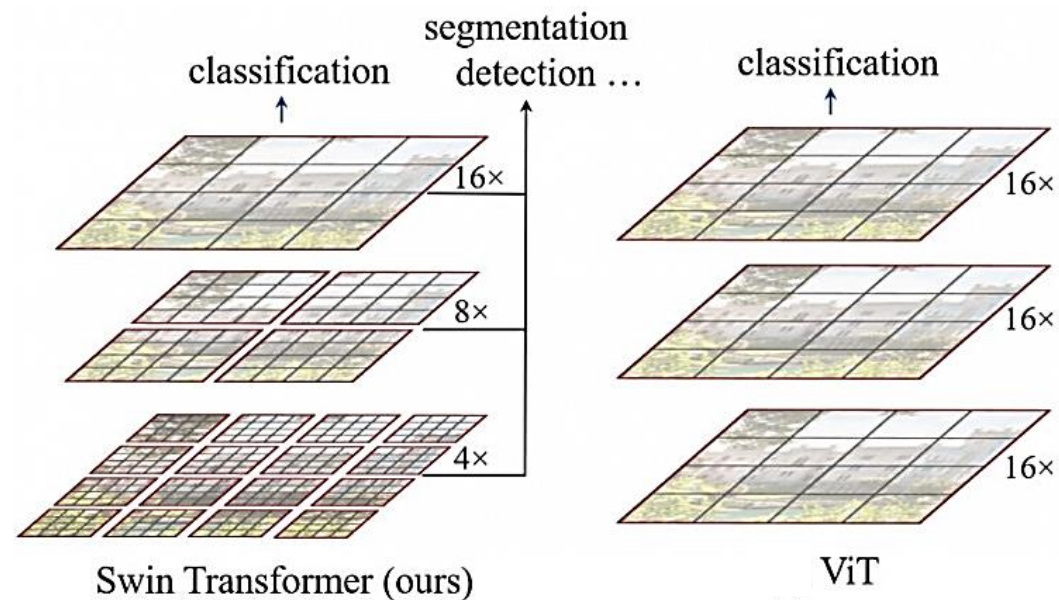
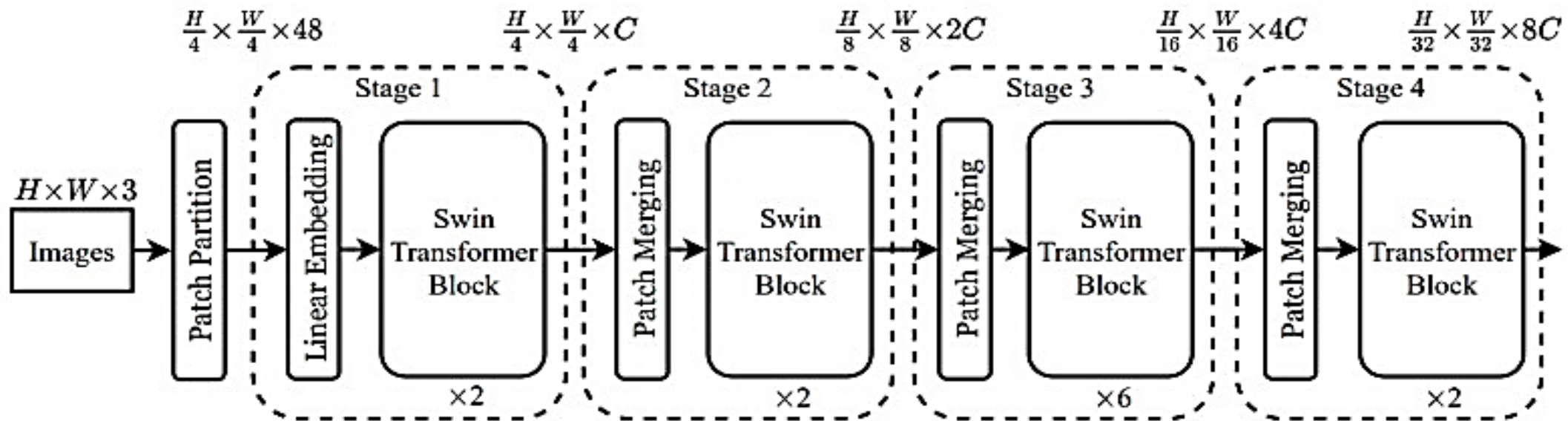
АНАЛОГИЧНЫЕ ПРОЕКТЫ

1. **«Data-Efficient Vision Transformers for Multi-Label Disease Classification on Chest Radiographs»** – для оценки качества работы моделей Vision Transformer используется набор данных CheXpert, AUROC для моделей DeiT-B-Dist – **84,56**, ViT-B – **81,92**, DenseNet-201 – **81,59**.
2. **«Tuberculosis Diagnostics and Localization in Chest X-Rays via Deep Learning Models»** – 11 000 изображений грудной клетки, включая 4 208 изображений пациентов с туберкулом, результаты экспериментов показали высокую точность диагностики туберкулеза – **88,11%**, а также хорошую точность локализации туберкулезных поражений – **79,56%**

ДИАГРАММА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



АРХИТЕКТУРА SWIN TRANSFORMER



СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

Характеристики Google Colaboratory :

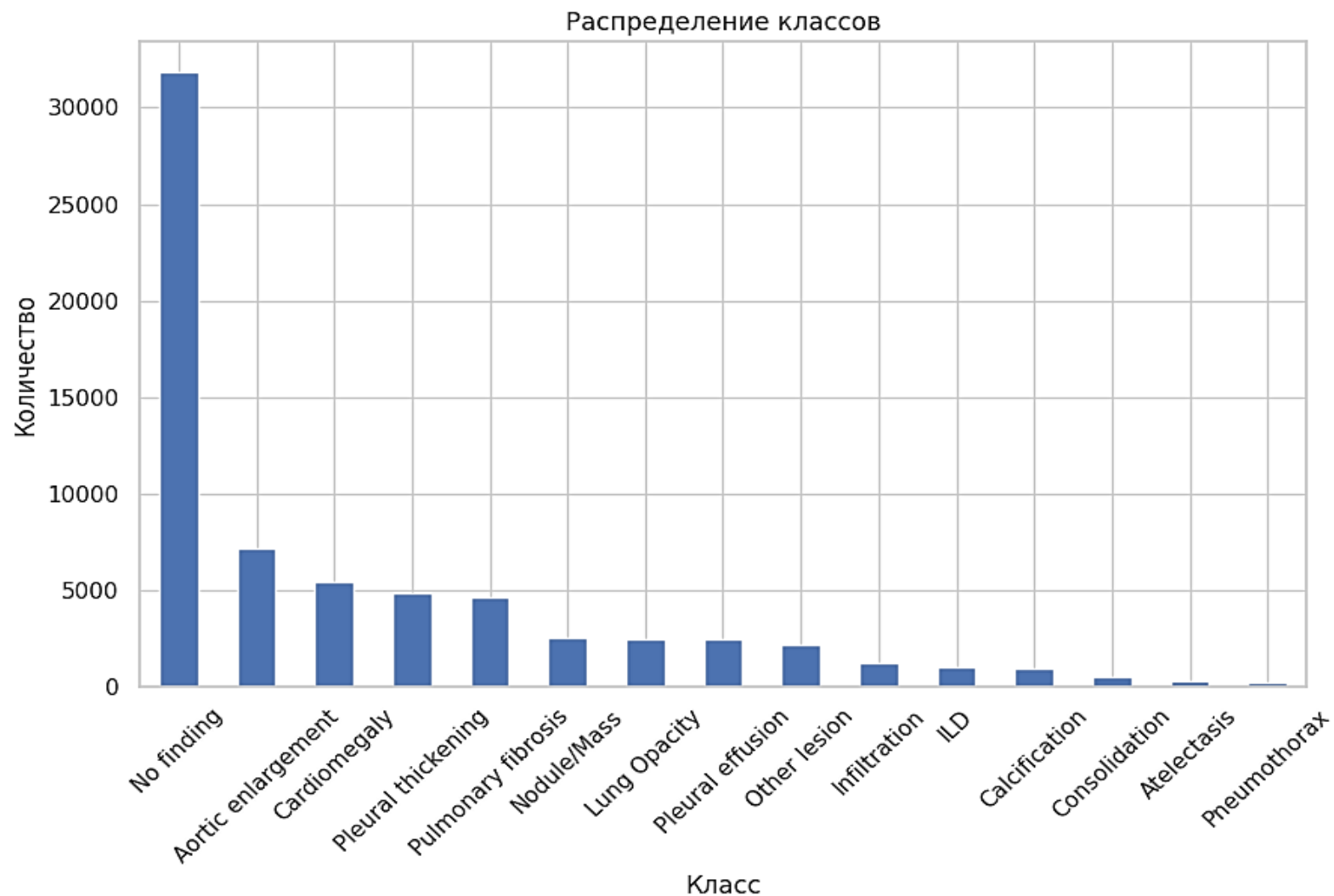
- Intel Xeon CPU (2 ядра, 2,30ГГц и 12 ГБ ОЗУ)
- GPU NVIDIA Tesla T4 (320 тензор-ядер, 2560 CUDA-ядер и 16 ГБ GDDR6)

Язык программирования: Python 3.10

Библиотеки: Numpy 1.25.2, Pandas 2.0.3, Sklearn 1.0.2, Matplotlib 3.5.0, Monai 1.3.1

НАБОР ДАННЫХ

- Набор данных VinBigData Chest X-ray из 18 000 рентгеновских изображений в формате PNG был взят с сайта Kaggle.
- Содержит 15 классов: Aortic enlargement, Atelectasis, Calcification, Cardiomegaly, Consolidation, ILD, Infiltration, Lung opacity, Nodule/Mass, Other lesion, Pleural effusion, Pleural thickening, Pneumothorax, Pulmonary fibrosis, No finding.



ОБРАБОТКА НАБОРА ДАННЫХ



ПОДГОТОВКА НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ

- Аугментация данных:
 - Изменение размера (Resize)
 - Вращение (RandRotate90, RandRotate)
 - Отражение (RandFlip)
 - Масштабирование (RandZoom)
 - Нормализация интенсивности пикселей (ScaleIntensity)
- Взвешивание классов:
 - Присвоение большего веса редким классам при обучении

```
{'No finding': 0.478125, 'Cardiomegaly': 0.7048092868988391,  
'Aortic enlargement': 0.5340686958950014, 'Pleural thickening': 0.7899628252788105,  
'ILD': 3.825, 'Nodule/Mass': 1.4825581395348837,  
'Pulmonary fibrosis': 0.8216970998925887, 'Lung Opacity': 1.5404752315747081,  
'Other lesion': 1.7362687244666364, 'Infiltration': 3.067361668003208,  
'Pleural effusion': 1.5448303715670437}
```

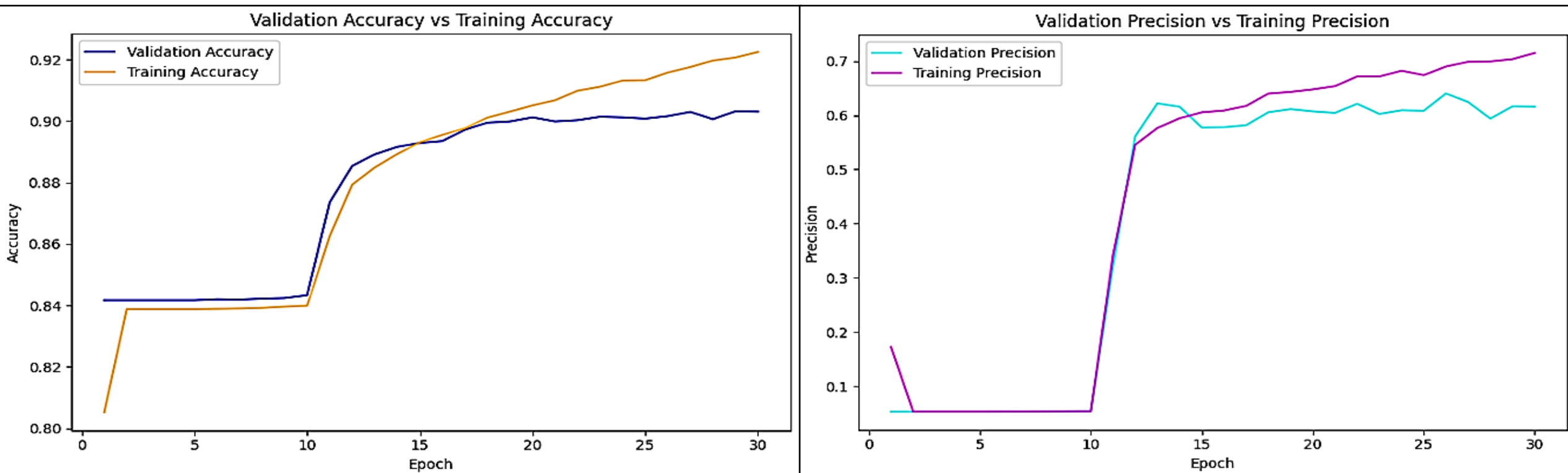
ЭКСПЕРИМЕНТЫ С КОЛИЧЕСТВОМ ЭПОХ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

- Обучение проходило в облачном сервисе Google Colaboratory Pro. В Swin Transformer использованы: оптимизатор – Adam, функция потерь – BCEWithLogitsLoss с параметром pos_weight.
- 8 454 снимка выбраны для обучения, 1 057 – для валидации, 1 057 – для тестирования.

Кол-во эпох	Время обучения/мин.	Accuracy	Precision	Recall	F1
15	60	0,887	0,572	0,322	0,385
30	120	0,923	0,715	0,611	0,642
40	250	0,911	0,706	0,356	0,413

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

По результатам экспериментов обучения была выбрана модель, обученная на 30 эпохах со следующими метриками: accuracy – 0,923, precision – 0,715, recall – 0,611.



ТЕСТИРОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Class name	precision	recall	f1-score
Aortic enlargement	0,86	0,67	0,75
Cardiomegaly	0,81	0,69	0,75
ILD	0,51	0,50	0,51
Infiltration	0,47	0,54	0,50
Lung Opacity	0,59	0,42	0,49
No finding	0,90	0,95	0,92
Nodule/Mass	0,34	0,12	0,18
Other lesion	0,31	0,13	0,18
Pleural effusion	0,77	0,26	0,39
Pleural thickening	0,67	0,35	0,46
Pulmonary fibrosis	0,78	0,19	0,30

ПРИМЕР РЕЗУЛЬТАТА РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ

Enter the path to the input image:

/content/CHNCXR_0185_0.png

Predicted Diseases:

Cardiomegaly: 0.99

Aortic enlargement: 0.01

Pulmonary fibrosis: 0.00

Pleural thickening: 0.00

Calcification: 0.00

Other lesion: 0.00

Nodule/Mass: 0.00

Infiltration: 0.00

Lung Opacity: 0.00

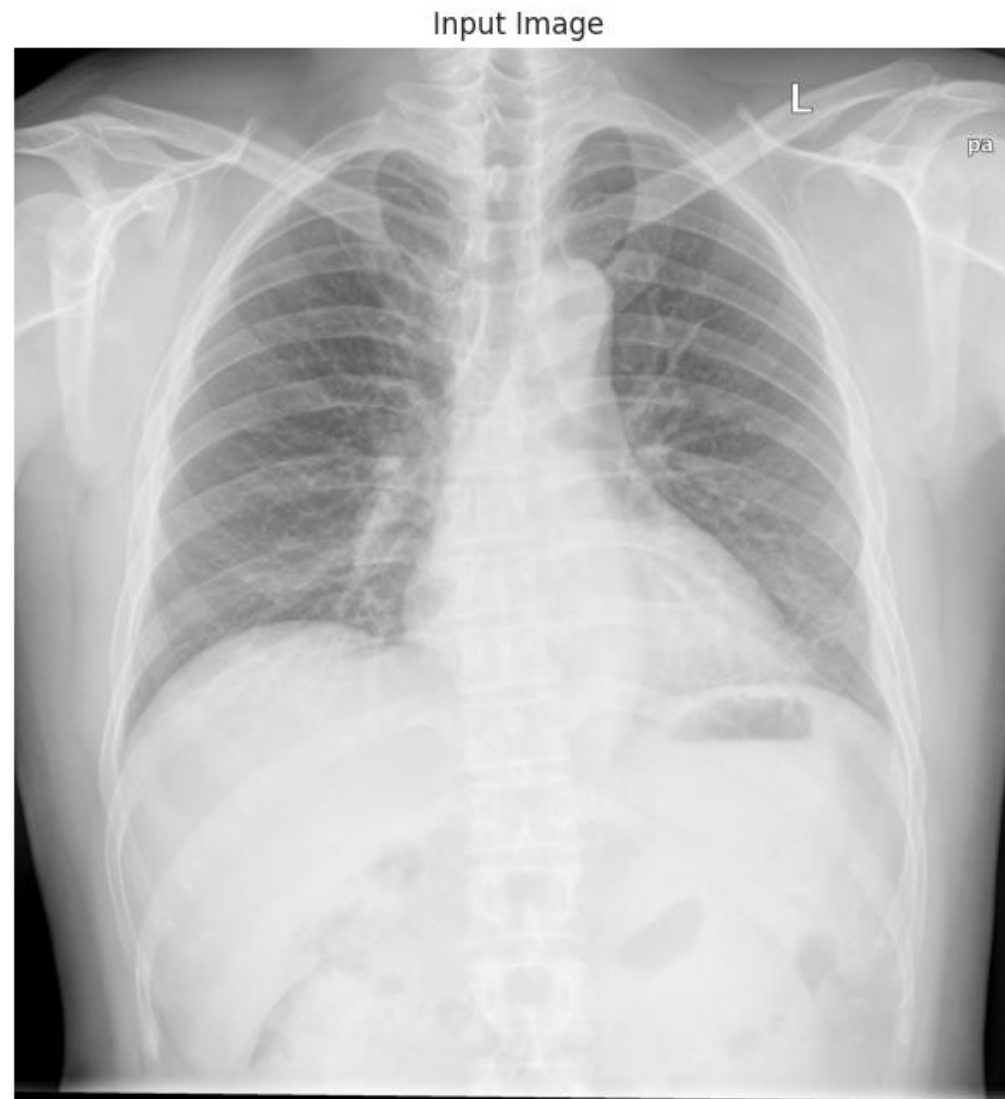
ILD: 0.00

Pleural effusion: 0.00

Consolidation: 0.00

Pneumothorax: 0.00

Atelectasis: 0.00



14/16

ДАЛЬНЕЙШАЯ РАБОТА

- 1) Провести работу по повышению точности выявления аномалий
- 2) Сотрудничество с медицинскими учреждениями и специалистами для улучшения работы модели
- 3) Разработке мобильного приложения для удобства использования
- 4) Поиск и сравнение возможных других архитектур нейронных сетей для классификации и распознавания изображений

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- 1) Произведен обзор научной литературы и аналогов для выявления аномалий на рентгеновских снимках с использованием нейросетевых технологий
- 2) Подготовлен обучающий набор данных
- 3) Реализована выбранная топология искусственной нейронной сети, обучена и протестирована
- 4) Разработана система для выявления аномалий на рентгеновских снимках

МЕТРИКИ ТОЧНОСТИ

Metric	Formula
True positive rate, recall	$\frac{TP}{TP+FN}$
False positive rate	$\frac{FP}{FP+TN}$
Precision	$\frac{TP}{TP+FP}$
Accuracy	$\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$
F-measure	$\frac{2 \cdot \text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$

АРХИТЕКТУРА ViT

