

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

ОТЧЁТ по проекту

**Расширение возможностей медицинских учреждений
здравоохранения Свердловской области в диагностике
ретинопатии недоношенных с помощью проекта
компьютерного зрения**

Руководитель

Решетников К. И.

Студенты

Руссу В.В. (РИМ-130908)

Мухаметгалиев А.Р. (РИМ-130906)

Саттаров А. А. (РИМ-130908)

Екатеринбург, 2024 г.

Оглавление

Введение	3
2. Сбор и аннотация набора данных	4
3. Применение алгоритмов компьютерного зрения для автоматизированной классификации изображений	6
4. Оценка эффективности и надежности разработанной системы.	11
Заключение	12

Введение

Ретинопатия недоношенных — это заболевание, поражающее сетчатку недоношенных детей, потенциально ведущее к слепоте. Это заболевания представляет серьезную угрозу зрительной функции у недоношенных детей.

В связи с этим, разработка системы компьютерного зрения, способной автоматически классифицировать снимки имеет практическую значимость:

- Система может помочь врачам в постановке диагноза и выборе оптимальной схемы лечения.
- Раннее выявление и лечение РН позволит предотвратить развитие слепоты и других осложнений у недоношенных детей.
- Система может значительно облегчить работу специалистов в отдаленных областях, исключая необходимость дополнительного обследования, а также может обеспечить снижение нагрузки на врачей в региональных центрах.

Цель проекта — разработать систему компьютерного зрения, способную автоматически классифицировать снимки глазного дна недоношенных детей по стадиям ретинопатии недоношенных для повышения точности и скорости диагностики.

Задачи:

- Сбор и аннотация набора данных снимков глазного дна недоношенных детей.
- Разработка алгоритмов компьютерного зрения для автоматизированной сегментации и классификации изображений.
- Оценка эффективности и надежности разработанной системы.

2. Сбор и аннотация набора данных

Для обучения моделей компьютерного зрения были использованы данные, предоставленные заказчиком — ГАУЗ СО "МКМЦ "Бонум". Это 678 изображений глазного дна недоношенных детей. Изображения были объединены в папки, каждая папка содержала снимки одного глазного дна пациента. В названии папки содержалась информация о стадии и наличии плюс болезни.

Данные были разделены на три набора:

1. По наличию болезни (Рис. 1)
 - а. Здоровые — 76 изображений
 - б. Больные — 612 изображений

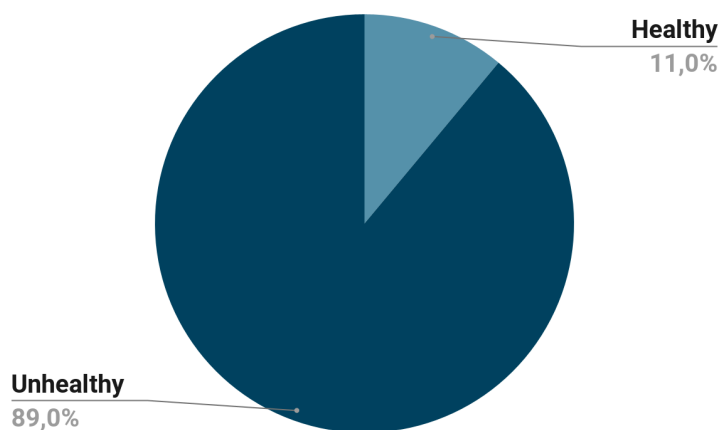


Рисунок 1. Соотношение данных в наборе 1.

2. По стадиям (Рис. 2)
 - а. Здоровые — 76 изображений
 - б. 2-3 стадия — 297 изображений
 - с. Плюс-болезнь — 126 изображений

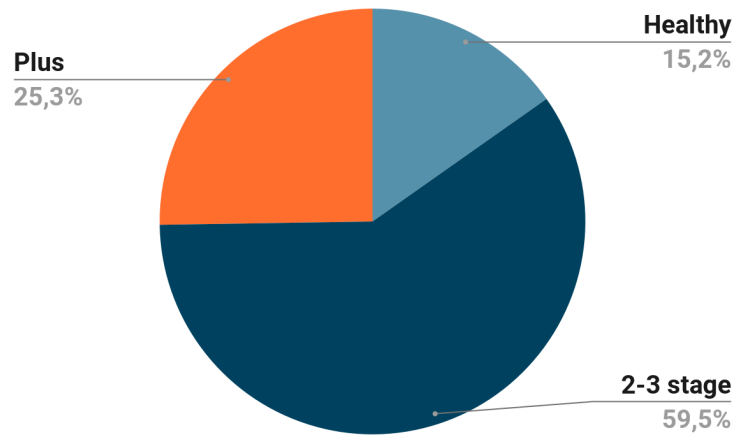


Рисунок 2. Соотношение данных в наборе 2.

3. По наличию плюс-болезни (Рис. 3)
 - а. Плюс-болезнь — 126 изображений
 - б. Больные — 297 изображений
 - с.

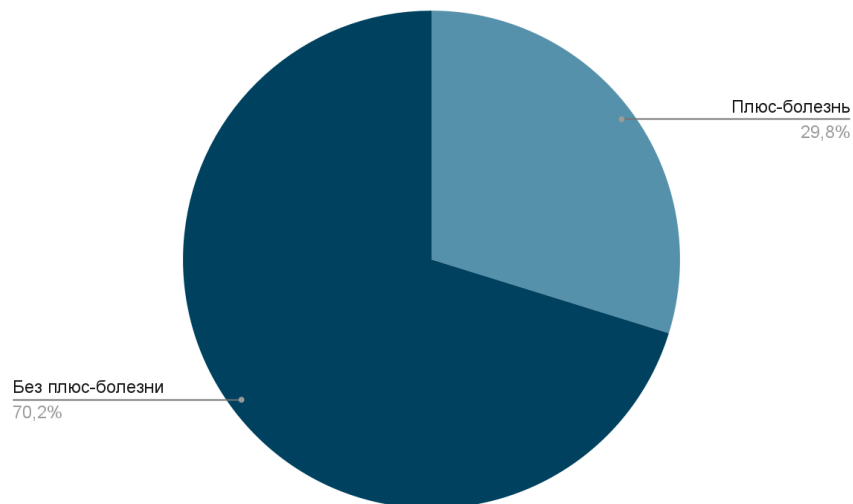


Рисунок 2. Соотношение данных в наборе 2.

Во всех наборах данных наблюдался дисбаланс классов, поэтому перед обучением моделей была произведена аугментация тренировочных данных, для повышения качества классификации.

3. Применение алгоритмов компьютерного зрения для автоматизированной классификации изображений

Для решения задачи классификации на здоровых и больных была применена модель ResNet 101, предобученная на наборе данных ImageNet. Размер изображения на входе в модель составлял $3 \times 224 \times 224$. Оптимизатор SGD, метрика Accuracy.

Исходный датасет был разбит на тестовый и тренировочный. Тестовый датасет был собран с равным распределением на классы. Тренировочный датасет был расширен с помощью аугментаций, для уменьшения дисбаланса классов, получившиеся датасеты на рисунке 3.

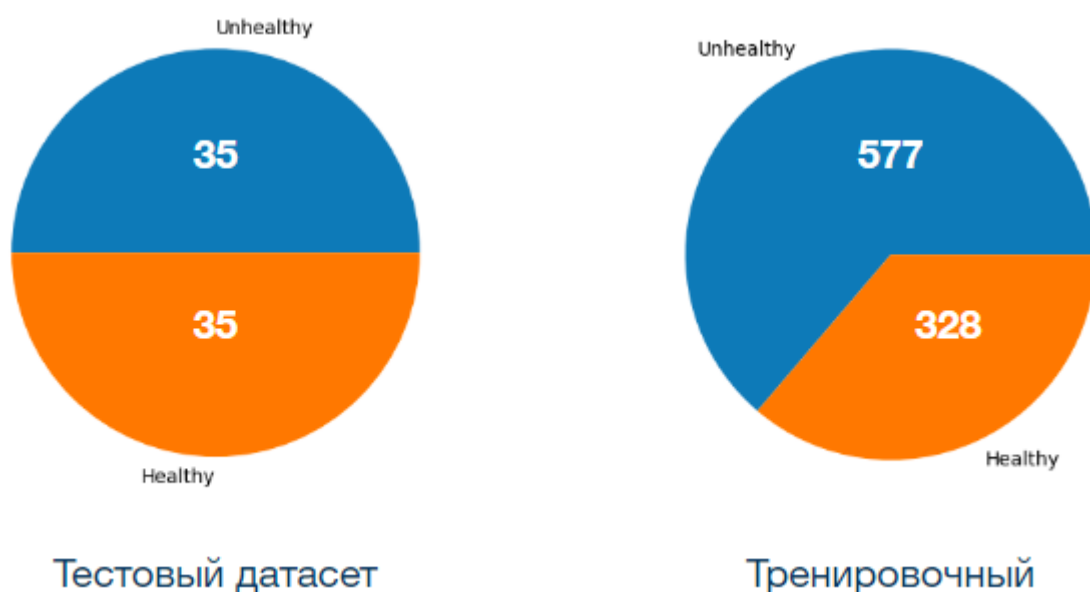


Рисунок 3. Распределение в датасетах.

Обученная на таком датасете модель показала хорошие результаты на тестовом датасете. Получившиеся метрики:

- Accuracy: 0.7857,
- Precision: 0.7272,
- Recall: 0.9143

Конфьюжн матрица и график обучения представлены на рисунке 4.

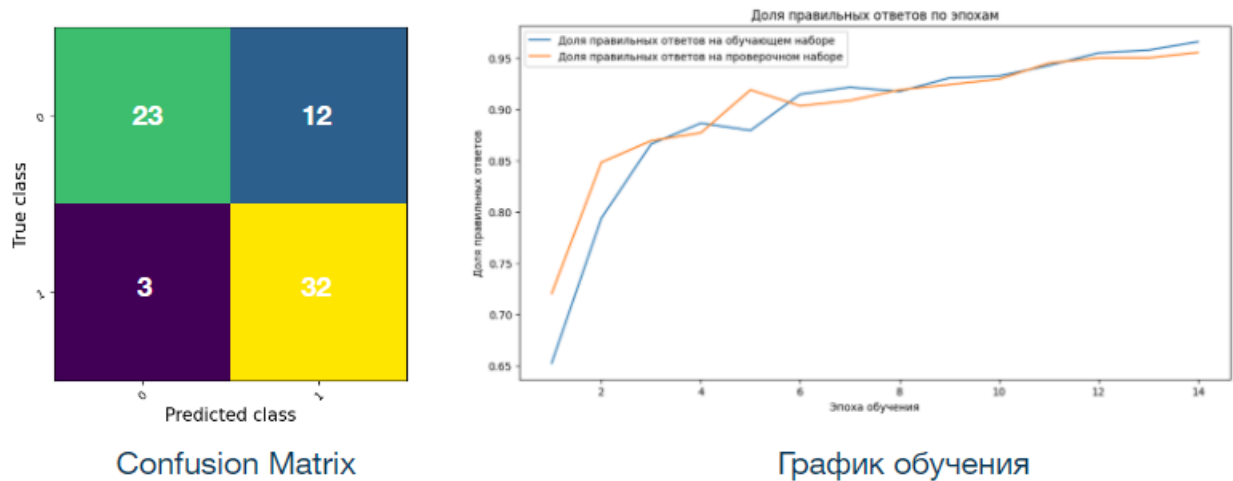


Рисунок 4. Результаты обучения ResNet 101.

Для решения задачи многоклассовой классификации на здоровых, 2-3 стадии и +болезнь была применена модель YOLOv8n. Размер изображения 640x640. 50 эпох обучения.

Исходный датасет был разбит на тестовый и тренировочный. Тестовый датасет сохранил исходное распределение классов. Тренировочный датасет был расширен с помощью слоев для аугментаций из библиотеки keras cv, для уменьшения дисбаланса классов, получившиеся датасеты на рисунке 5.

Аугментации производились асинхронно. Слои, которые применялись для аугментаций:

- RandomFlip()
- Normalization(axis=0)
- RandomRotation(0.05,fill_mode='reflect')
- RandomTranslation(0.1,0.1,fill_mode="reflect")
- RandomContrast(1)
- RandomBrightness(0.5, value_range=(0, 255))



Рисунок 5. Распределение в датасетах.

Обученная на таком датасете модель показала хорошие результаты на тестовом датасете. Получившиеся метрики:

- Accuracy: 0.939,
- Precision: 0.9689,
- Recall: 0.928

Результаты обучения представлены на рисунке 6.

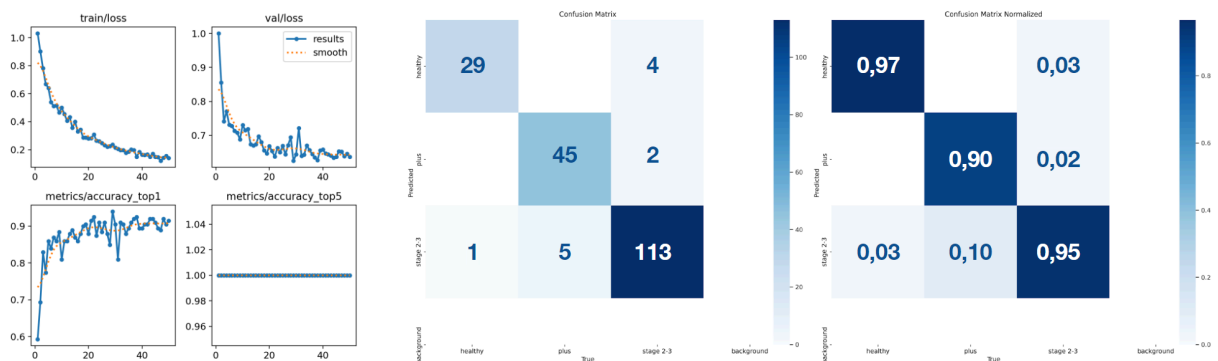


Рисунок 6. Результаты обучения YOLOv8n.

Для решения задачи определения +болезни была применена модель YOLOv8n. Размер изображения 640x640. 50 эпох обучения.

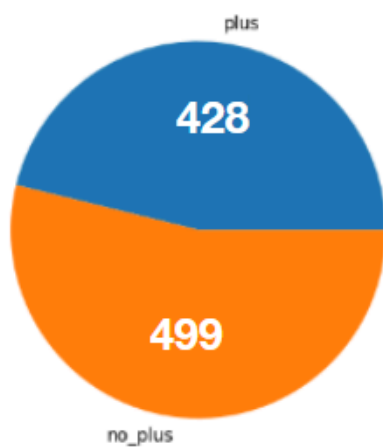
Из исходного датасета были исключены изображения здоровых глаз, т.к. предполагается, что для решения данной подзадачи поступает изображение

глаза, уже отнесенное к классу больных. Тестовый датасет сохранил исходное распределение классов. Тренировочный датасет был расширен с помощью слоев для аугментаций из библиотеки keras cv, для уменьшения дисбаланса классов, получившиеся датасеты на рисунке 7.

Аугментации производились асинхронно. Слои, которые применялись для аугментаций:

- RandomFlip()
- Normalization(axis=0)
- RandomRotation(0.05,fill_mode='reflect')
- RandomTranslation(0.1,0.1,fill_mode="reflect")
- RandomContrast(1)
- RandomBrightness(0.5, value_range=(0, 255))

Получившееся распределение
в тренировочном наборе



Получившееся распределение
в валидационном наборе

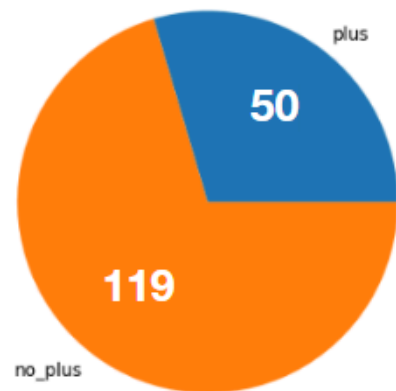


Рисунок 7. Распределение в датасетах.

Обученная на таком датасете модель показала хорошие результаты на тестовом датасете. Получившиеся метрики:

- Accuracy: 0.9289,
- Precision: 0.98,
- Recall: 0.9299

Результаты обучения представлены на рисунке 8.

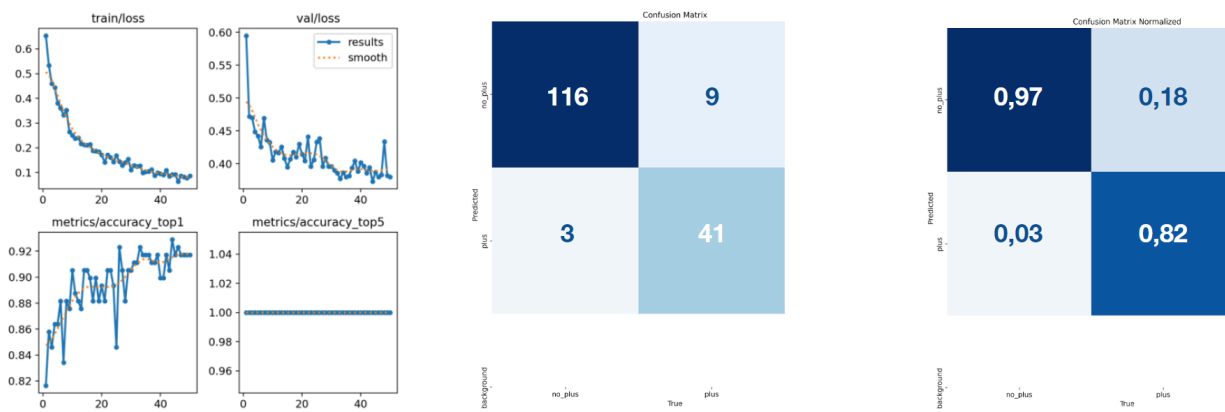


Рисунок 8. Результаты обучения YOLOv8n.

4. Оценка эффективности и надежности разработанной системы.

Разработанные модели показали метрики, представленные в Табл. 1

Таблица 1. Метрики моделей

Задача	Модель	Accuracy	Precision	Recall
Бинарная классификация: Болен/Здоров	ResNet101	0.7857	0.7272	0.9143
Многоклассовая классификация: Стадия болезни	YOLOv8n	0.939	0.9689	0.928
Бинарная классификация: +Болезнь	YOLOv8n	0.9289	0.98	0.9299

Заключение

В результате проделанной работы были разработаны три модели компьютерного зрения, способные классифицировать снимки глазного дна недоношенных детей по наличию болезни, стадиям ретинопатии, и наличию плюс болезни.