



**ВСЕЛЕННАЯ  
БЕЛОГО МЕДВЕДЯ**  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# Технологии искусственного интеллекта в мониторинге вод Арктики

Докладчик: Матвеева Вера Анатольевна  
Организация: Директор НЦ «Экосистема»



ПРАВИТЕЛЬСТВО  
ЧУКОТСКОГО АВТНОМНОГО  
ОКРУГА



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ  
РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



## Цель работы

Разработать **автоматизированную методику** обнаружения пластика на поверхности воды с использованием данных дистанционного зондирования и машинного обучения

## Актуальность исследования

**2021**

Пластмассы в океане встречаются в огромных количествах

**1950**

В океане практически не было пластика

**2050**

Пластика в океане станет больше, чем рыбы



# Научный обзор

Проанализированно

>100

источников

- В России подобные исследования не проводились
- В России нет базы данных о местах загрязнения пластиком
- Нет единой методики
- Нет системы мониторинга пластикового загрязнения

Основные источники и причины поступления пластика в океан:

- ✓ Сточные воды
- ✓ Свалки
- ✓ Неправильное обращение с отходами
- ✓ Судоходство

Danilov, A.; Serdiukova, E. Review of Methods for Automatic Plastic Detection in Water Areas Using Satellite Images and Machine Learning. *Sensors* **2024**, *24*, 5089. <https://doi.org/10.3390/s24165089>



# Разработка методики

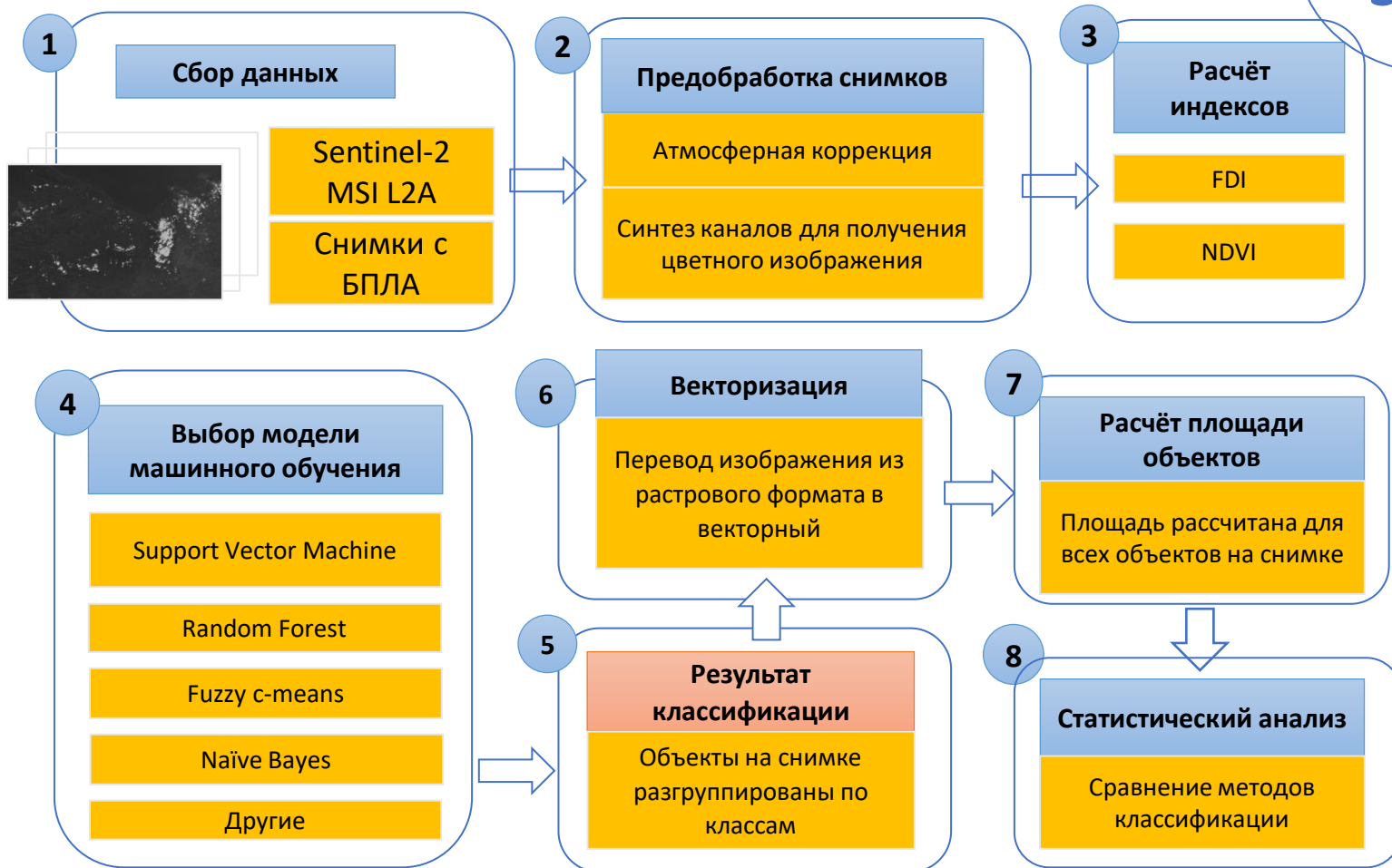


Схема методики

**2 этап**

Параметры методики

Спутник	Sentinel
Уровень обработки данных	2A
Пространственное разрешение снимков	10 м/пикс
Минимальное покрытие пикселя морским мусором	20 %
Программное обеспечение для работы	QGIS, ArcGIS, ERDAS IMAGINE, ILWIS, MultiSpec, PHOTOMOD
Метод атмосферной коррекции	DSF
Алгоритмы машинного обучения	K-Means, Support Vector Machine, Random Forest, Maximum Likelihood, Gaussian mixture model
Каналы снимков	RED, GREEN, BLUE, NIR, RedEdge 2, SWIR-1,
Индексы	FDI, NDVI



# Первичная апробация методики на экспериментальной базе данных

3  
этап

Сбор данных

1

2

Загрузка снимков

3

Индексная обработка

4

Машинное обучение

Спутниковые снимки

Plastic Litter Project 2019

Митилини, Греция



Снимки с БПЛА

1

Сбор данных

2

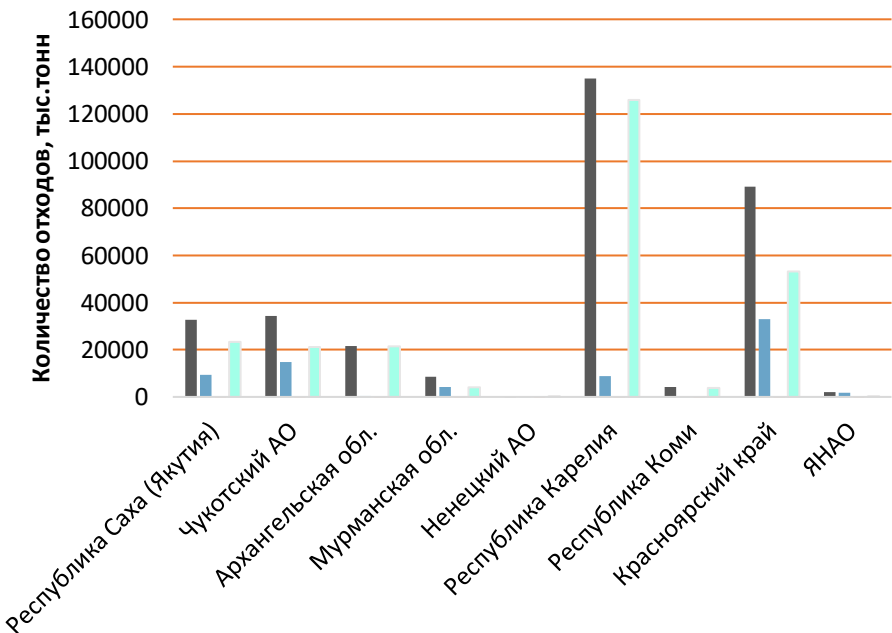
Машинное обучение

3

Выбор тематических полей



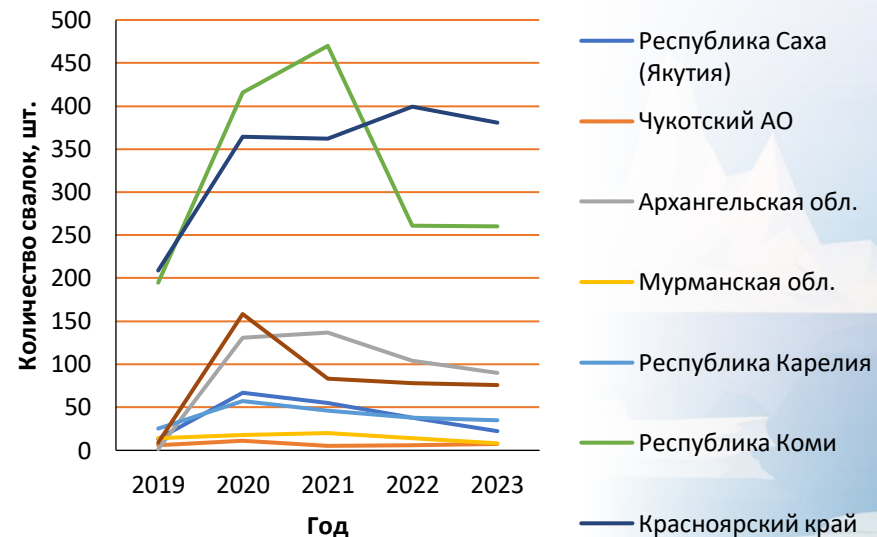
# Выбор региона исследования в России



95% исследуемых проб воды Баренцева моря содержат пластик



от 38 до 234 частиц на м<sup>3</sup> - содержание пластика в арктическом льду



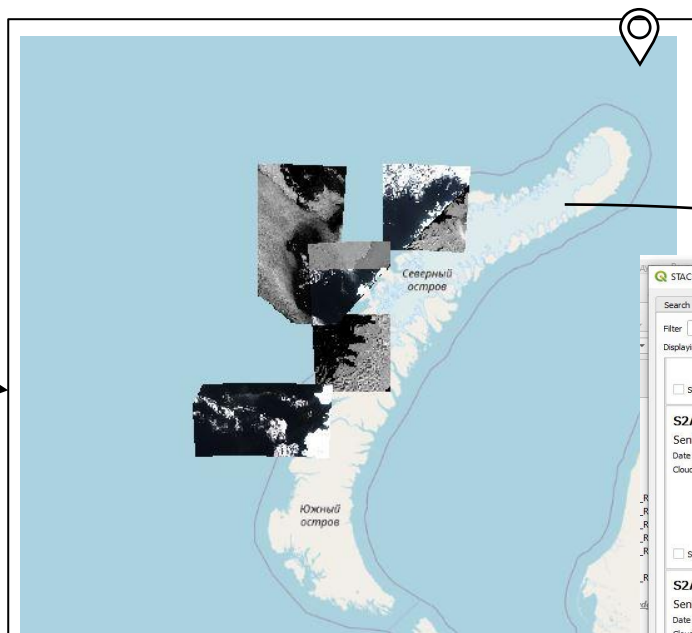
**5**  
**этап**

# **Апробация методики в Арктической зоне Российской Федерации**

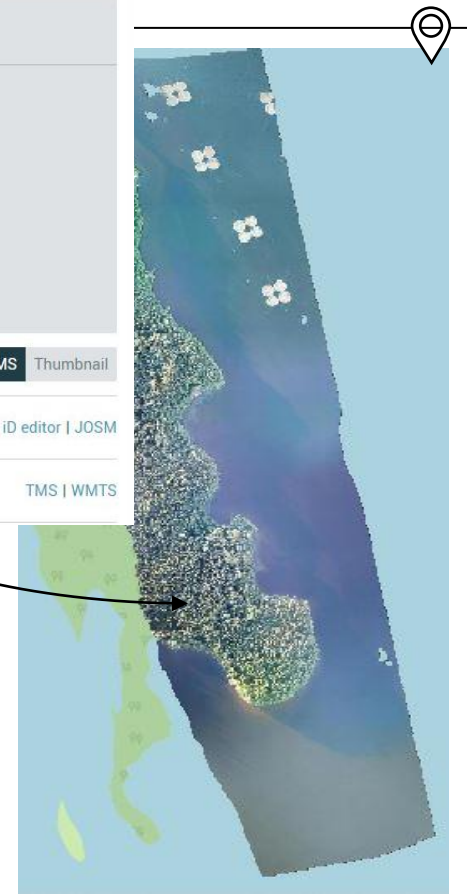
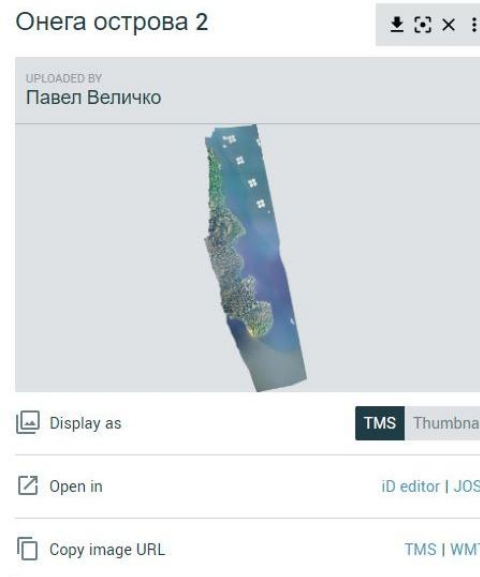
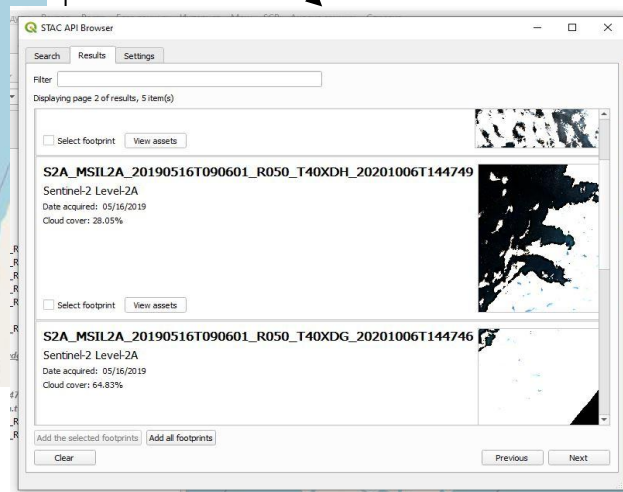


# Сбор данных

## 01 Спутниковые снимки



*о. Новая Земля, Архангельская область*



*Онежские острова, респ. Карелия*



## Снимки с БПЛА 02



# Расчёт индексов

## Floating Debris Index

$$FDI = R_{NIR} - R'_{NIR}$$

$$R'_{NIR} = R_{RE2} + (R_{SWIR1} - R_{RE2}) * \frac{\lambda_{NIR} - \lambda_{RED}}{\lambda_{SWIR1} - \lambda_{RED}} * 10$$

FDI

$$= B8 - (B6 + (B11 - B6) * ((833 - 665) / (1610.4 - 665))) * 10$$

Формула для расчёта

Формула для Sentinel-2

## NDVI

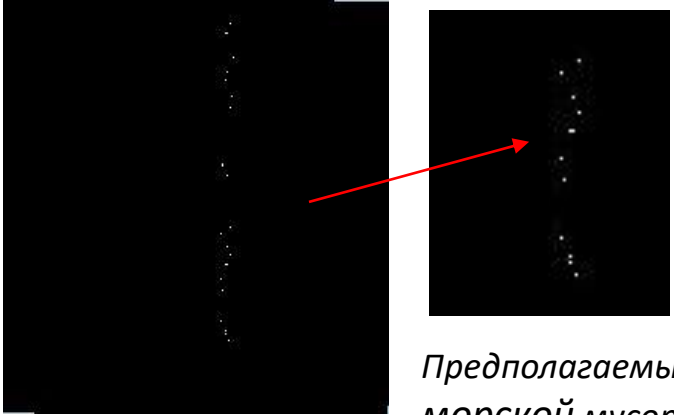
$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

$$NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$$

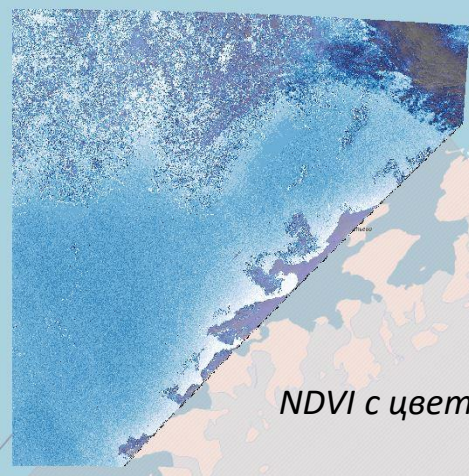
Результат



Индекс FDI



Предполагаемый морской мусор

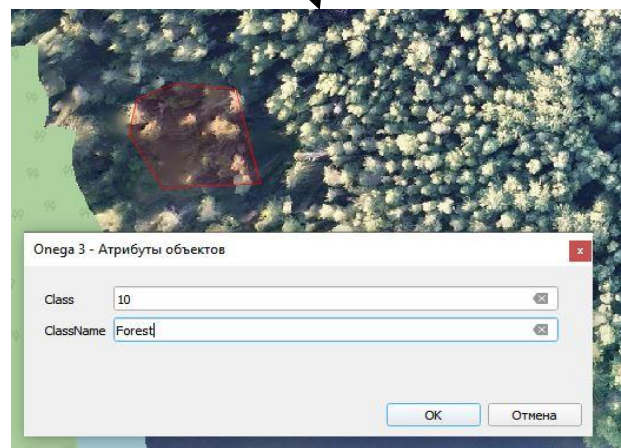
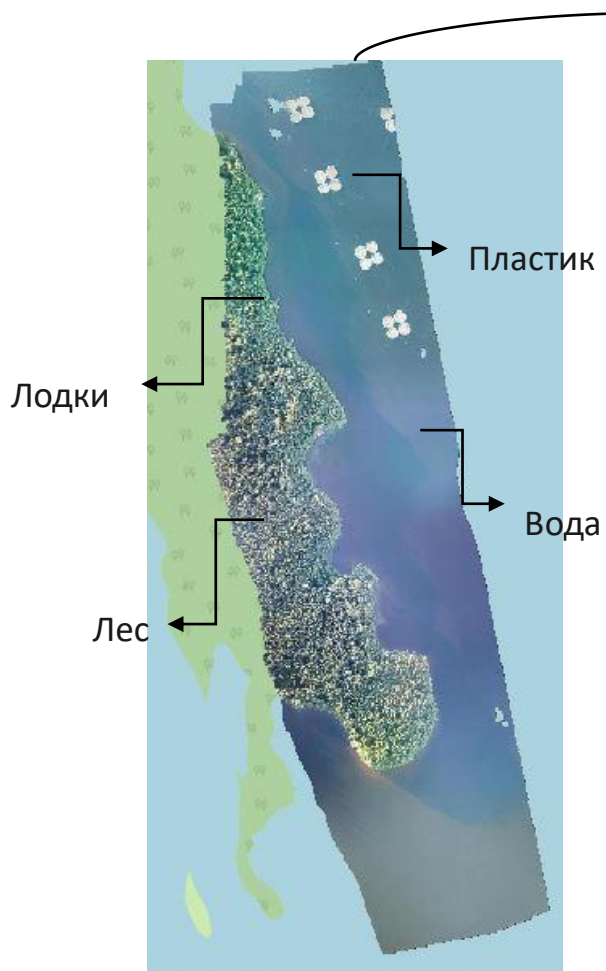


NDVI с цветовой палитрой



# Классификация снимков

Этап  
5.3



Создание обучающей выборки

Выбор модели  
машинного обучения

K-Means, Support Vector Machine, Random Forest, Maximum Likelihood, Gaussian mixture model



Результат  
классификации



## Этап 5.4

# Векторизация и расчёт площади



Фрагмент векторизации

Площадь объектов спутникового снимка

Наименование класса объекта	Площадь
Ледовый покров	1575 км <sup>2</sup>
Вода	7398 км <sup>2</sup>
Предполагаемый морской мусор	355 м <sup>2</sup>

Площадь объектов снимка БПЛА

Наименование класса объекта	Площадь, м <sup>2</sup>
Лес	173127, 127
Вода	231564, 248
Пластик	8170, 146
Малые архитектурные формы и лодки	71, 4



Этап  
6



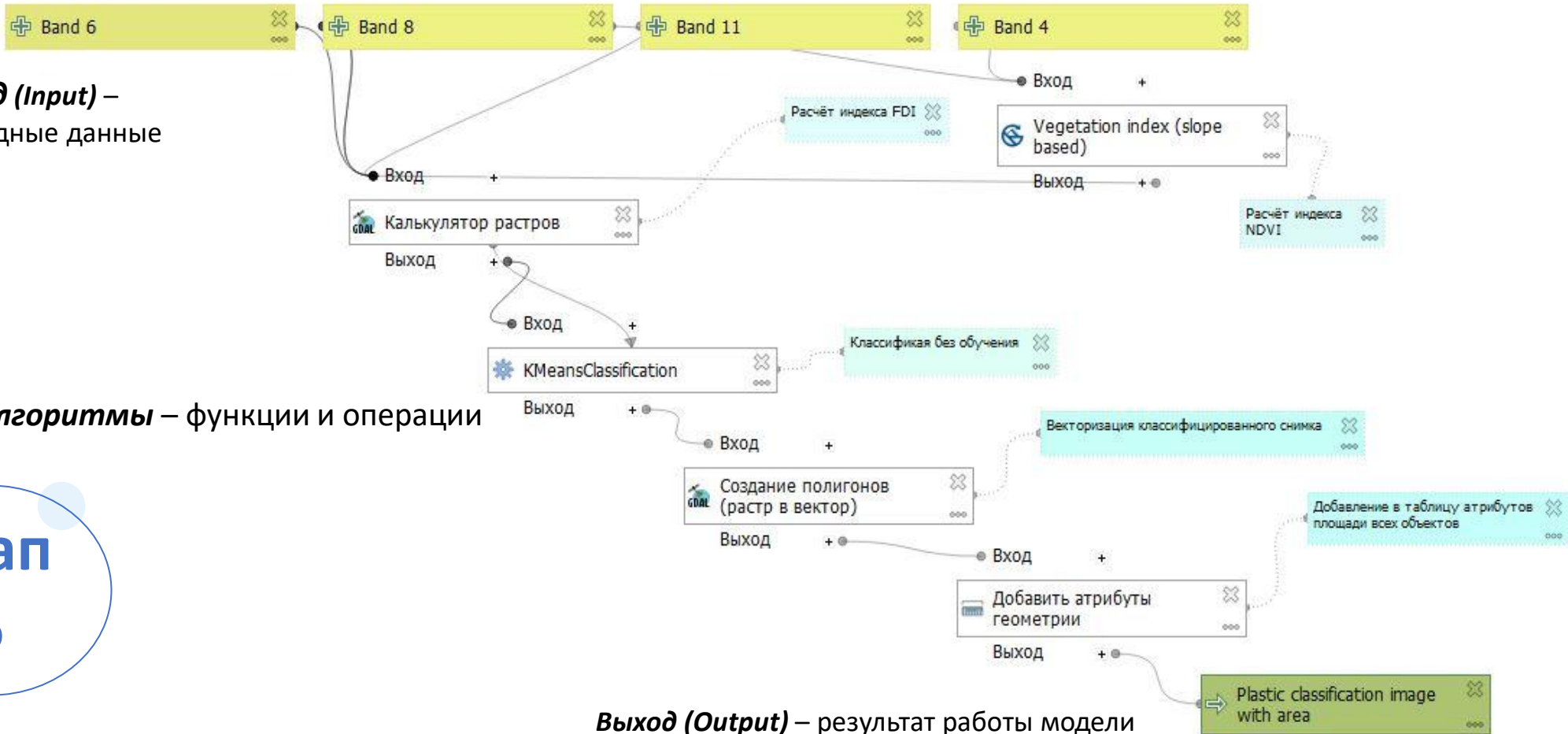
# Автоматизация работы в ПО QGIS



# Задача: автоматизировать шаги методики в ПО QGIS

Решение: создание геомодели

**Вход (Input)** – исходные данные



Этап  
6

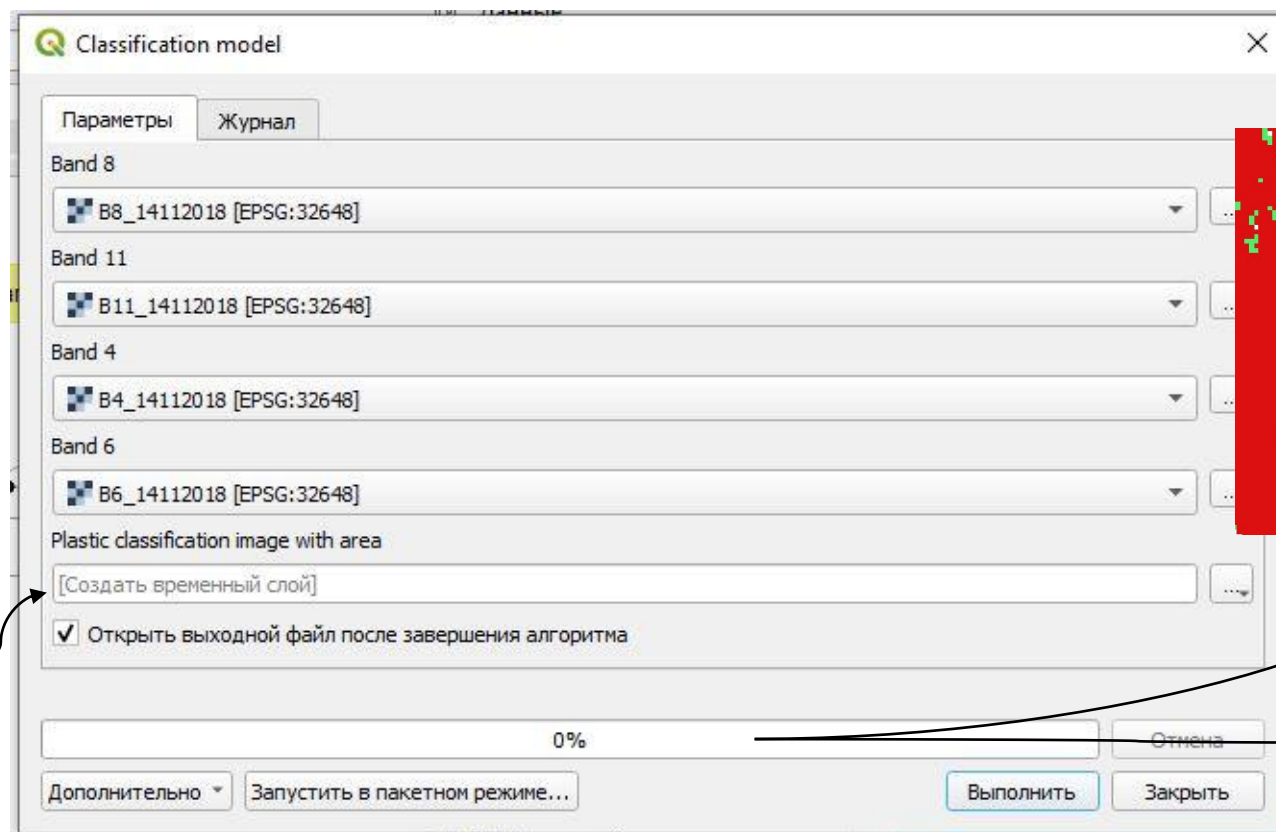


# Результат работы модели

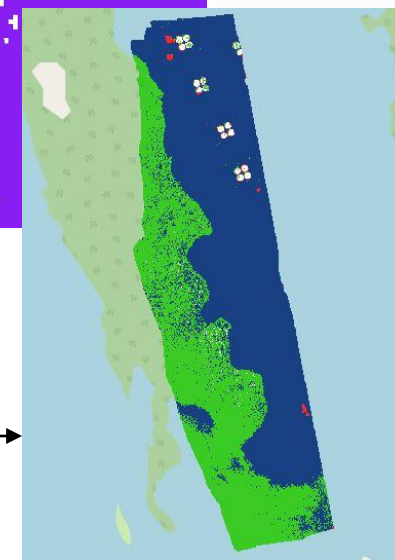
Выбор каналов для  
расчета индексов

Место сохранения  
полученного  
растра

Этап  
6



Классифицированное  
изображение  
спутникового снимка



Классифицированное изображение  
снимка с БПЛА



# Итоги работы

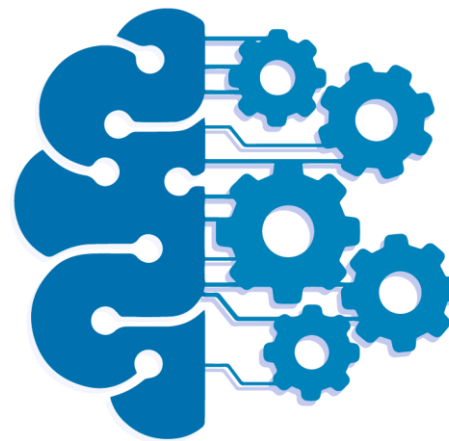
Научный обзор

Патентный анализ

Разработка методики

Сбор данных о загрязнении в АЗРФ

Апробация методики



# Спасибо за внимание!

Работа выполнена в рамках государственного задания  
Министерства науки и высшего образования Российской  
Федерации (FSRW-2024-0005).

