



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»

Выпускная квалификационная работа бакалавра

# Метод распознавания надводных объектов с аэрофотоснимков с использованием нейронных сетей

Студент: Миронов Григорий, ИУ7-83Б  
Научный руководитель: Тассов Кирилл Леонидович

Москва, 2023 г.

# Актуальность метода

- Осуществление автоматизированного плавания
- Отслеживание активности судов и кораблей
- Предотвращение столкновений судов и кораблей
- Предотвращение прочих критических ситуаций

# Цель и задачи

**Цель** — разработка метода распознавания надводных объектов с аэрофотоснимков с использованием нейронных сетей.

**Задачи:**

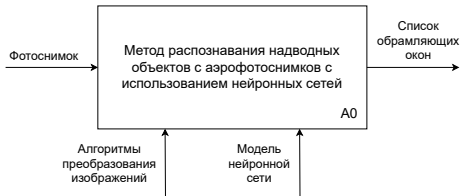
- Проанализировать нейросетевые методы распознавания объектов
- Разработать соответствующий метод распознавания
- Разработать программное обеспечение, реализующее метод распознавания надводных объектов
- Оценить результаты работы метода в зависимости от различных параметров системы

# Существующие методы

Метод	Данные		Открытость метода
	Формат	Источник	
PHOTOMOD Radar	SAR	Спутник	—
YOLOv2 (Lee S.-J.)	Фото	Спутник	+
SBD & VBD (Marzuki M.)	SAR (SAFE)	Спутник	+
SSD (Nie, G.-H.)	Фото	Спутник	+

# Постановка задачи

- Входное изображение является фотоснимком в формате PNG или JPG
- Разрешение входного изображения не менее  $640 \times 640$  пикселей
- Фотоснимок сделан в дневное время суток
- Надводные объекты имеют размер не менее  $50 \times 50$  пикселей





# Сравнение нейронных сетей используемых для распознавания

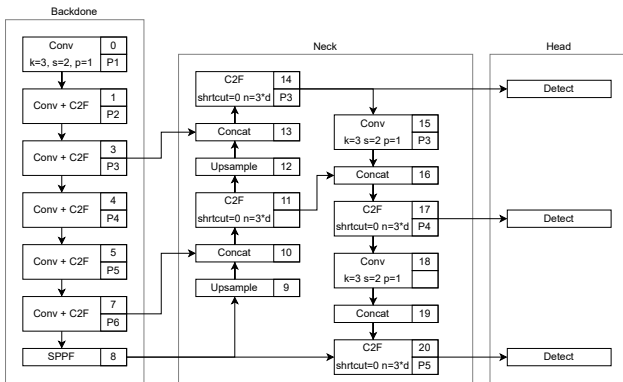
Тип нейронной сети	Устойчивость к		
	искажениям	смещениям	шумам
<b>Сверточная</b>	+	+	+
Капсульная	+	+	—

# Методы распознавания объектов

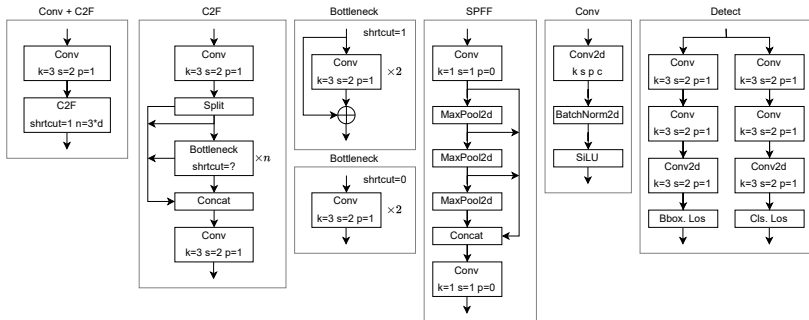
CNN	$mAP_{IoU}$		Параметры, млн. шт.	FLOPs, млрд.	Кадр/сек.
	0.5	0.5 : 0.95			
Faster R-CNN	62.5	—	53	888	< 20
SSD512	28.8	48.5	24.7	$180 * 10^3$	—
YOLOv5n	45.7	28.0	1.9	4.5	934
YOLOv5x	50.7	68.9	86.7	205.7	252
<b>YOLOv8n</b>	<b>37.3</b>	<b>50.4</b>	<b>3.2</b>	<b>8.7</b>	<b>1163</b>
YOLOv8x	53.9	—	68.2	257.8	236



# YOLOv8n (1/2)



# YOLOv8n. Детали реализации (2/2)

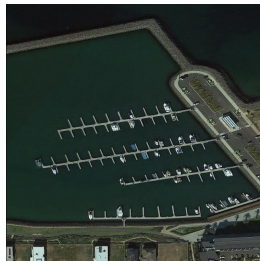


# Выбор данных для обучения моделей

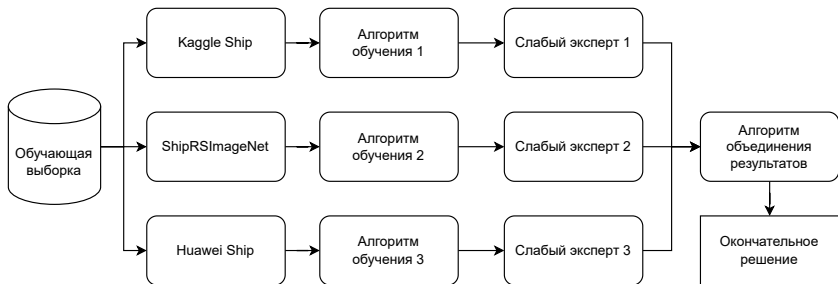
Информация о выбранных наборах данных:

- 10631 снимок
- 27632 размеченных объекта
- Снимки надводных объектов с разных ракурсов как в портовой зоне, так и на открытой воде

Набор данных разбивается на обучающую, тестовую и валидационную выборки в соотношении 85 : 10 : 5

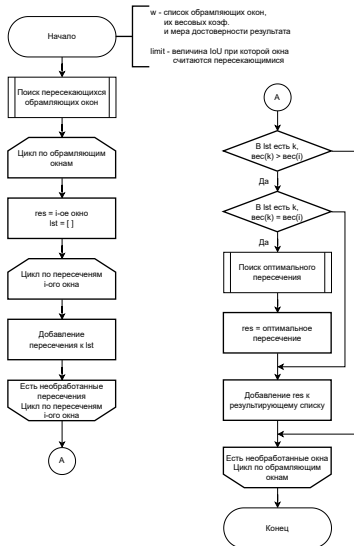


# Ансамбль нейронных сетей. Бэггинг



# Объединение обрамляющих окон

- Окно без пересечений
- Наиболее «тяжелое» окно
- Пересечение подмножества пересекающихся окон с минимальным расстоянием до геометрического центра



# Полученные результаты

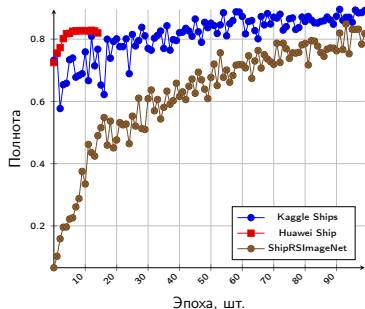
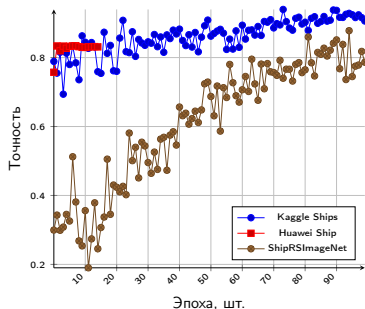
$$\text{Точность} = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$\text{Полнота} = \frac{TP}{TP+FN}$$

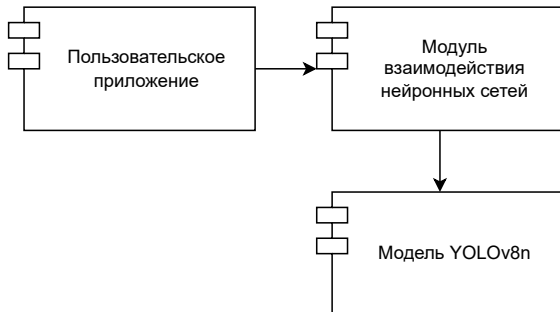
$TP$  — число истинно положительных распознаваний;

$FP$  — число ложноположительных распознаваний;

$FN$  — число ложно-отрицательных распознаваний;



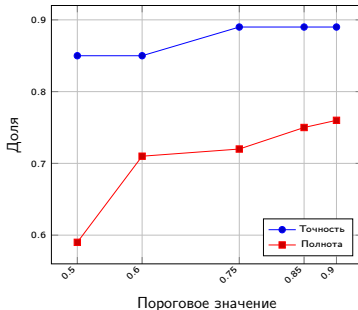
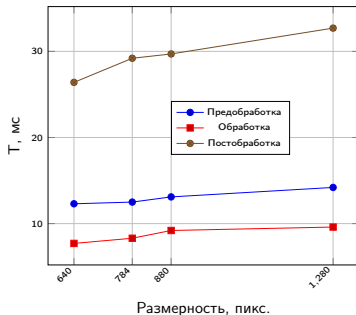
# Структура программного обеспечения



# Исследование

## Технические характеристики:

- ЦП: Intel Core™ i7-4790
- ГП:  
NVIDIA GeForce RTX 2060 6144M6
- ОЗУ: 16 Гб
- Операционная система:  
Ubuntu 22.04 via WSL 2





# Заключение

Был разработан метод распознавания надводных объектов с аэрофотоснимков с использованием нейронных сетей.

В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи:

- Проанализированы нейросетевые методы распознавания объектов
- Разработан соответствующий метод распознавания
- Разработано программное обеспечение, реализующее метод распознавания надводных объектов
- Проведена оценка результатов работы метода в зависимости от различных параметров системы

# Дальнейшее развитие

- Распознавание надводных объектов с фотоснимков в различных погодных условиях
- Классификация распознанных надводных объектов
- Исследование применимости метода для распознавания надводных объектов в видеопотоке