

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

Разработка модели промежуточного слияния модальности клинических данных с мэппингом эмбеддингов из модальности рентгенологических снимков для классификации заболеваний легких

Рецензент:
к.п.н., доцент кафедры
ИИТиМОИ ЮУрГГПУ
Л.С. Носова

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

Автор:
Студент группы КЭ-228
А.В. Мелехин

Челябинск, 2024

Актуальность

Основные причины смерти в мире

○ 2000 г. ● 2019 г.



● Неинфекционные заболевания ● Инфекционные болезни ● Травматизм

Источник: WHO Global Health Estimates.

Цель и задачи исследования

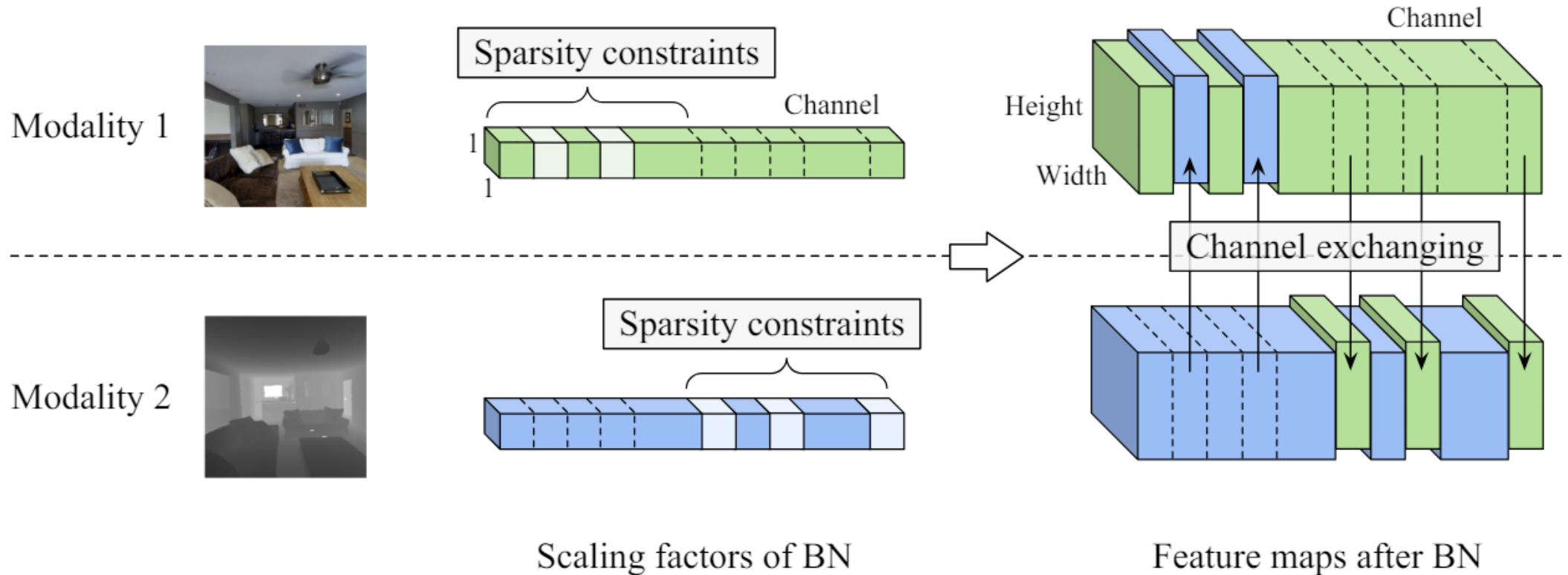
Цель:

Разработка модели промежуточного слияния модальности клинических данных с мэппингом эмбедингов из модальности рентгенологических снимков для классификации заболеваний легких.

Задачи:

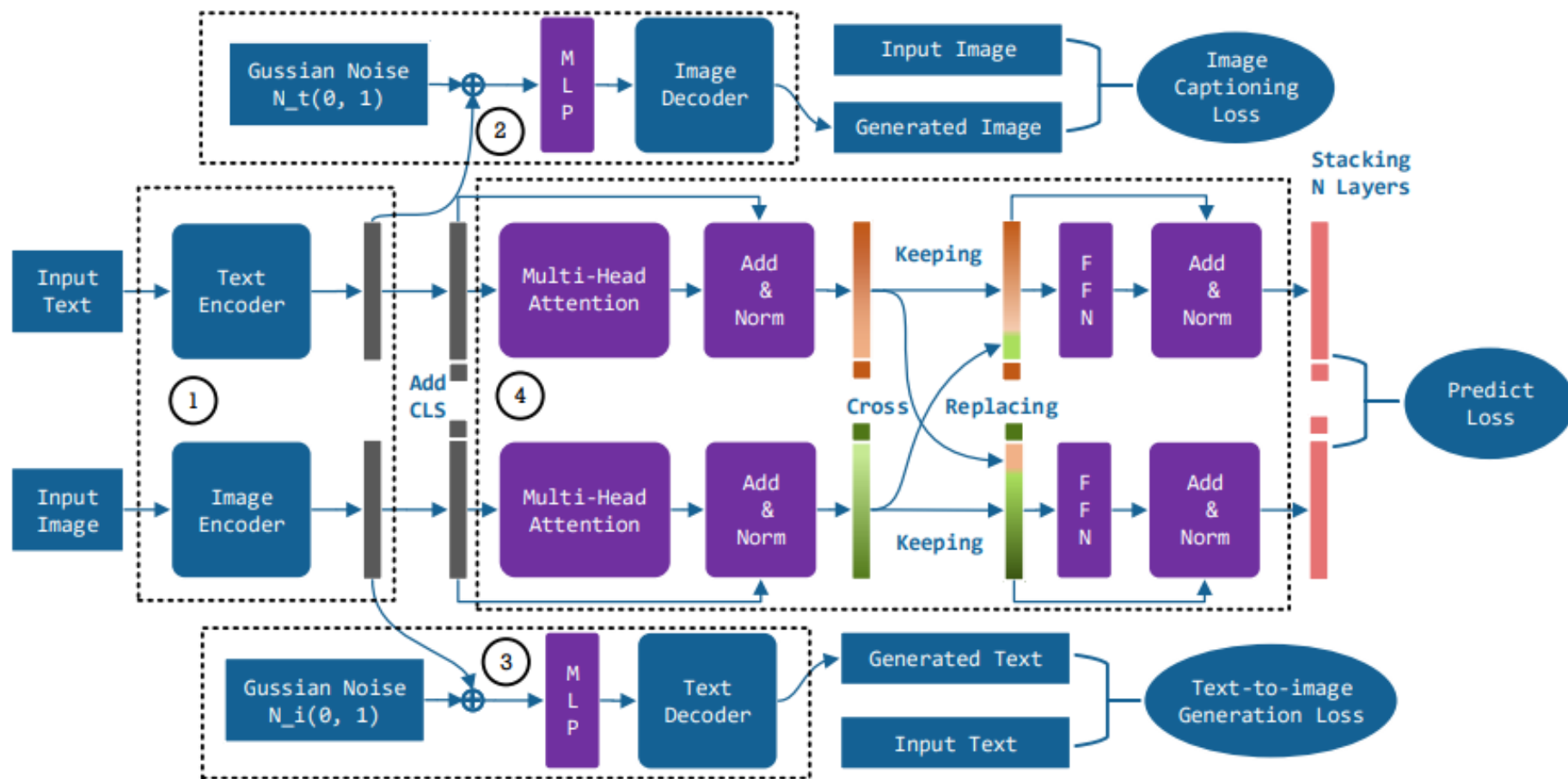
1. Произвести анализ предметной области.
2. Извлечь данные для обучения нейронной сети из большой базы MIMIC.
3. Разработать архитектуру нейронной сети.
4. Программно реализовать нейронную сеть.

Обзор существующих методов



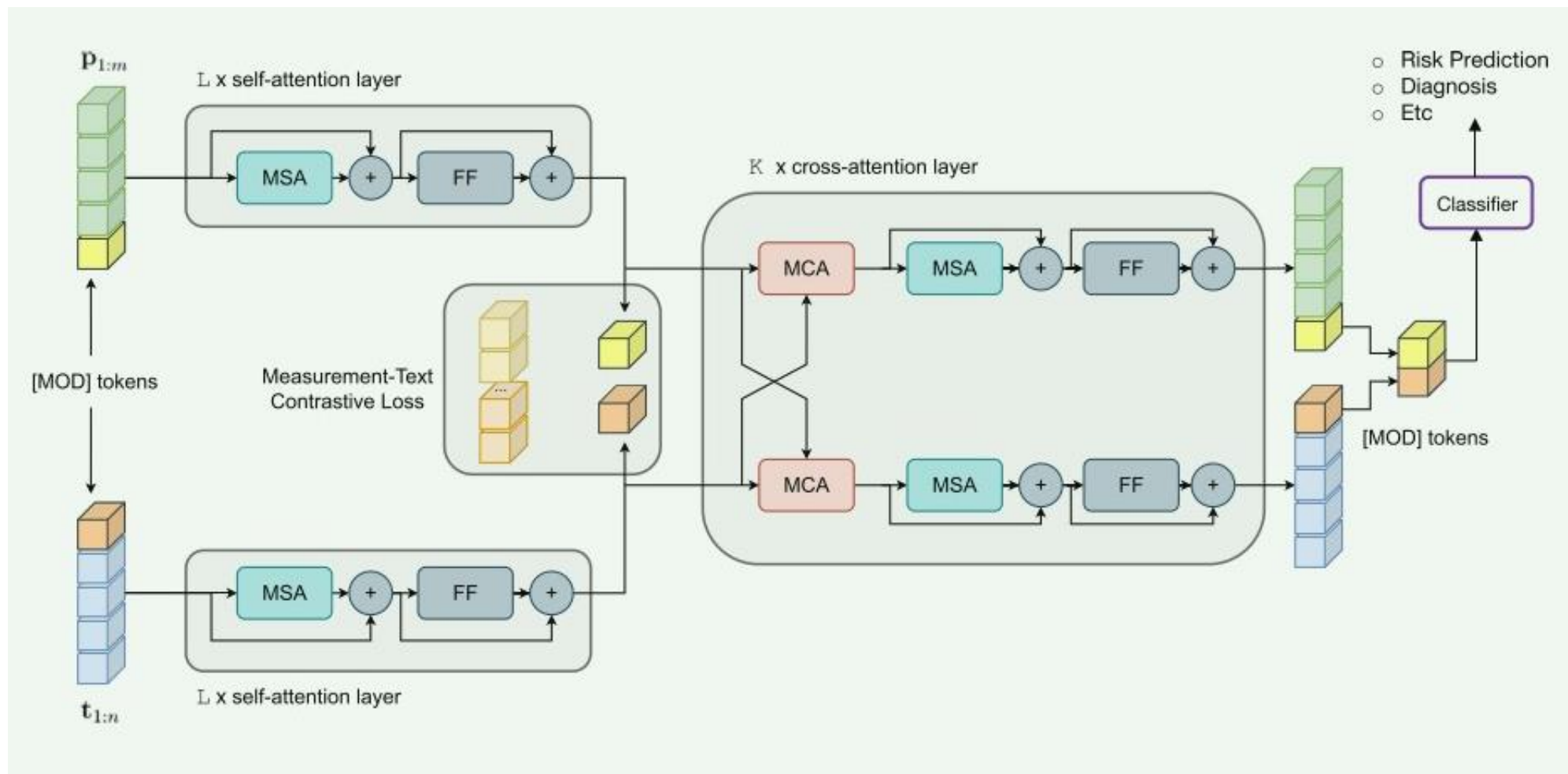
Channel Exchanging Networks

Обзор существующих методов



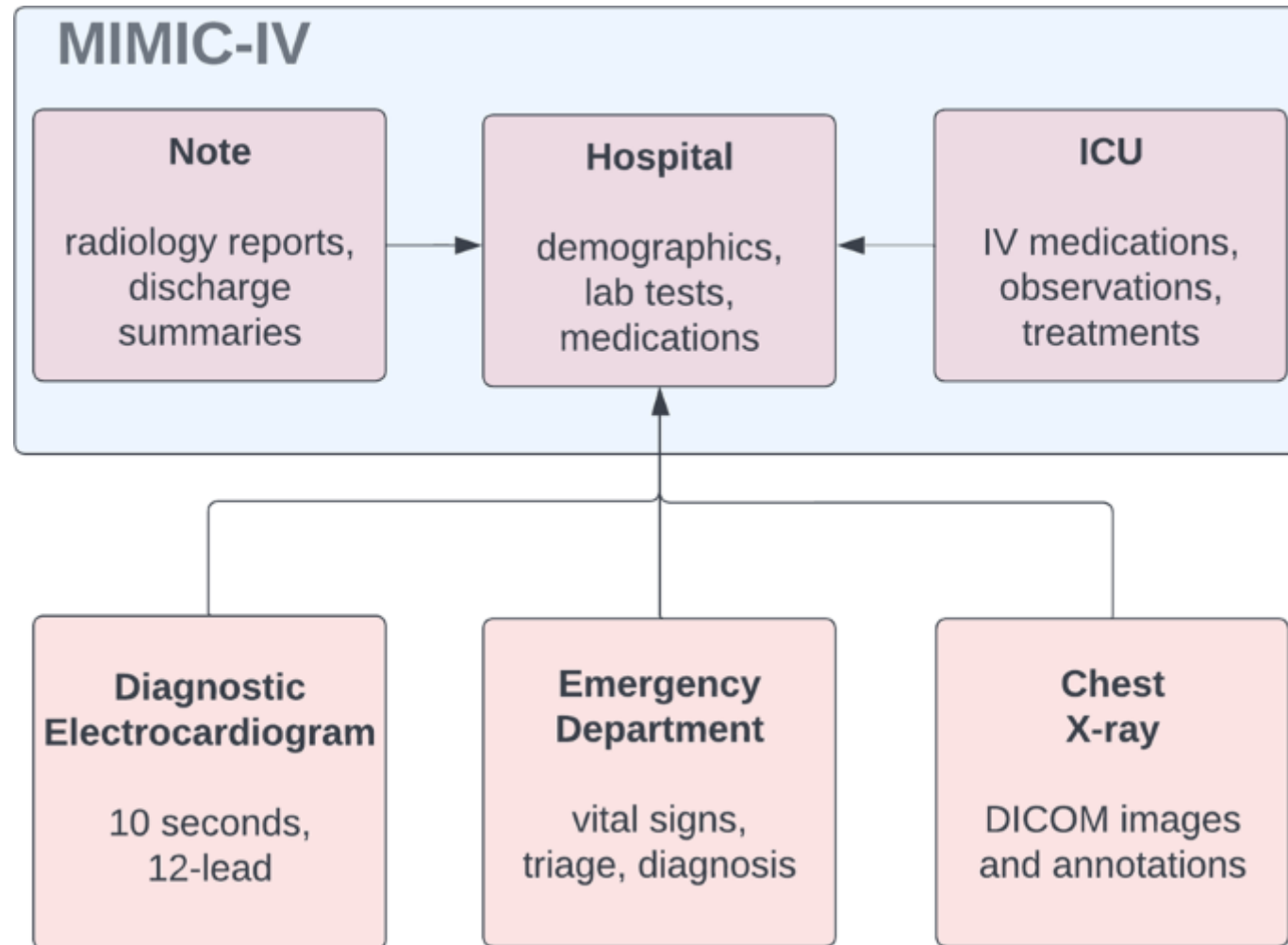
MuSE

Обзор существующих методов

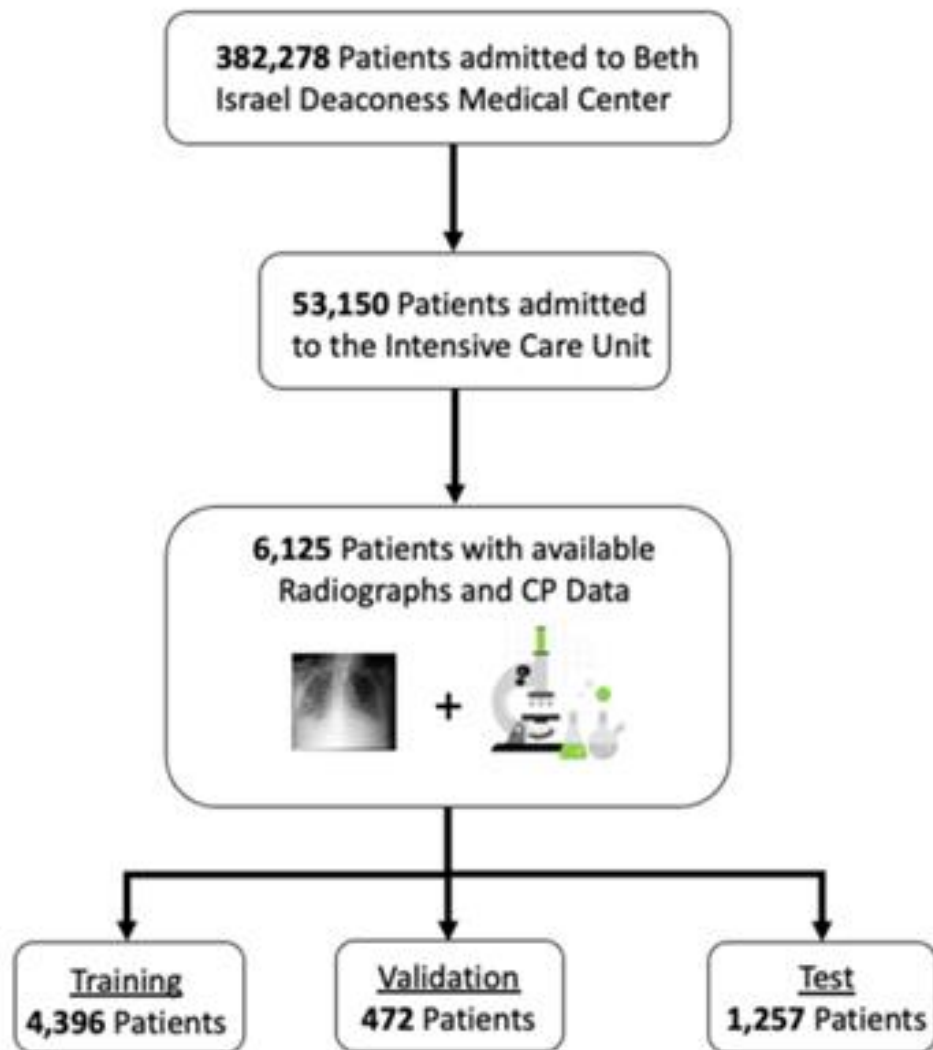


ARMOUR

База данных MIMIC



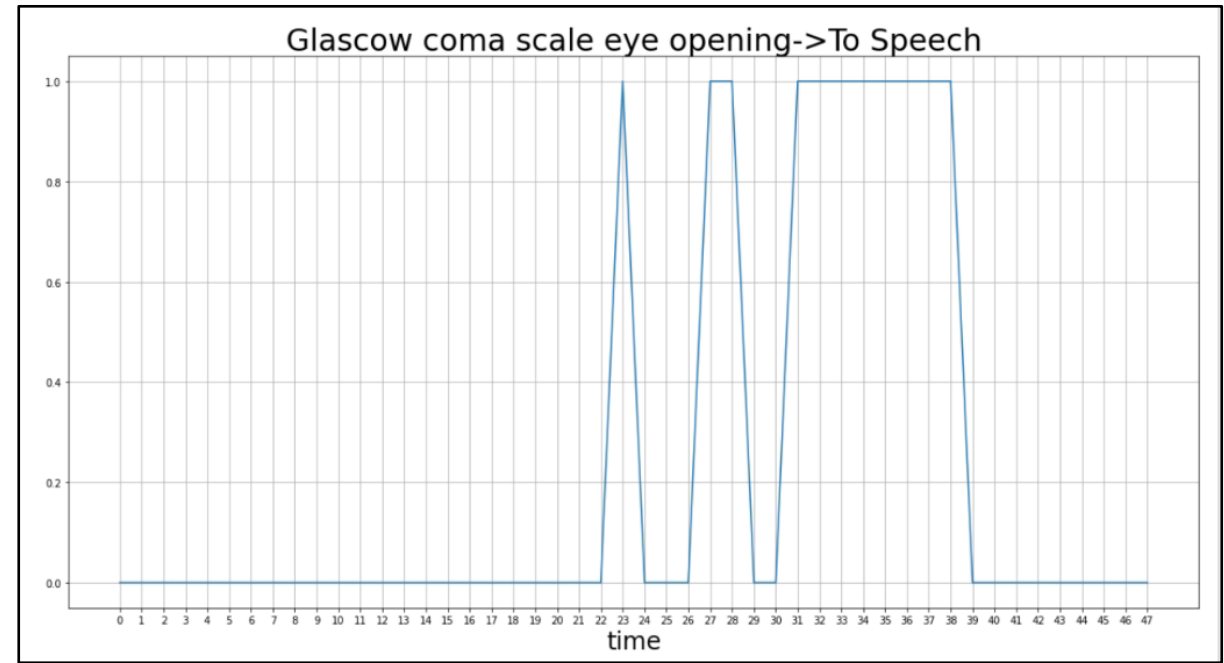
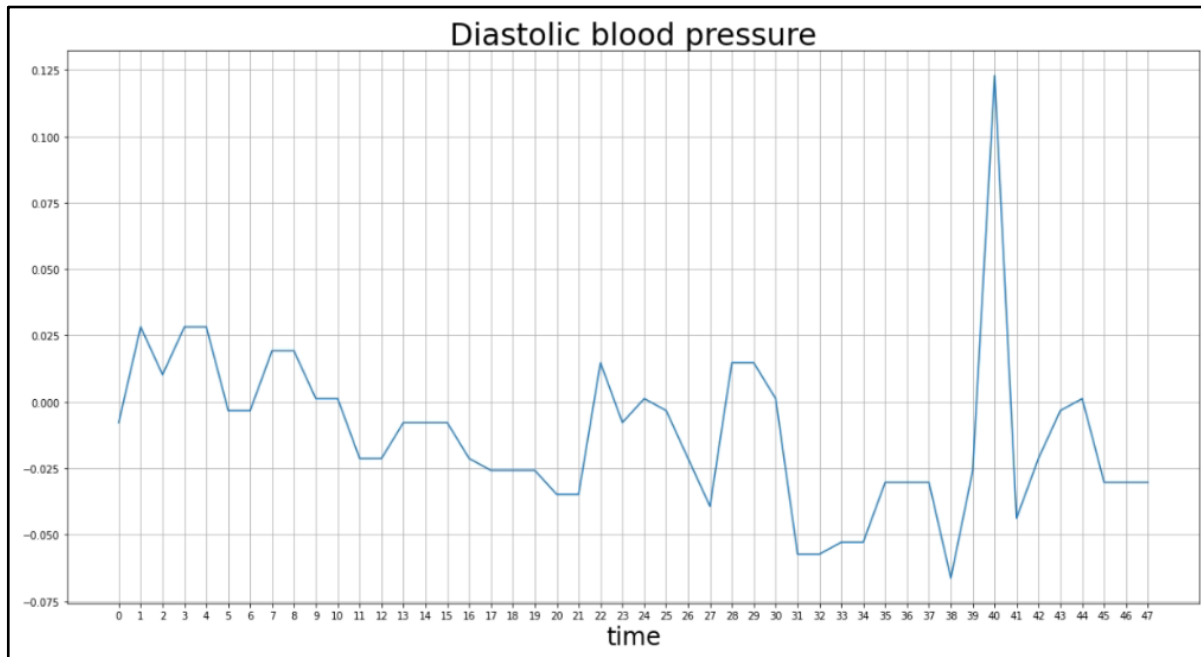
База данных MIMIC



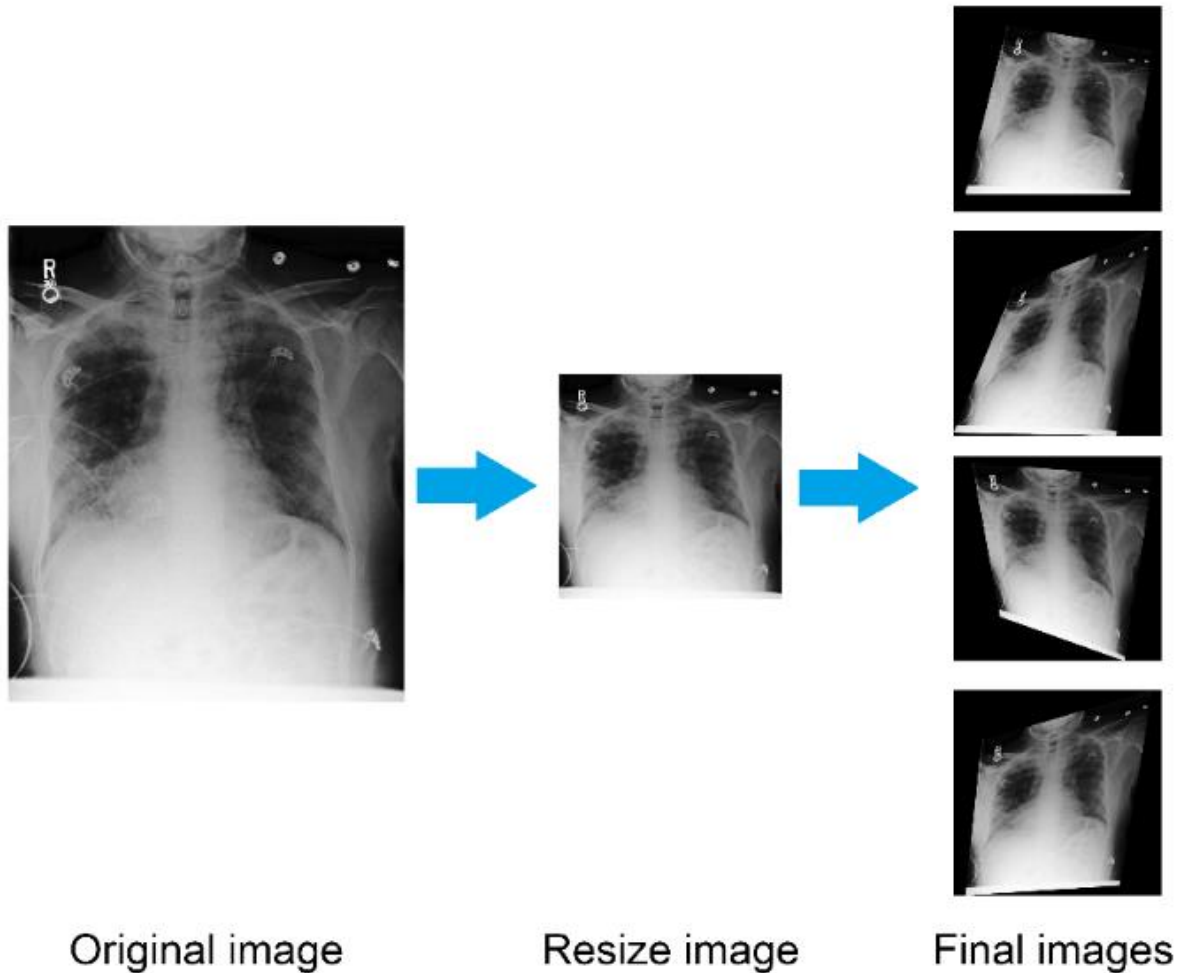
Анализ датасета

Клинический параметр	Тип поля	Отсутствие данных у части пациентов, %
Скорость наполнения капилляров	категориальный	100
Диастолическое артериальное давление	значение	0,04
Фракция вдыхаемого кислорода	значение	26
Шкала комы Глазго: открытие глаз	категориальный	0
Шкала комы Глазго – двигательная реакция	категориальный	0
Шкала комы Глазго – вербальный ответ	категориальный	0
Шкала комы Глазго – всего	категориальный	100
Глюкоза	значение	0,02
Частота сердцебиения	значение	0
Высота тела	значение	97,7
Среднее артериальное давление	значение	0
Насыщение кислородом	значение	0
Частота дыхания	значение	0
Систолическое артериальное давление	значение	0,04
Температура	значение	2,28
Вес тела	значение	9,13
pH	значение	13,86

Предобработка датасета



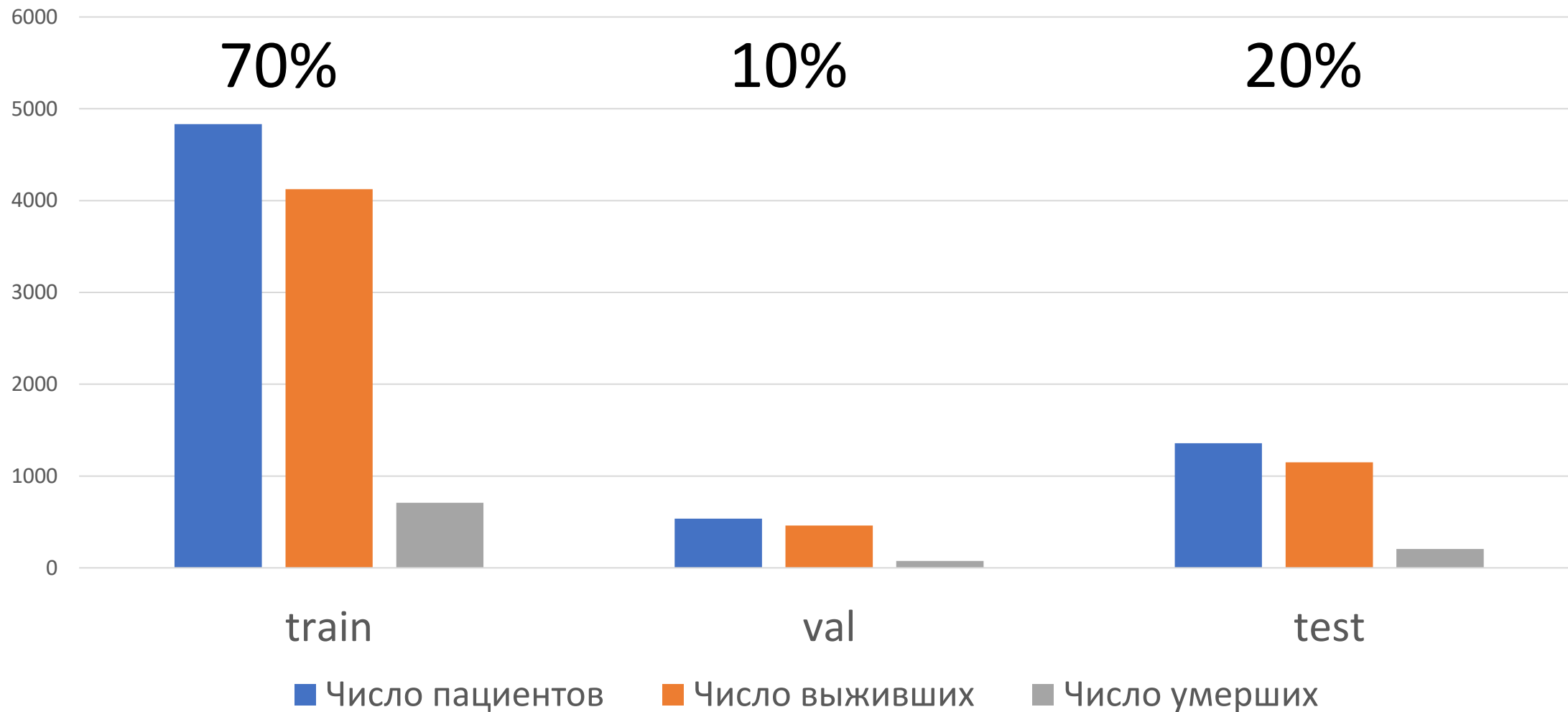
Предобработка датасета



- 1) Изменение входного изображения до заданного размера (384x384)
- 2) **Отзеркаливание изображения.**
- 3) **Применение случайных аффинных преобразований.**
- 4) Обрезка изображения по краям.
- 5) Преобразование изображения в тензор.
- 6) Нормализация тензорного изображения

Предобработка датасета

Наборы	Число пациентов	Число выживших	Число умерших
train	4 832	4 123	709
val	536	461	75
test	1 358	1 151	207
Всего	6 726	5 735	991



Реализация нейросетевой модели

Языки программирования: Python

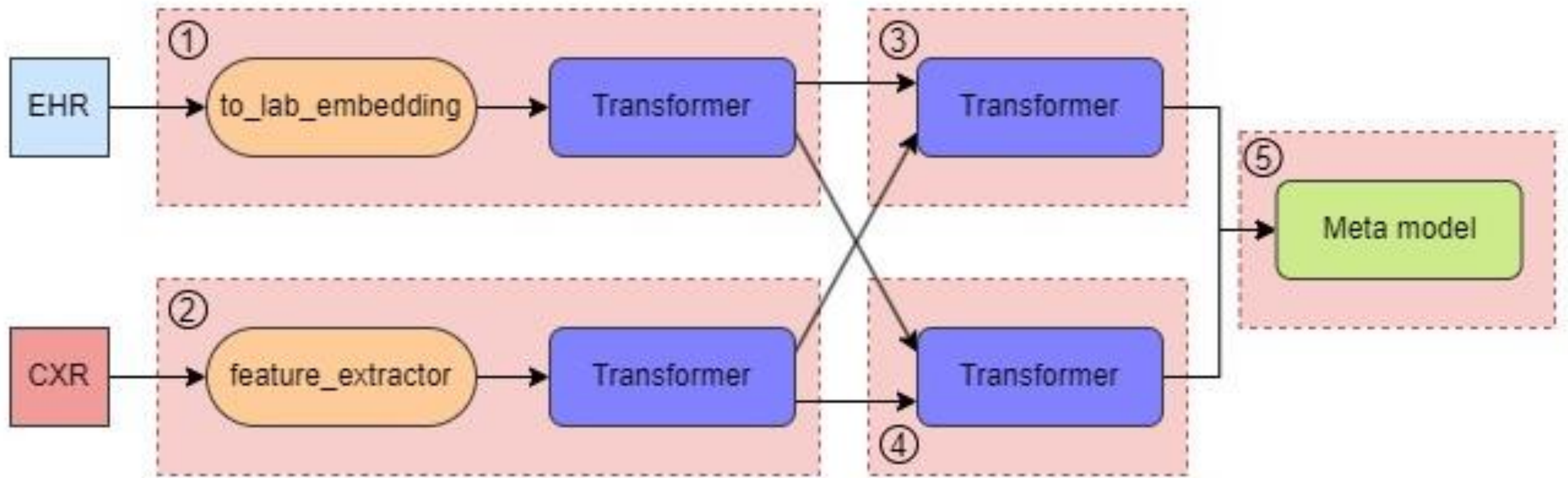
Среда разработки: PyCharm

Основные библиотеки: NumPy, SciPy, pandas

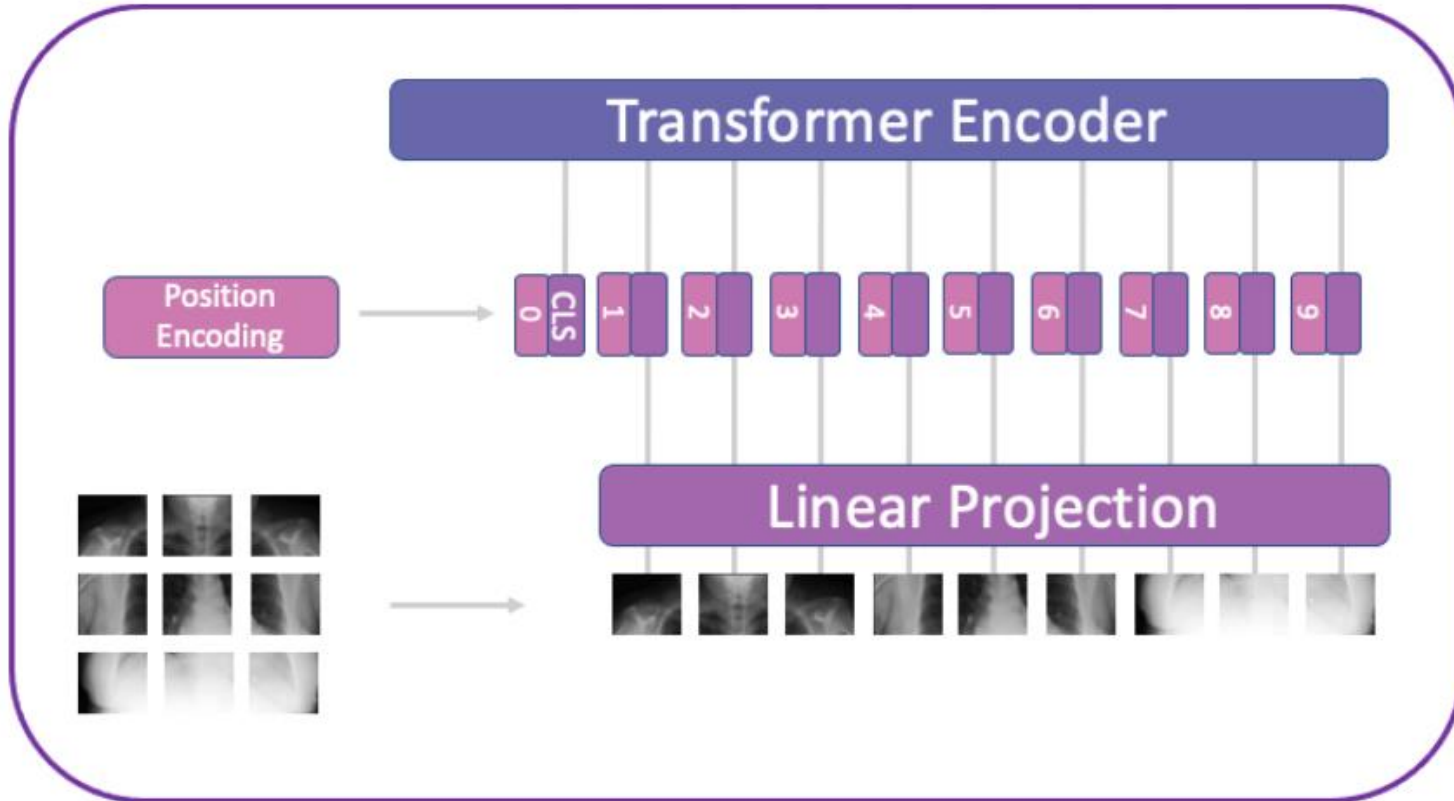
Выбранный фреймворк: PyTorch



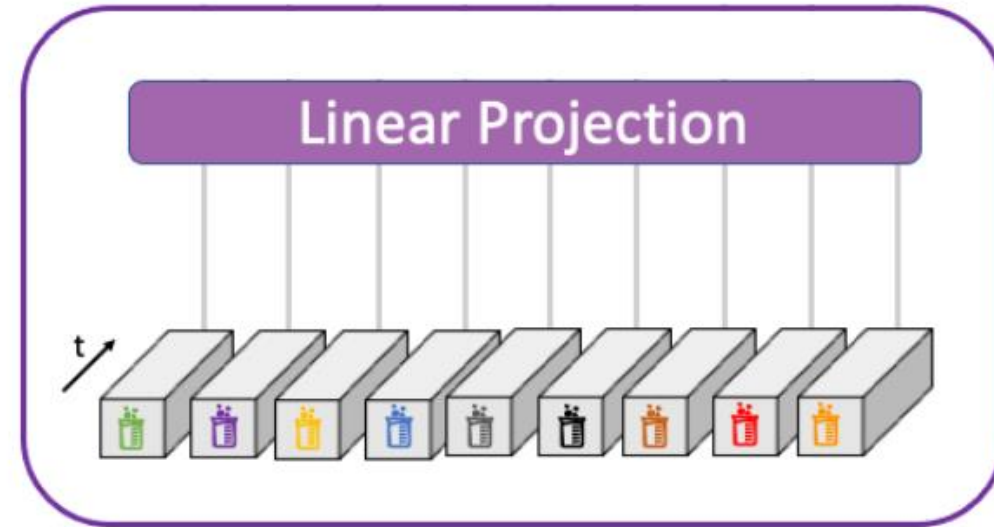
Реализация нейросетевой модели



Извлечение эмбедингов

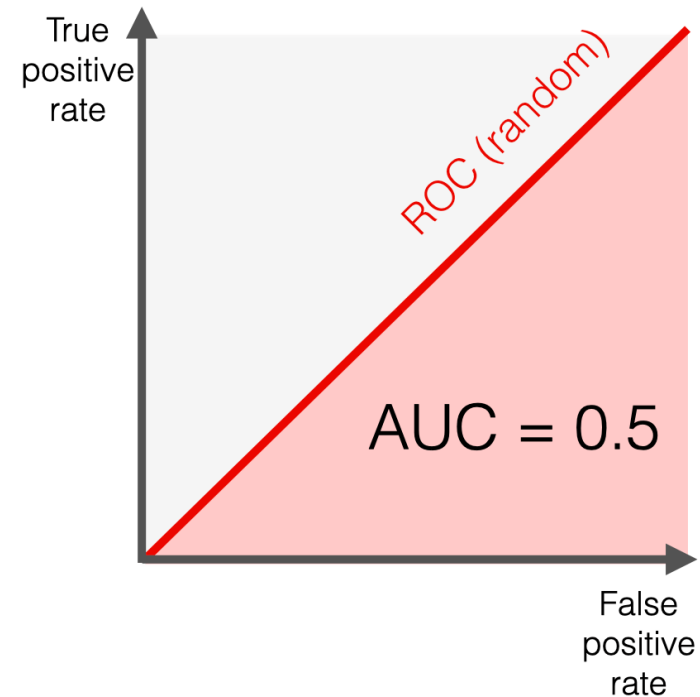
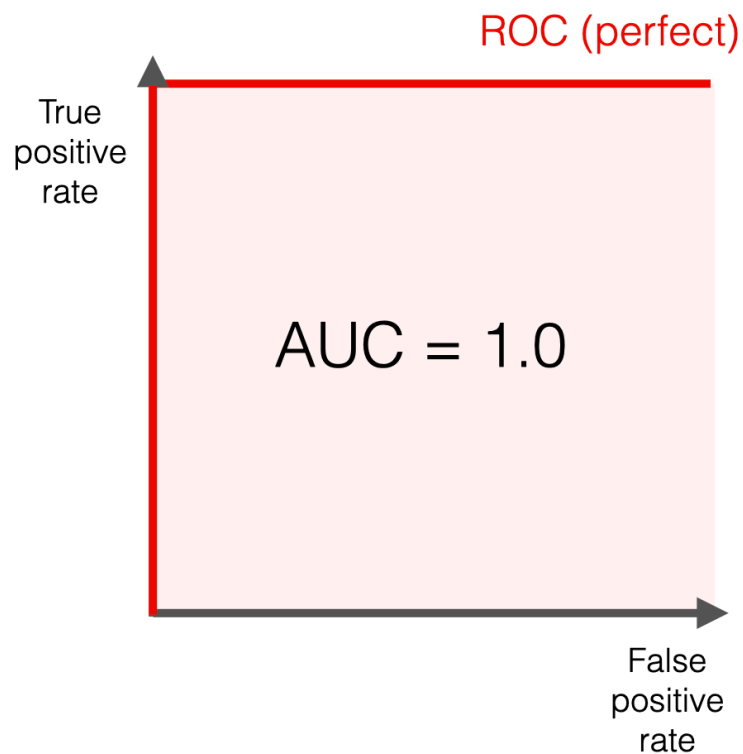


Vision Backbone



Clinical Backbone

Метрика



$$TPR = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$FPR = \frac{FP}{TN + FP}$$

Обучение 1 и 2 блока

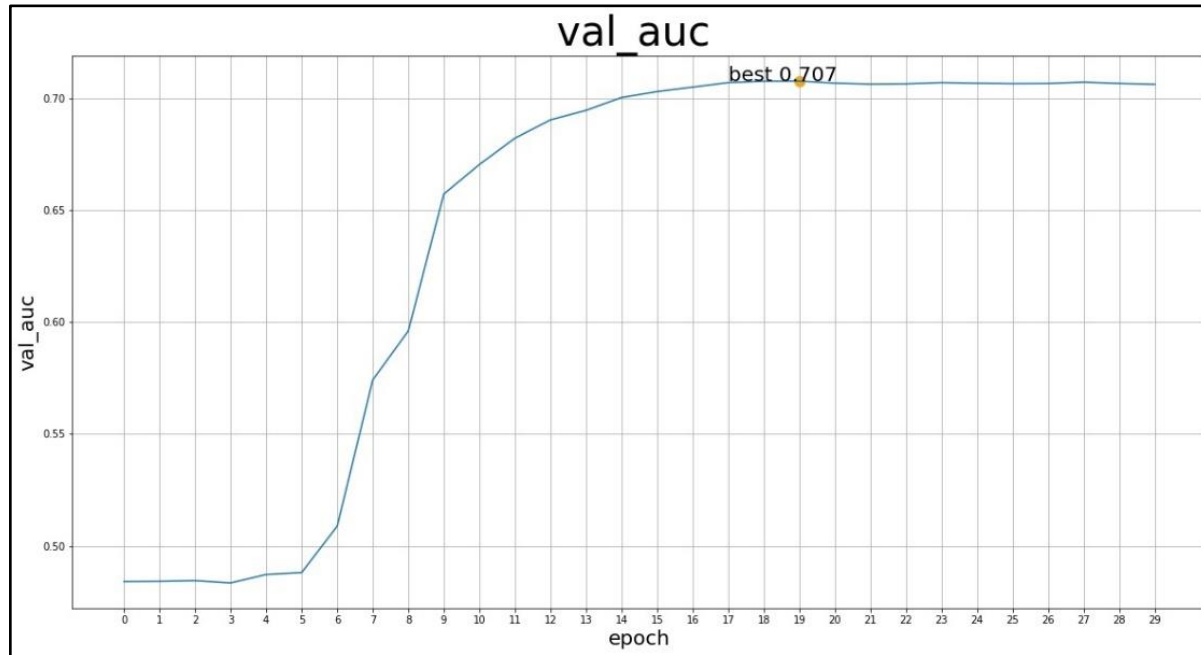


График изменения AUC на валидационном наборе при обучении блока 1

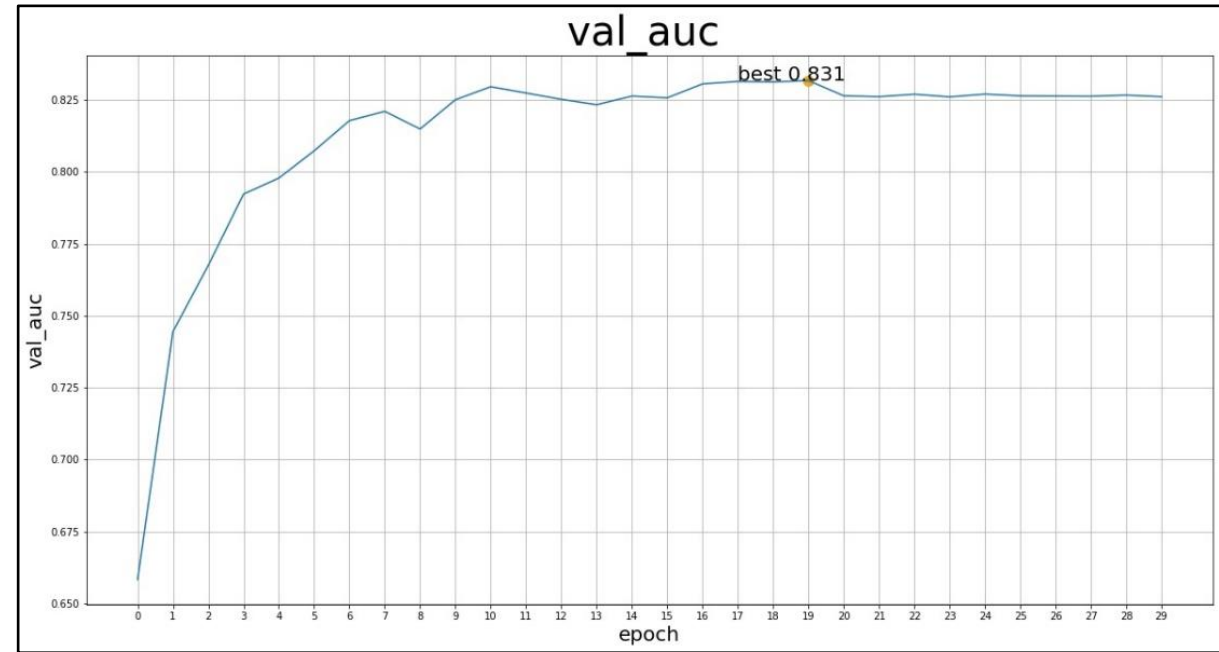
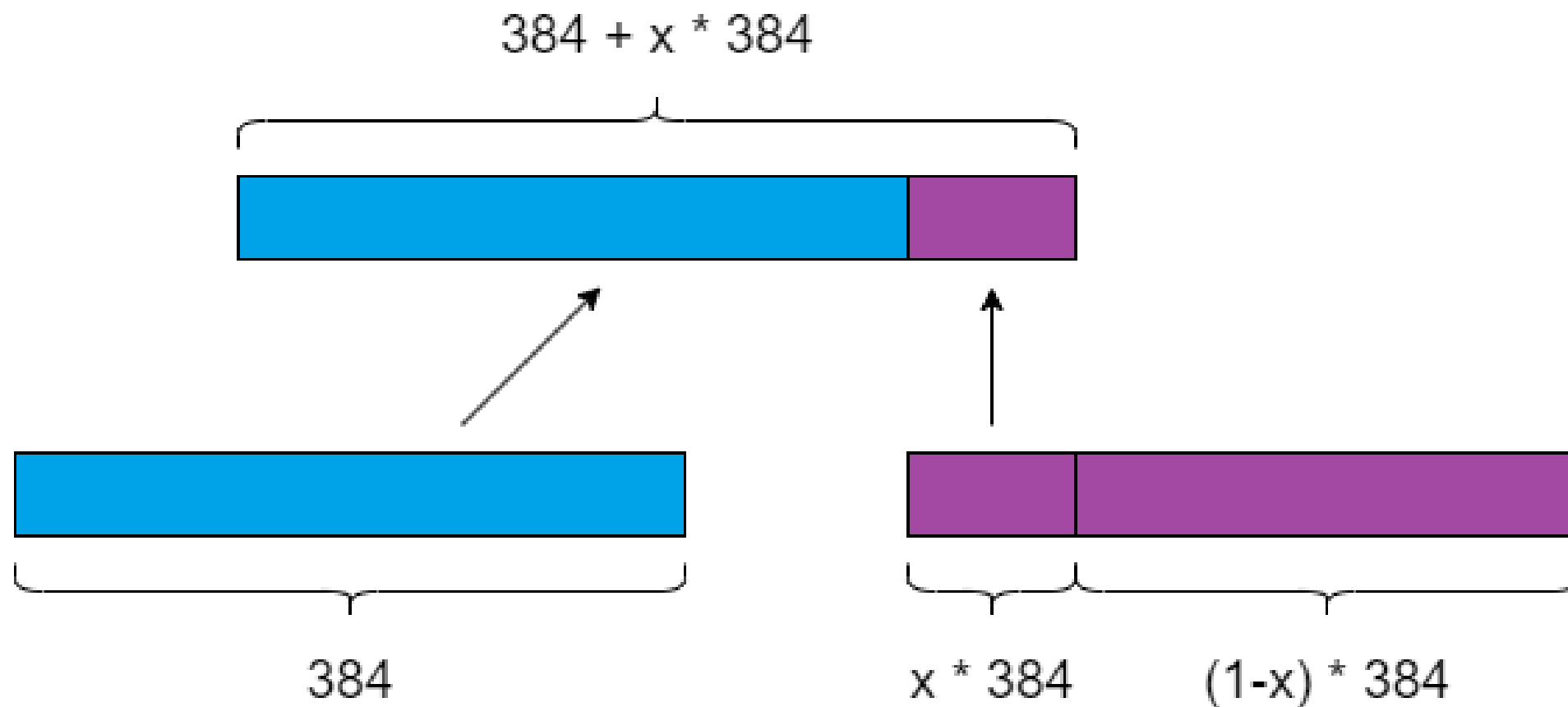


График изменения AUC на валидационном наборе при обучении блока 2

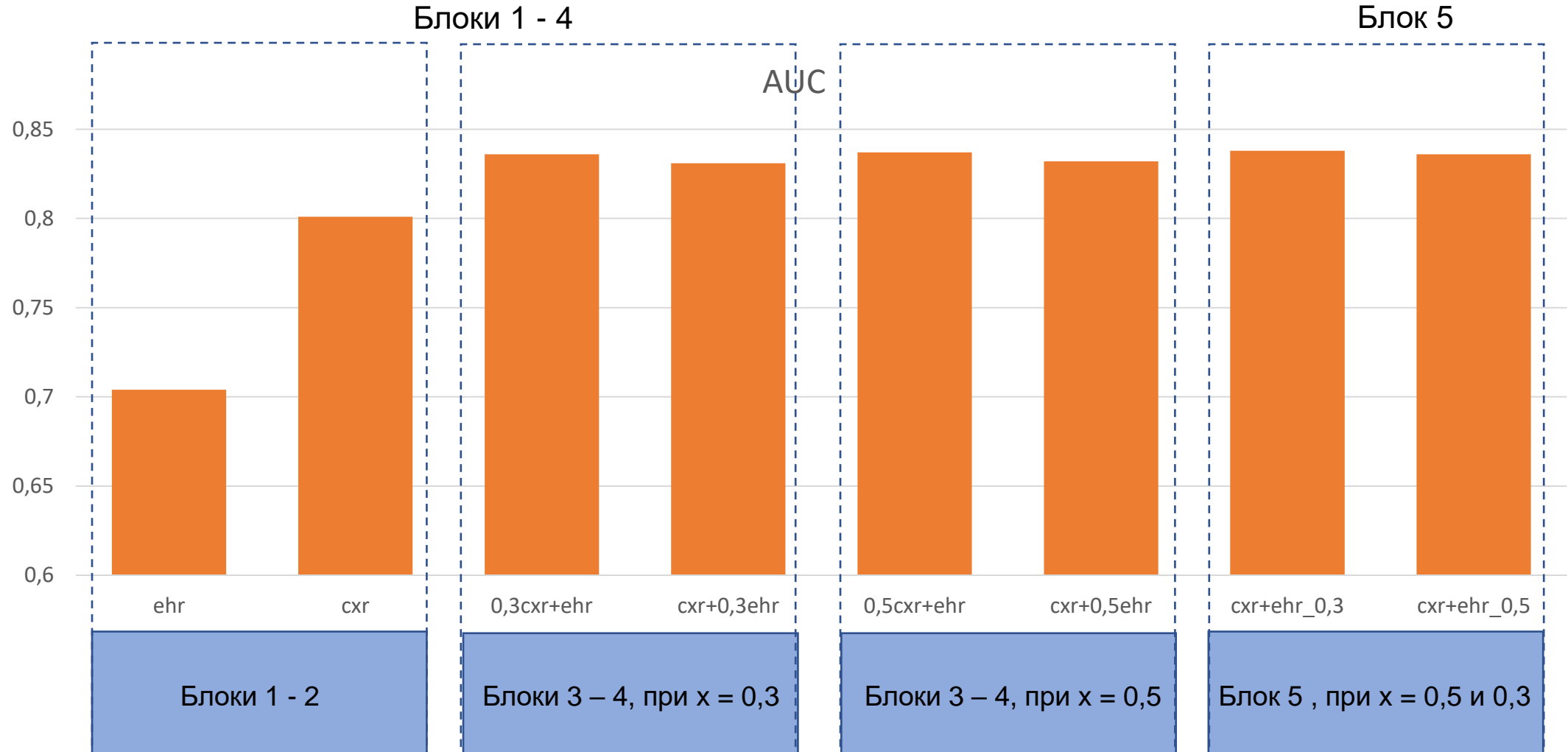
Объединение эмбеддингов



Результаты для тестовых наборов

Показатели	ehr	cxr	0.3cxr+ehr	cxr+0.3ehr	0.5cxr+ehr	cxr+0.5ehr
loss	0,503	0,402	0,333	0,337	0,333	0,335
AUC	0,704	0,801	0,836	0,831	0,837	0,832

Показатели	cxr+ehr_0,3	cxr+ehr_0,5
loss	0,337	0,336
AUC	0,838	0,836



Дополнительный эксперимент

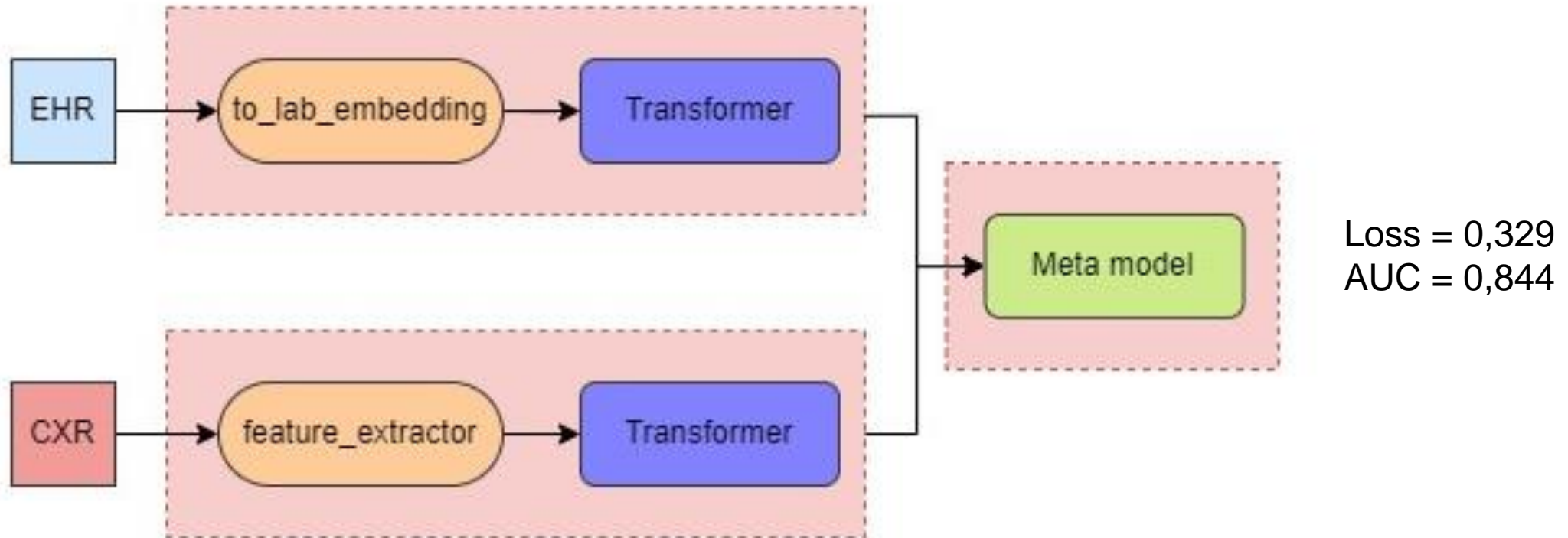


Схема модели без перекрестного обмена

Результаты для тестовых наборов

Показатели	ehr	cxr	0.3cxr+ehr	cxr+0.3ehr	0.5cxr+ehr	cxr+0.5ehr
loss	0,503	0,402	0,333	0,337	0,333	0,335
AUC	0,704	0,801	0,836	0,831	0,837	0,832

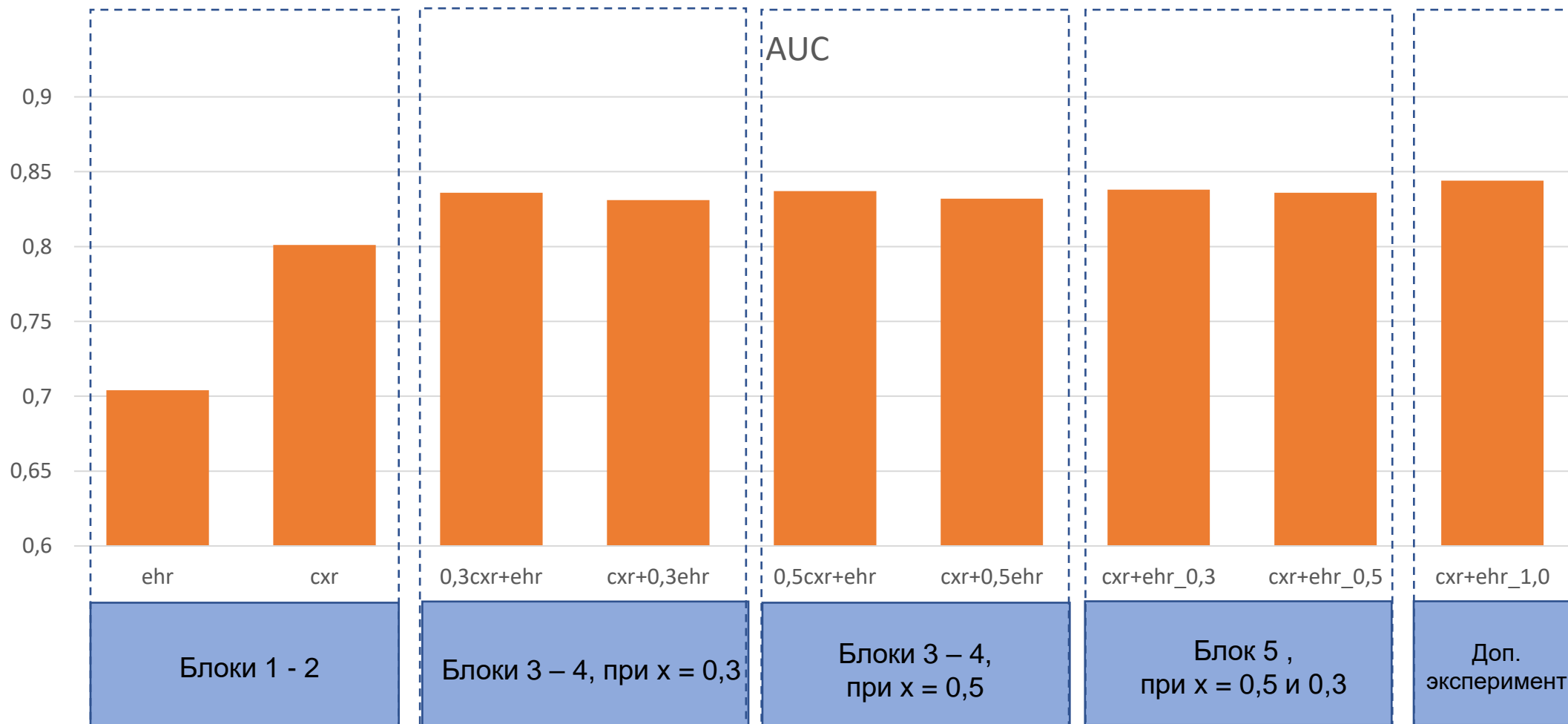
Показатели	cxr+ehr_0,3	cxr+ehr_0,5
loss	0,337	0,336
AUC	0,838	0,836

Показатели	cxr+ehr_0,3
loss	0,329
AUC	0,844

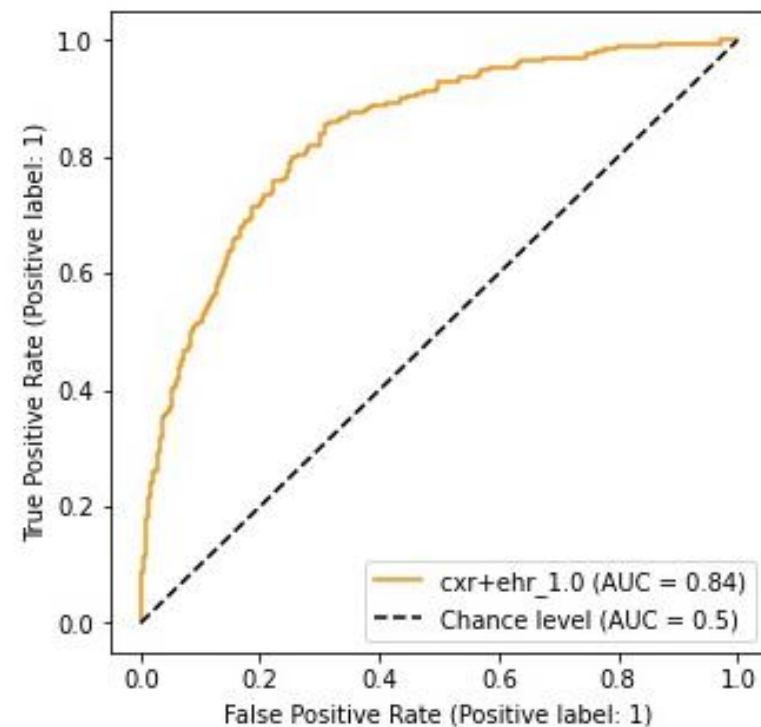
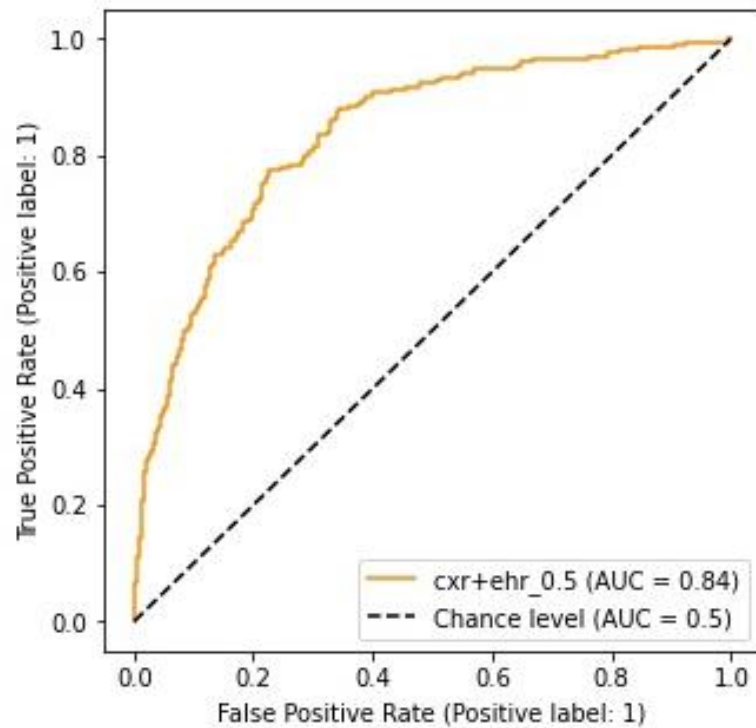
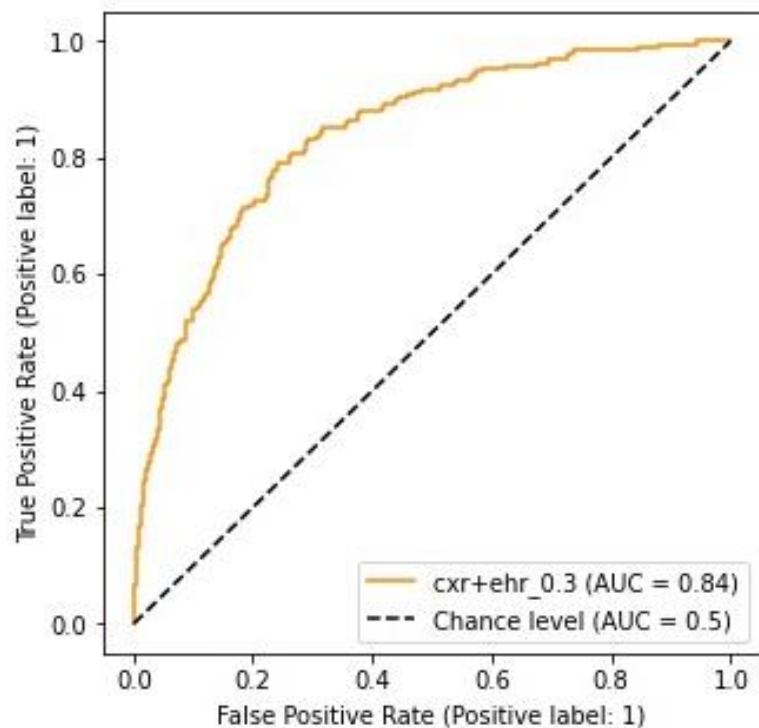
Блоки 1 - 4

Блок 5

Доп. эксперимент



ROC кривые



Основные результаты

1. Произведен обзор литературы и существующих решений по предметной области.
2. Из большой базы MIMIC извлечены данные для обучения нейронной сети, из которых были подготовлены обучающая и тестовая выборки.
3. Выполнено проектирование и реализация архитектуры нейронной сети для решения задачи классификации.
4. Проведено обучение и тестирование реализованной нейронной сети.