

Суперкомпьютерные дни в России



У Ч Р Е Ж Д Е Н И Е
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
им. В.А. Трапезникова РАН

Решение задачи распознавания медицинских масок на лицах людей в сложных для принятия решения условиях

**(Recognition of medical masks on people's faces in difficult
decision-making conditions)**

**Милосердов О.А., Макаренко А.В.
ИПУ РАН**

Москва, 2023 г.

Задача

- **Какая задача?** Распознавание наличия средств индивидуальной защиты (СИЗ) на примере медицинских масок
- **Зачем нужно?**
 - Безопасность сотрудников на предприятии
 - Штрафы за неисполнение правил охраны труда и техники безопасности
- **Где нужно?**
 - Строительные работы
 - Промышленные предприятия
 - Животноводческие фермы
 - Медицинские учреждения
 - Общественные места
- **Почему медицинские маски?**
 - COVID-19
 - Большое количество разнообразных данных из-за массовости ношения СИЗ



Недостатки существующих решений

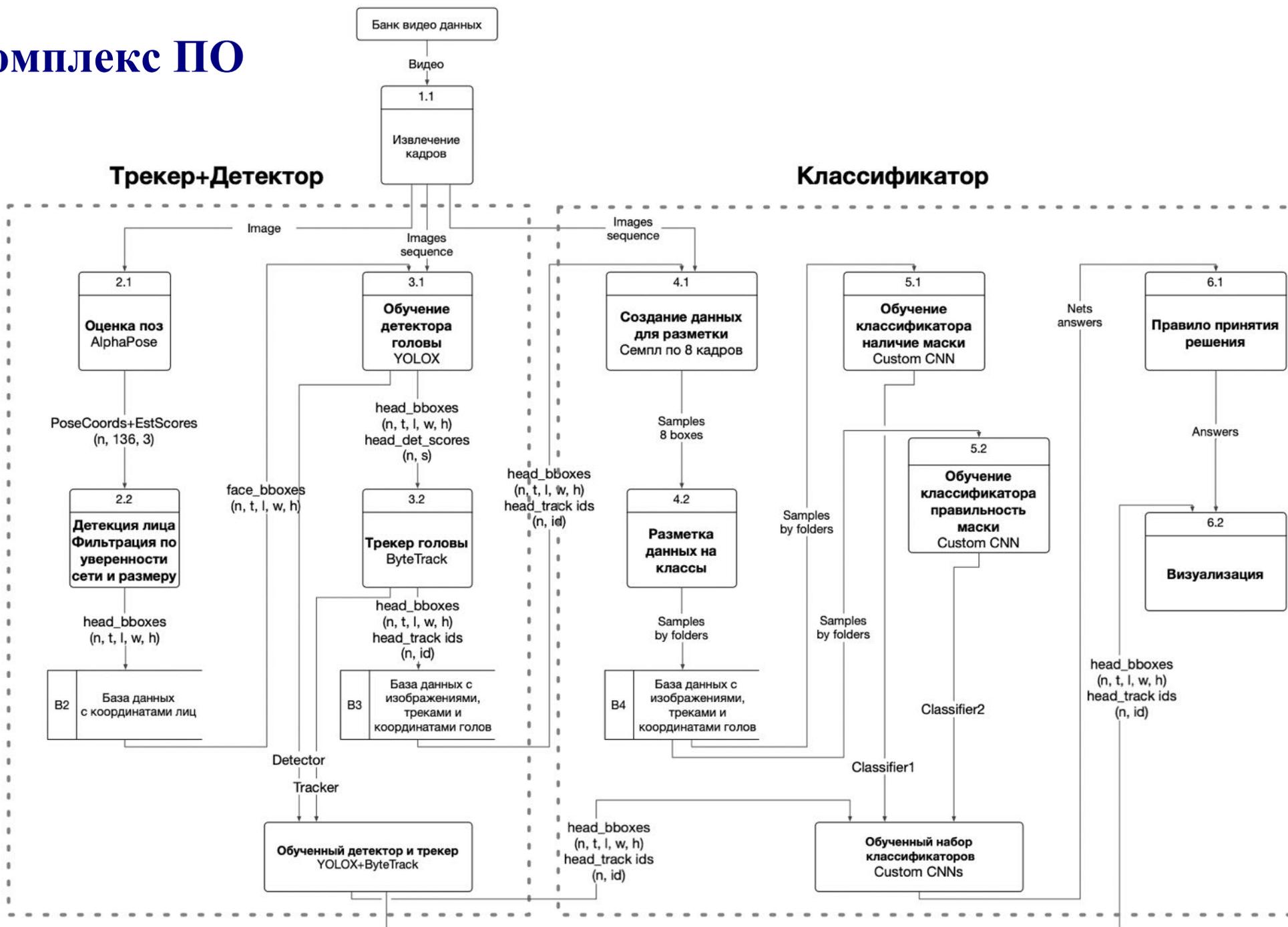
- «Ванильные» датасеты
 - Синтетические данные
 - Удобные ракурсы
 - Хорошие условия съемки
 - Отсутствие сложных случаев
 - Хорошее качество данных без шумов, смазов и бликов
 - Малый размер
- Отсутствие комплексного подхода
 - Лица на изображении уже детектированы
 - Нет трекинга

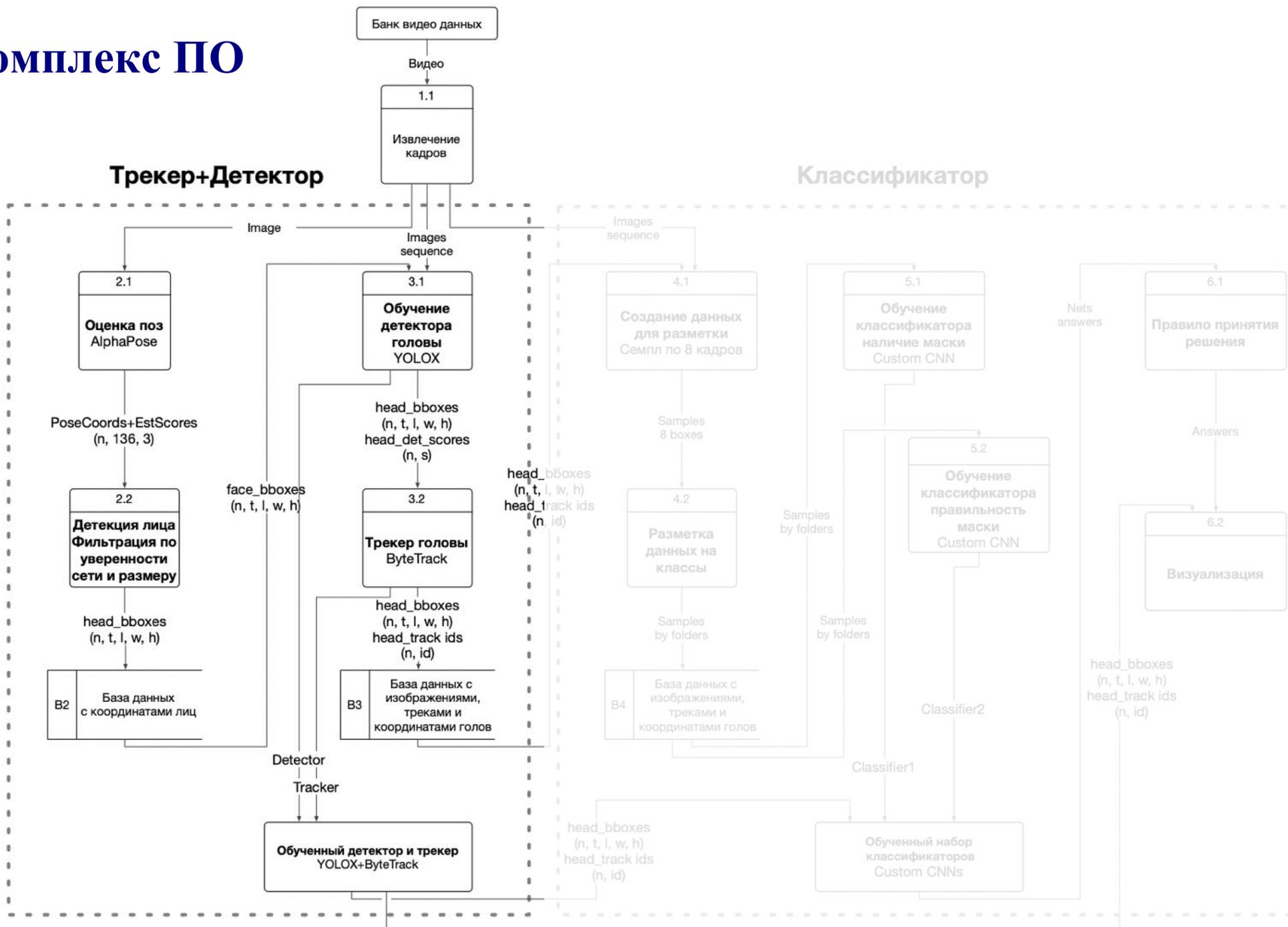


Комплексный подход системы

- Автоматическая разметка данных для задачи детектирования
 - Производится с помощью предобученной нейросети по оценке поз AlphaPose
 - Позволяет выбрать правило разметки согласно требованиям заказчика без привязки к готовым решениям
- Нейросетевой детектор головы человека
 - Нейросетевой детектор YOLOX
 - обучение по результатам оценки поз
 - возможна работа в реальном времени
 - Алгоритм трекинга ByteTrack
 - больше информации о целевом объекте во времени
 - принятие решение по треку
- Нейросетевой классификатор
 - Состоит из двух оригинальных компактных CNN
 - классификатор наличия СИЗ
 - классификатор правильности ношения СИЗ
 - Используется простое правило принятия решения по треку





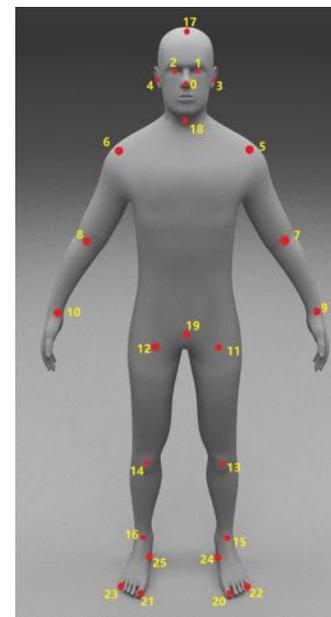


Нейросетевой детектор головы человека

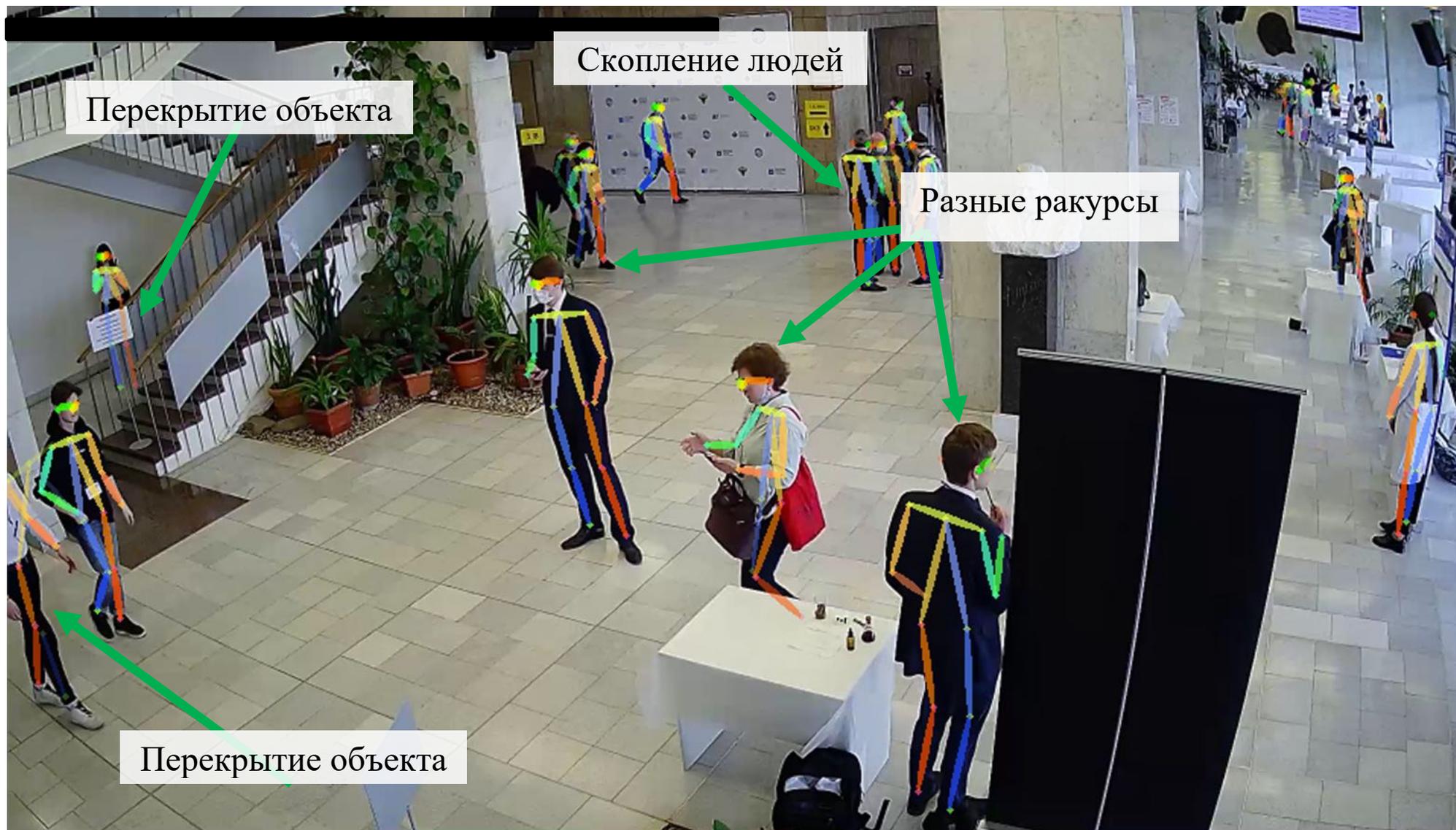
- **Необходимость обучения своего детектора и создания датасета**
 - Малая вариативность и объем данных в открытых источниках
 - Существующие детекторы нацелены либо на детектирование человека полностью, либо на детектирование только лиц
 - Существующие детекторы лиц обучены на лицах без масок
 - Детектирование лиц не позволяет использовать трекер

- **Характеристики датасета**

- Видео данные более чем с 20-ти камер наблюдения на предприятии
- Камеры имеют вариативные углы обзора, расположены в различных условиях освещения, а также имеют различный масштаб съемки
- Несколько дней съемки с 8 до 21 часов
- Различные погодные условия
- AlphaPose для получения координат ГОЛОВЫ



AlphaPose



Пример работы предобученной сети AlphaPose на кадре из видео

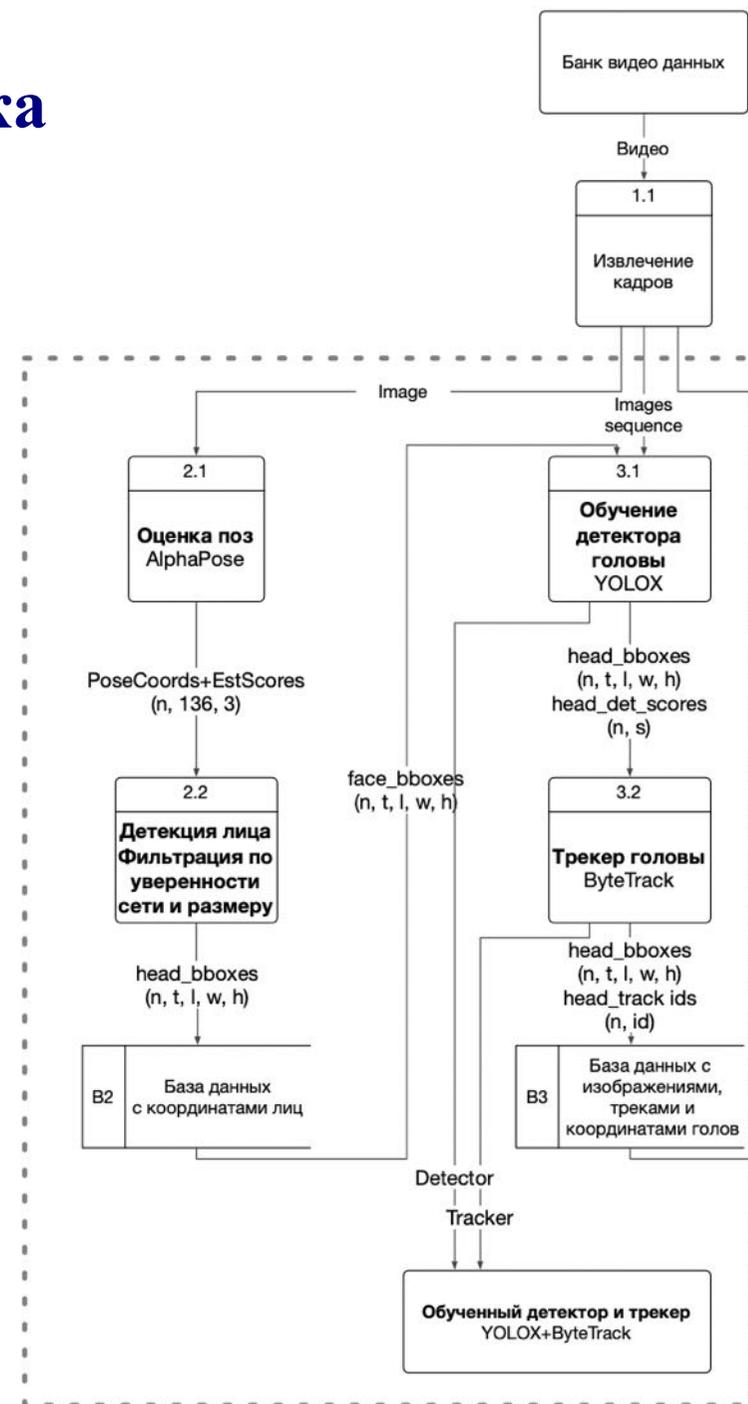
Нейросетевой детектор головы человека

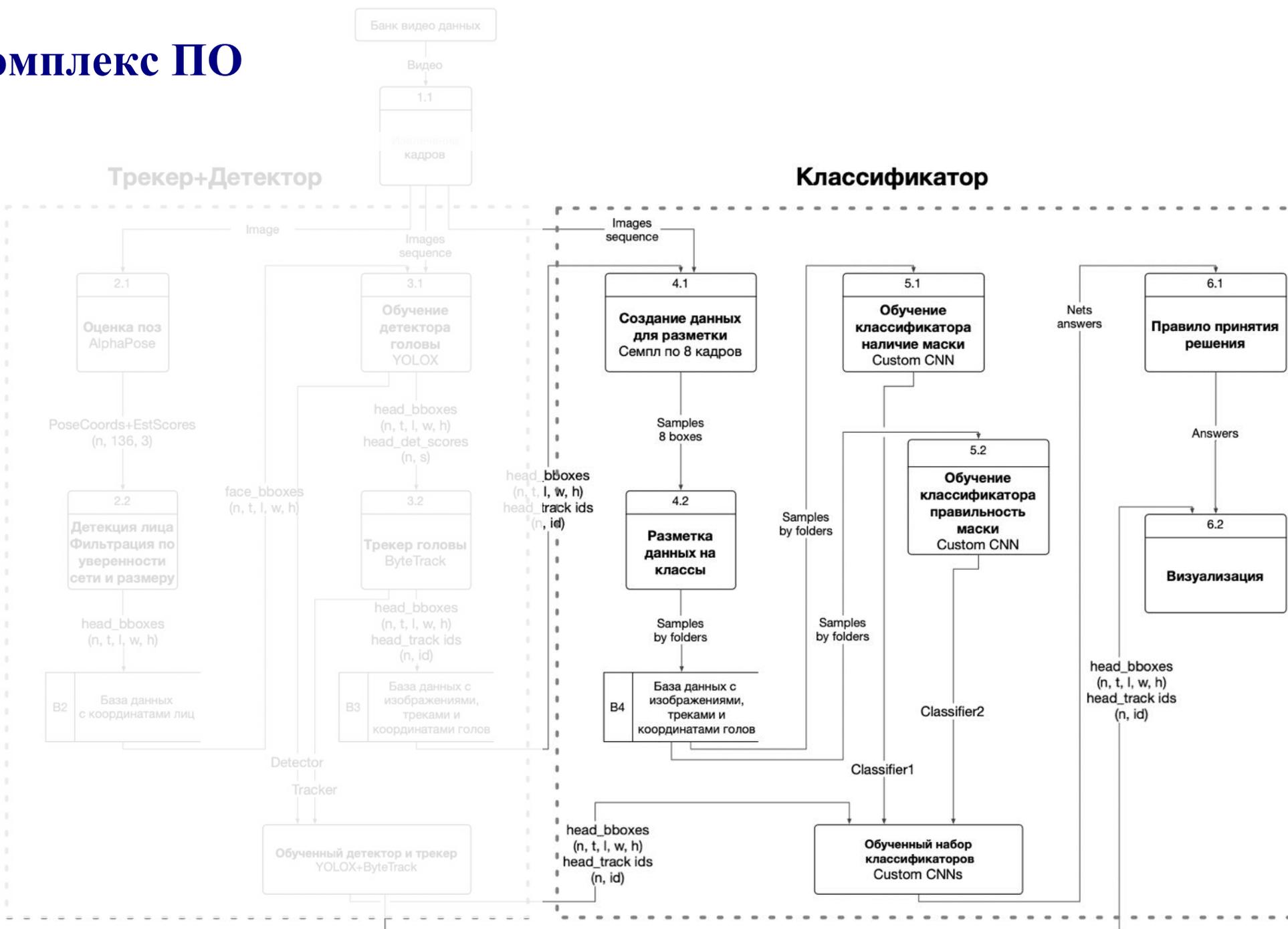
Нейросетевой детектор головы человека

- YOLOX+ByteTrack
- Обучение по AlphaPose
- Эффективнее чем AlphaPose



Пример работы обученной связки YOLOX+ByteTrack на видео из помещения, заполненного людьми

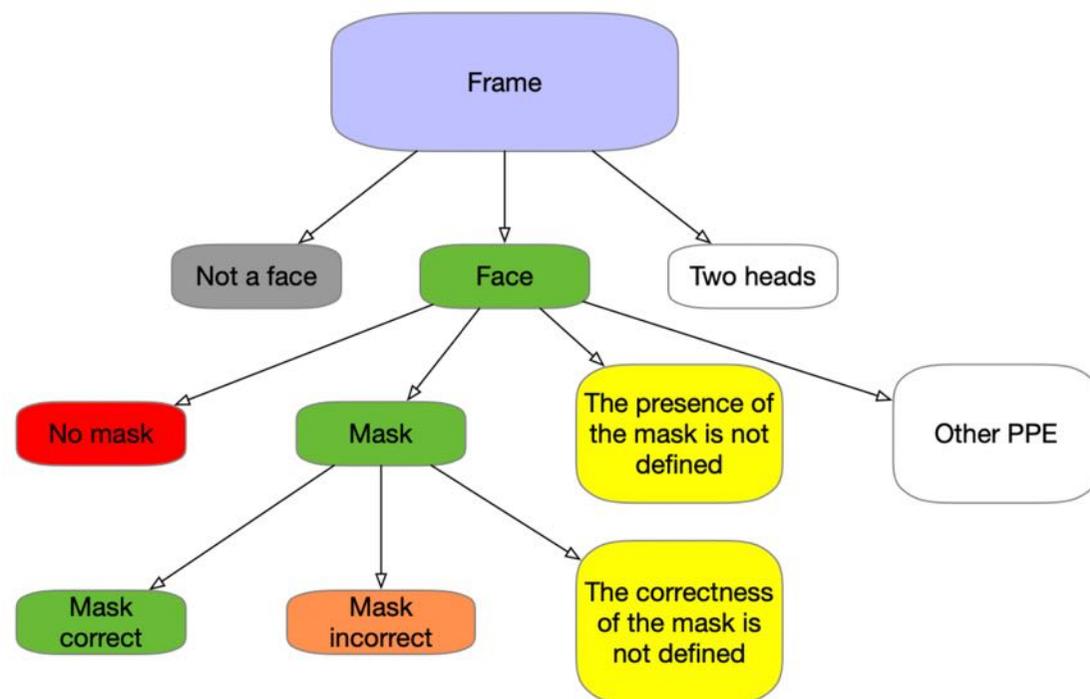




Набор данных для решения задачи классификации

- Датасет

- Семпл = 1 сек. минитрек из 8 кадров
- Создана методика разметки
- Разметка проведена по 8 классам



Сводная таблица по собранным данным

Название класса	Обучающая выборка	Валидационная выборка	Всего
Не лицо	113883	16045	129928
Маски нет	52718	3703	56421
Маска правильно	30460	4227	34687
Маска неправильно	26394	3564	29958
Правильность маски не определена	3446	506	3952
Две головы	3435	237	3672
Наличие маски не определено	2612	278	2890
Другие средства защиты	1150	175	1325
Некорректное	112	4	116
Всего	234239	28739	262978



Примеры сложных случаев

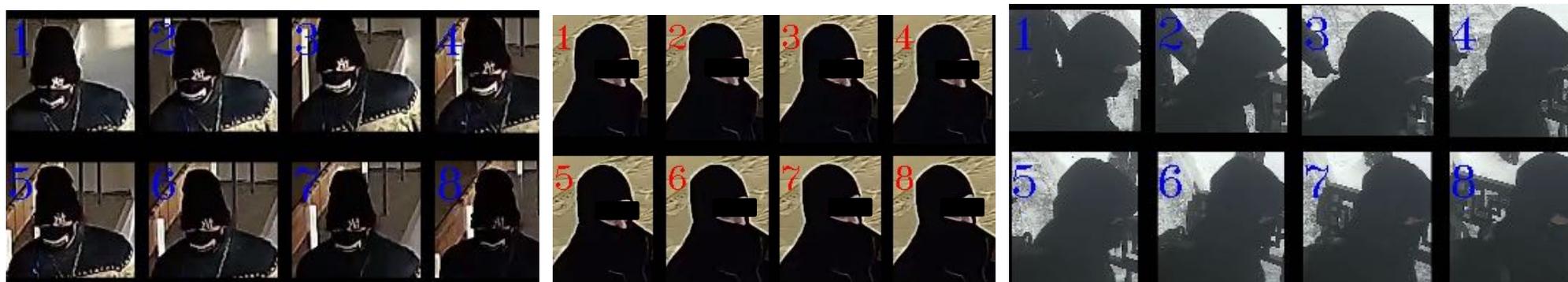
- Маска в процессе снятия/надевания



- Бороды



- Сложные маски/почти полностью скрытые лица



• **Вещи/маски в зубах (у рта)**



• **Маска надета оригинальным способом**



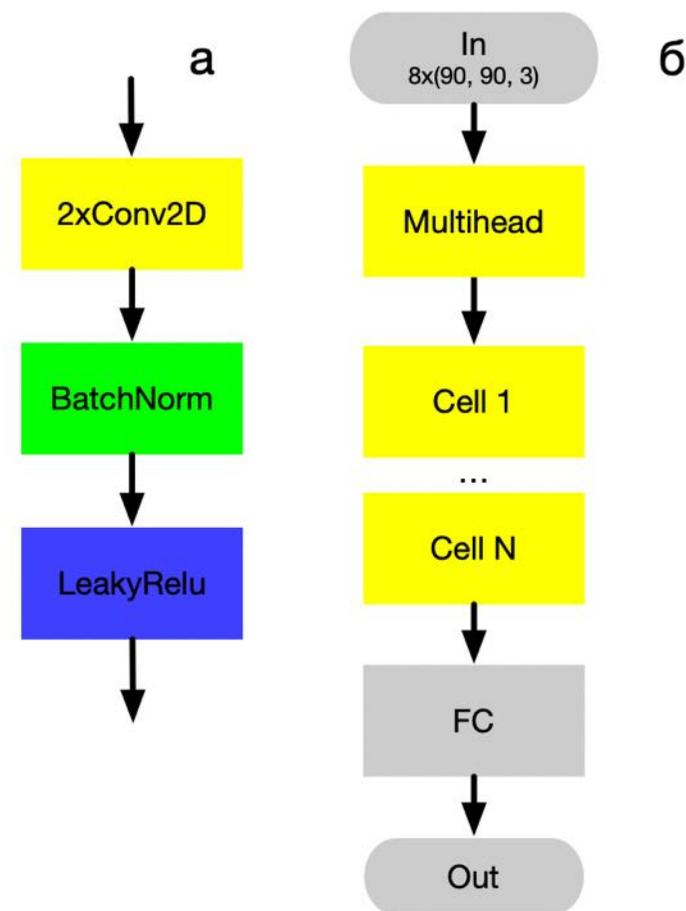
Нейросетевой классификатор

Особенности архитектуры нейронной сети

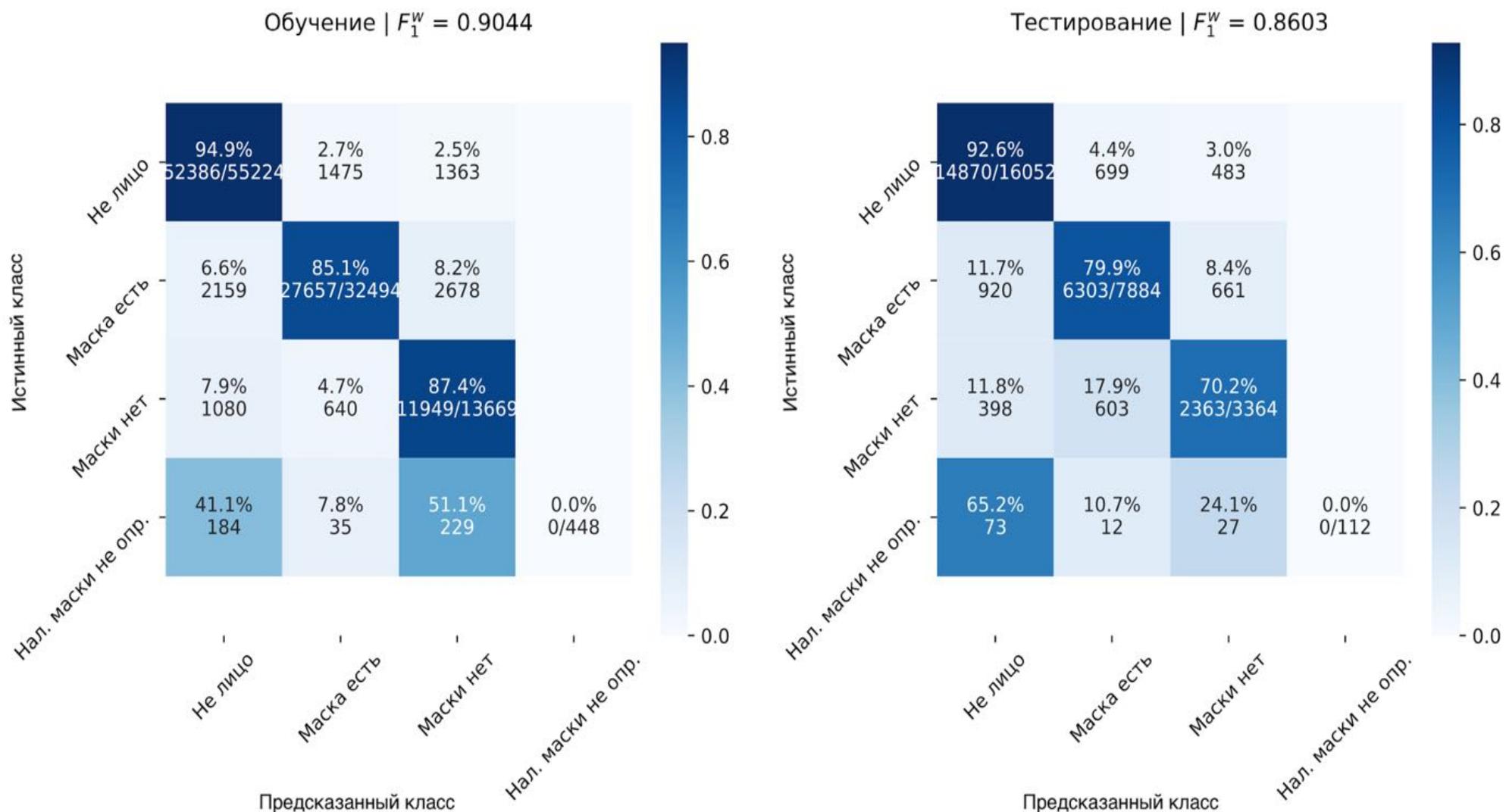
- Мультиголовая подсеть на входе
- Блок 2CNN+BatchNorm+LeakyRelu
- MaxPooling между блоками
- На выходе глобальное сжатие и полносвязный слой
- Малый размер (41 460 весов)

Особенности обучения нейронной сети

- Pytorch
- 200 эпох, минипакет 1500 экземпляров
- Оптимизатор Adam
- Понижения скорости обучения (с 0.001 до 0.00001)
- Loss – взвешенная кроссэнтропия
- Инъекция шума



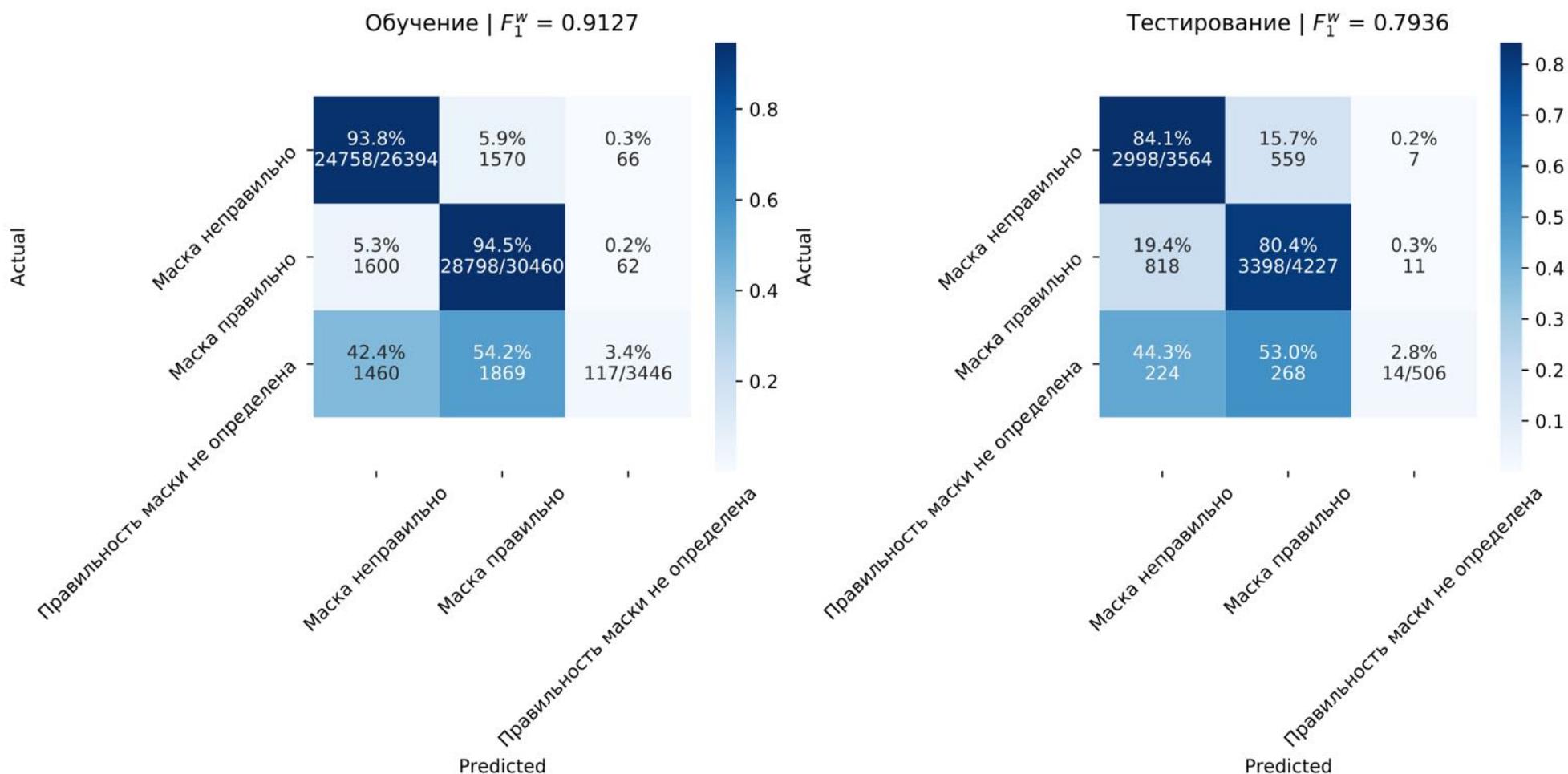
Нейросетевой классификатор



Матрица ошибок нейронного классификатора наличия маски



Нейросетевой классификатор



Матрица ошибок нейронного классификатора правильности ношения маски



Визуализация

- Маска правильно



- Маски нет



- Маска неправильно



- Не лицо

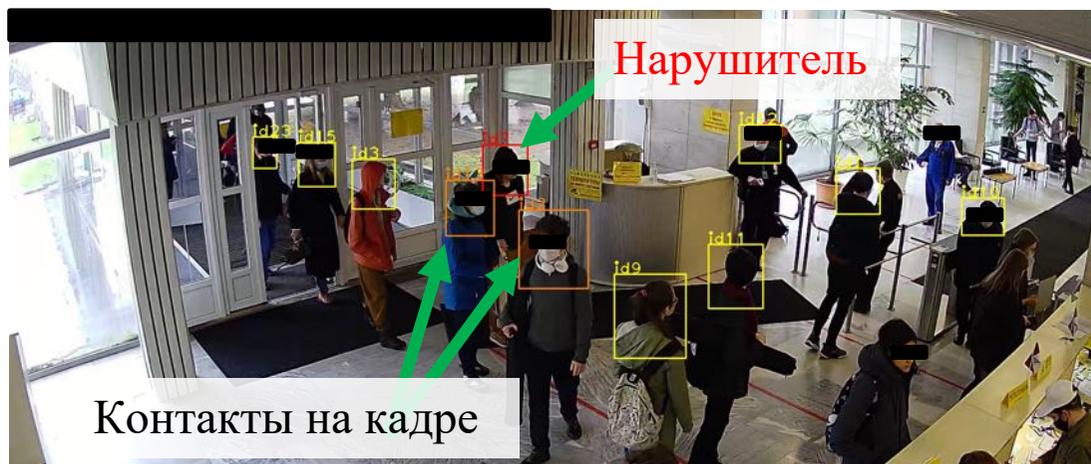


Цвет – ответ по треку; цифра – ответ в текущем моменте

Цвет	Наличие маски	Правильность маски
Зеленый	1 (есть)	1 (правильно)
Красный	2 (нет)	-
Оранжевый	1 (есть)	0 (неправильно)
Серый	0 (не лицо) 3 (не определена правильность)	2 (не определено наличие)

Визуализация контактов

- Реализован функционал отслеживания контактов по треку нарушителя
 - Визуализация кадров с текущими контактами и контактами за время жизни трека (радиус контакта задается).
 - В качестве дополнительного функционала можно добавить отсутствие маски или нарушение правил ношения маски у контактов.



Дальнейшее развитие технологии и системы (при наличии Заказчика)

1. Анализ пилотного решения.
 - a. Анализ ошибок нейронных сетей на данных от заказчика.
 - b. Разведочный анализ данных для обучения детектора и классификатора.
2. Разработка детектора масок.
 - a. Создание материала для разметки, проработка методики разметки.
 - b. Разметка данных силами разметчиков.
 - c. Обучение и тестирование детектора на основе полученной разметки.
 - d. Внедрение детектора в пайплайн системы.
 - e. Анализ преимуществ и недостатков полученного решения.
3. Улучшение качества работы нейросетевого детектора лиц.
 - a. Автоматическая разметка данных с помощью нейросети и создание датасета.
 - b. Обучение и тестирование детектора на основе старой и новой разметки.
4. Классификатор наличия и правильности ношения масок.
 - a. Подготовка материала для разметки.
 - b. Разметка данных силами разметчиков.
 - c. Обучение нейросетевого классификатора.
 - d. Разработка оригинального правила принятия решения по треку.
5. Анализ полученного решения и завершающие работы.



Результаты

- Предложен комплексный подход к решению задачи распознавания СИЗ на примере медицинских масок.
- Вычислительный конвейер состоит из связки нейросетевого детектора YOLOX, трекера ByteTrack и нейросетевых классификаторов, основанного на легковесной CNN.
- Предобученная нейронная сеть для оценки поз AlphaPose используется для создания датасета для обучения детектора YOLOX детектированию головы человека.
- Создан и размечен датасет с более чем 129 000 минитреками, который разбит на 8 классов для решения задачи определения наличия и правильности ношения маски на лице человека.
- Обучен нейросетевой классификатор наличия маски на 4 класса с качеством $F_1 = 0.86$.
- Обучен нейросетевой классификатор правильности ношения маски на 3 класса с качеством $F_1 = 0.79$.
- Реализована визуализация результатов работы детектора, трекера и двух классификаторов.
- Реализован функционал отслеживания контактов по треку нарушителя.
- Сформирован пакет предложений по улучшению пилотного решения.



Спасибо за внимание!

Милосердов Олег

