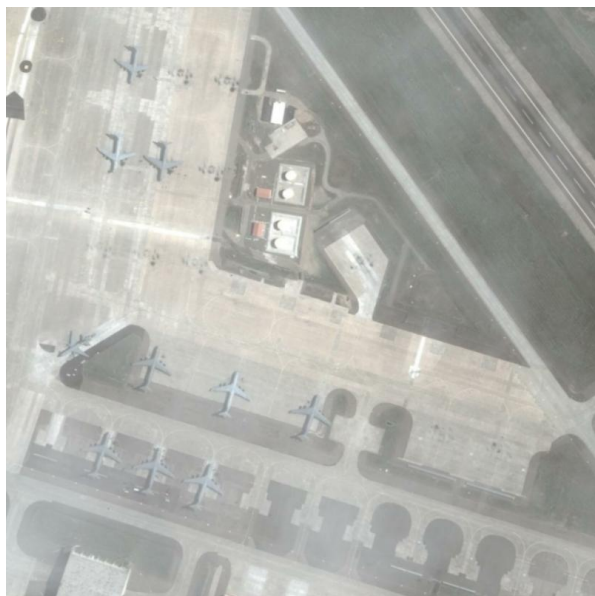


# Метод распознавания летательных аппаратов с аэрофотоснимков с использованием нейронных сетей

Студент: Мицевич Максим Дмитриевич  
Научный руководитель: Тассов Кирилл Леонидович

# Актуальность

- Распознавание самолетов с аэрофотоснимков позволяет в автоматическом режиме получить информацию о том, какие самолеты и в каком количестве находятся на аэродроме



# Цель работы

Разработка метода распознавания летательных аппаратов с аэрофотоснимков

## Задачи

- Провести анализ и сравнение существующих методов распознавания летательных объектов с аэрофотоснимков
- Разработать метод распознавания летательных аппаратов с использованием нейронных сетей
- Разработать программное обеспечение, реализующее метод распознавания летательных аппаратов
- Исследовать характеристики разработанного метода и влияние на них различных подходов к обучению

# Постановка задачи

## Ограничения:

- Изображение сделано в дневное время суток
- Размер изображения 800 на 800 пикселей
- Размер рамок самолетов больше чем 70 на 70 пикселей
- Изображение сделано под углом 90 градусов к поверхности Земли
- Формат PNG или JPEG



## Анализ существующих решений

	Pix4Dmapper	ImageJ
Классификация моделей самолетов	-	-
Распознавание самолетов	+	+
Распознавание иных объектов	+	+
Возможность загрузить свою базу самолетов	-	-

# Анализ существующих подходов

Подход	Устойчивость к шуму	Инвариантность к сдвигу, повороту, масштабированию
Детерминированный	-	+, но нужен эталон
Дерево решений	-	-
Искусственные нейронные сети	+	+

# Метод распознавания самолетов с аэрофотоснимков



# Нейронные сети, используемые для задач детектирования и классификации

	Перцептроны	Сверточные сети	Капсульные сети
Число обучаемых параметров	больше всего	меньше всего	среднее
Необходимость предобработки	есть	нет	нет
Устойчивость к шумам	устойчив	устойчивы	не устойчивы



## Сравнение сверточных сетей

	GoogLeNet	AlexNet	SimpleNet	Yolo
Классификация	+	+	+	+
Детектирование	-	-	-	+
Число обучаемых параметров, млн	6,8	64	5.5	35

# Yolo v3

Используется для детектирования объектов на изображении

$$x = \sigma(t_x) + c_x \quad y = \sigma(t_y) + c_y$$

$$w = a_w e^{t_w} \quad h = a_h e^{t_h}$$

$$p = \sigma(t_p)$$

$x, y$  – координаты центра рамки

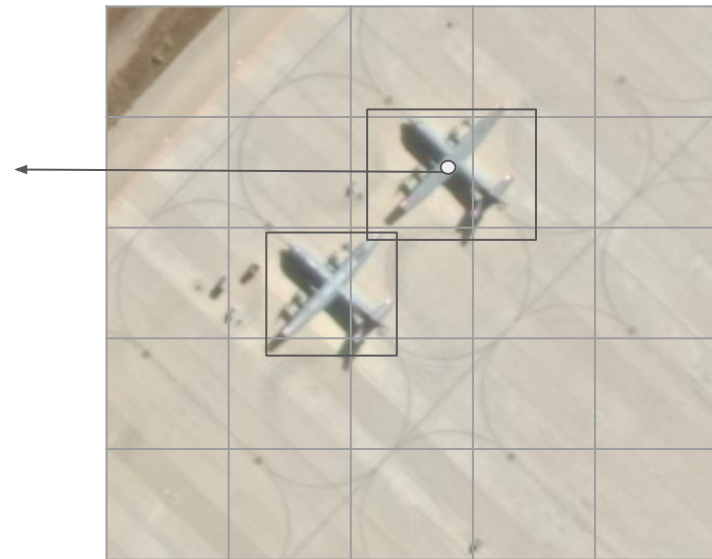
$w, h$  – ширина и высота рамки

$p$  – вероятность нахождения объекта в рамке

$a$  – размеры якоря

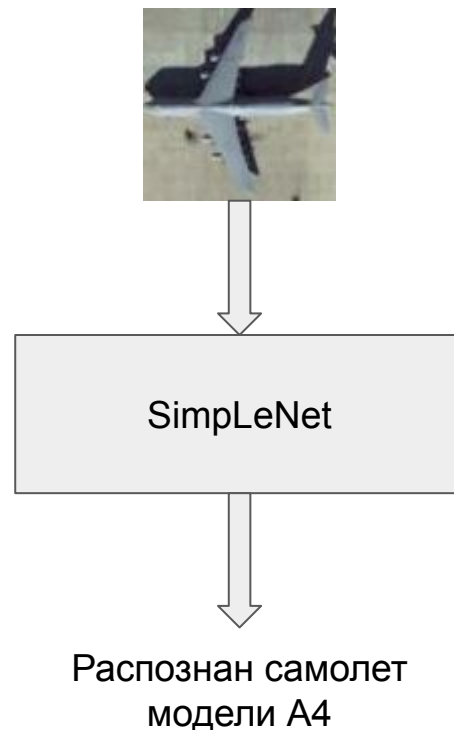
$t$  – выходы из нейронной сети

$$\begin{bmatrix} p \\ x \\ y \\ w \\ h \end{bmatrix}$$



# SimpLeNet

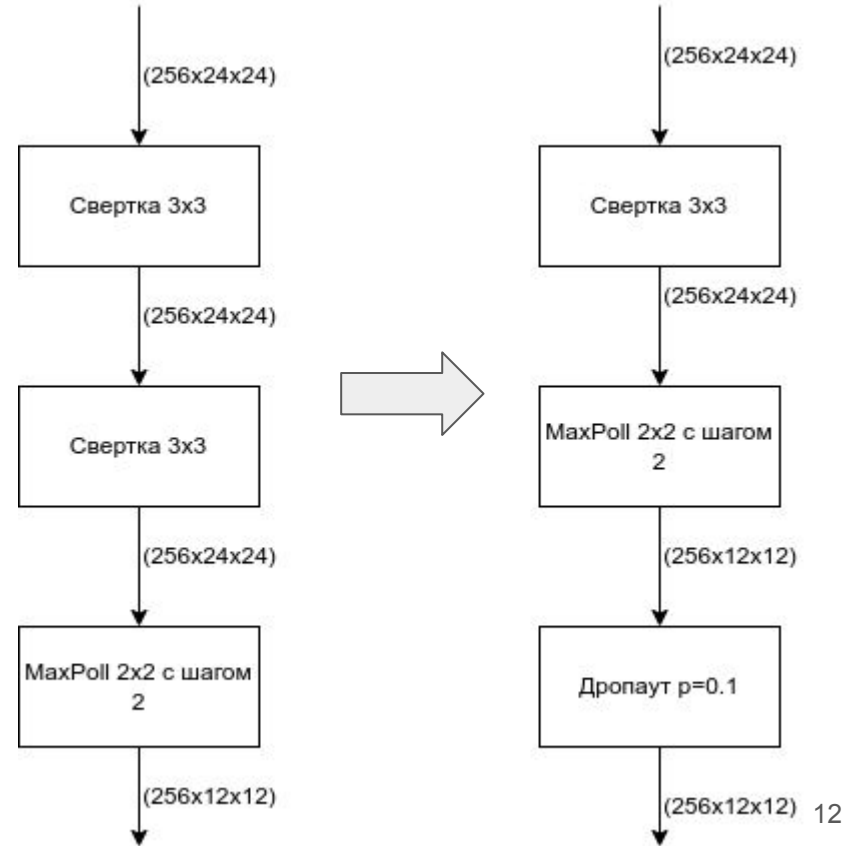
- 13 сверточных слоев с ядром размера 3 на 3 пикселя
- функция активации: ReLU
- пакетная нормализация
- 5 слоев max pooling с ядром 2 на 2 пикселя



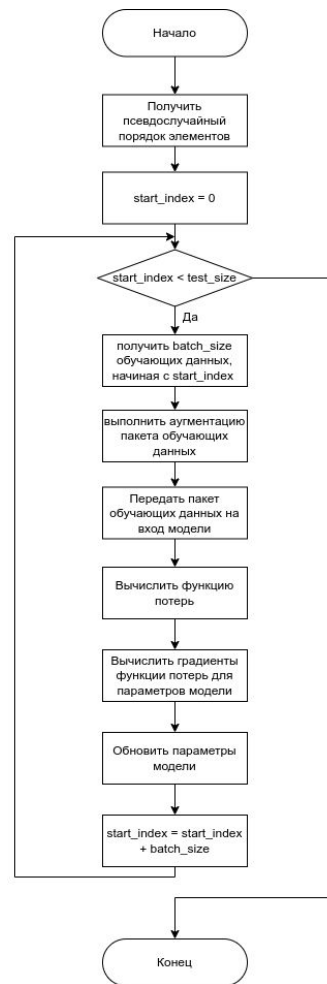
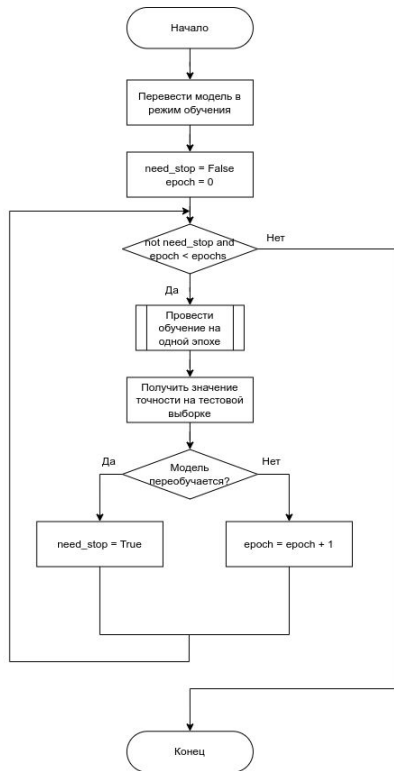
# Модификация сети

До модификации число обучаемых  
параметров: 5500948

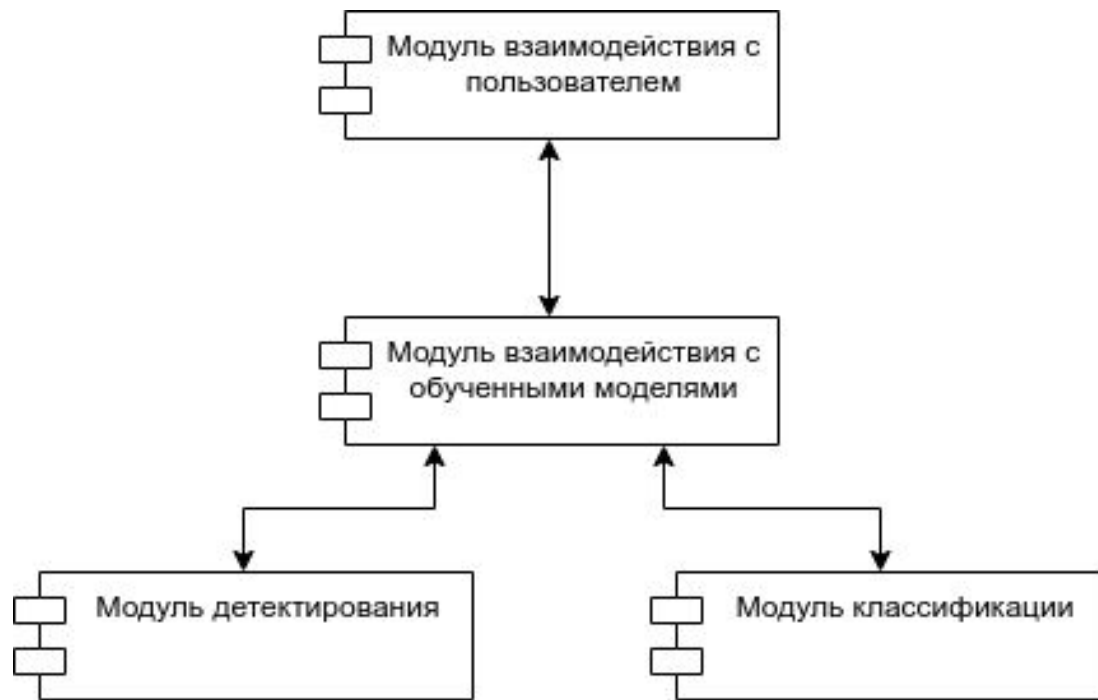
После модификации число обучаемых  
параметров: 4910356



# Алгоритм обучения



# Структура программного обеспечения



# Обучающая выборка

- 3842 аэрофотоснимка аэропортов
- 22341 самолет
- 20 различных моделей
- 80% обучающих данных 20% тестовых

	<b>Yolo v3</b>	<b>SimpLeNet</b>
<b>Размер пакета</b>	8	100
<b>Алгоритм минимизации функции потерь</b>	Adam	Adam

# Сравнение способов обучения

**Градиентный спуск:**

$$w_t = w_{t-1} - \eta g$$

$w$  – обучаемый параметр

$\eta$  – скорость обучения

$g$  – градиент функции потерь при текущем значении параметров

**RMSProps:**

$$w_t = w_{t-1} - \frac{\eta}{\sqrt{E_t}} g$$

$E$  – экспоненциальное скользящее среднее квадрата градиента

**Adam:**

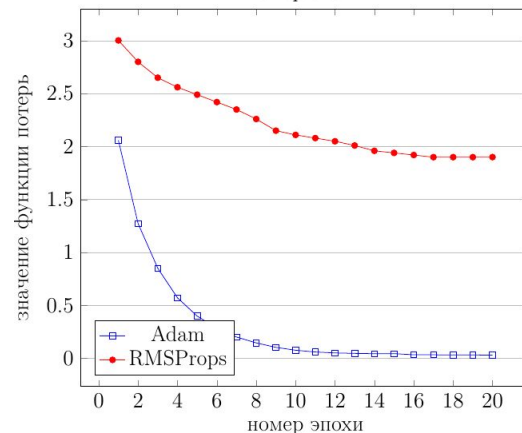
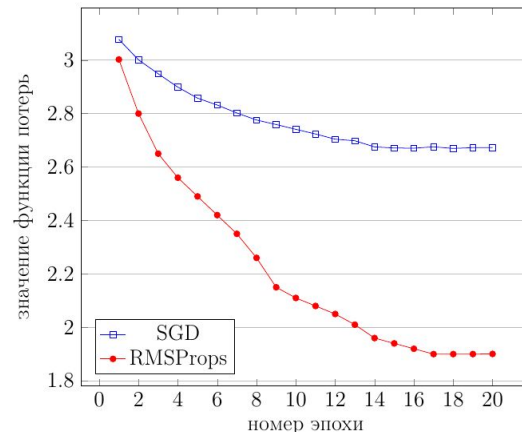
$$w_t = w_{t-1} - \eta \frac{\hat{m}_t}{\sqrt{\hat{v}_t + \epsilon}}$$

$m$  и  $v$  – первый и второй моменты градиента соответственно

**Целевая функция:**

$$F = - \sum_{i=1}^N t_i \log p_i$$

$t$  и  $p$  – ожидаемое и полученное значение нейрона выходного слоя

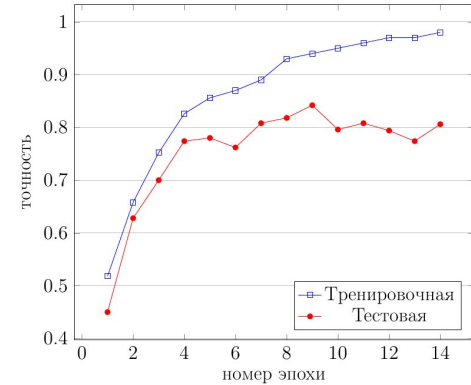




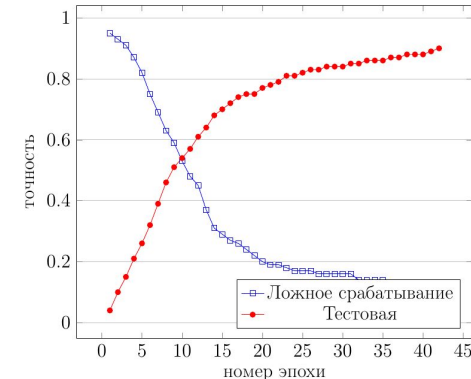
# Полученные результаты

	Yolo v3	SimpLeNet
<b>Точность на тестовой</b>	90%	85%
<b>Вероятность ложного срабатывания</b>	0.1	-
<b>Точность на тренировочной</b>	95%	99%
<b>Число эпох</b>	42	15
<b>Время обучения</b>	4 часа 27 минут	1 час 16 минут

## Классификация



## Детектирование



# Заключение

- Проведен анализ и сравнение существующих методов распознавания летательных объектов с аэрофотоснимков
- Спроектирован метод распознавания летательных аппаратов
- Разработан спроектированный метод
- Разработан программный комплекс, реализующий интерфейс для взаимодействия с разработанным методом
- Исследованы характеристики разработанного метода и влияние на них различных подходов к обучению

Цель работы достигнута, поставленные задачи выполнены

## Дальнейшее развитие

- Использование ансамблевых методов для повышения точности моделей
- Разработка метода при различных разрешениях и условиях освещенности