

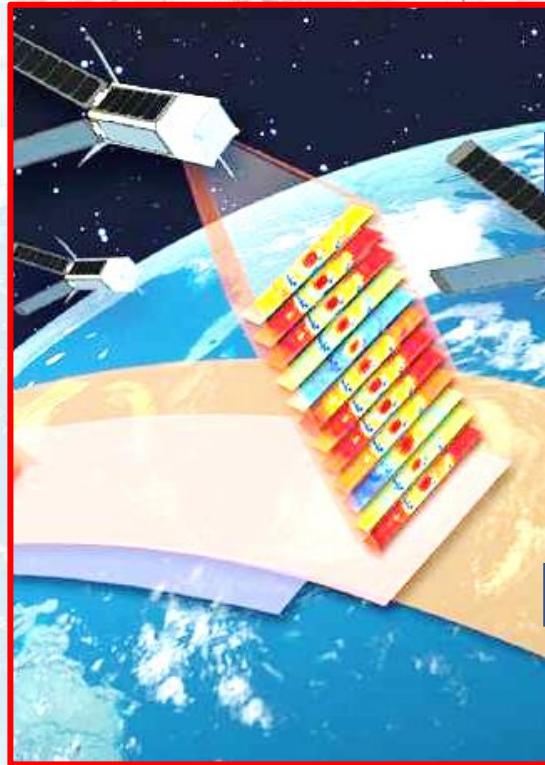
Военно-космическая академия  
имени А.Ф. Можайского

# **Создание масок объектов по данным мультиспектральной космической съёмки для обучения нейросетевых моделей при ограниченном составе исходных данных**

Григорьева О.В.,  
Мочалов В.Ф.

XXIII Международная конференция  
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» 2025

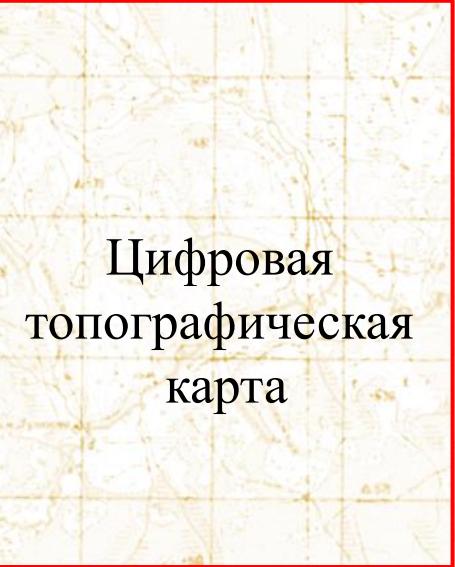
## Актуальность, практическая значимость



Свойства местности  
целевого характера  
(формулируются  
заказчиком)

Программы  
автоматизированной обработки  
материалов съёмки, в т.ч.  
на основе нейронных сетей

**Исходные данные для  
обучения в виде масок  
поверхностей с  
известными свойствами**



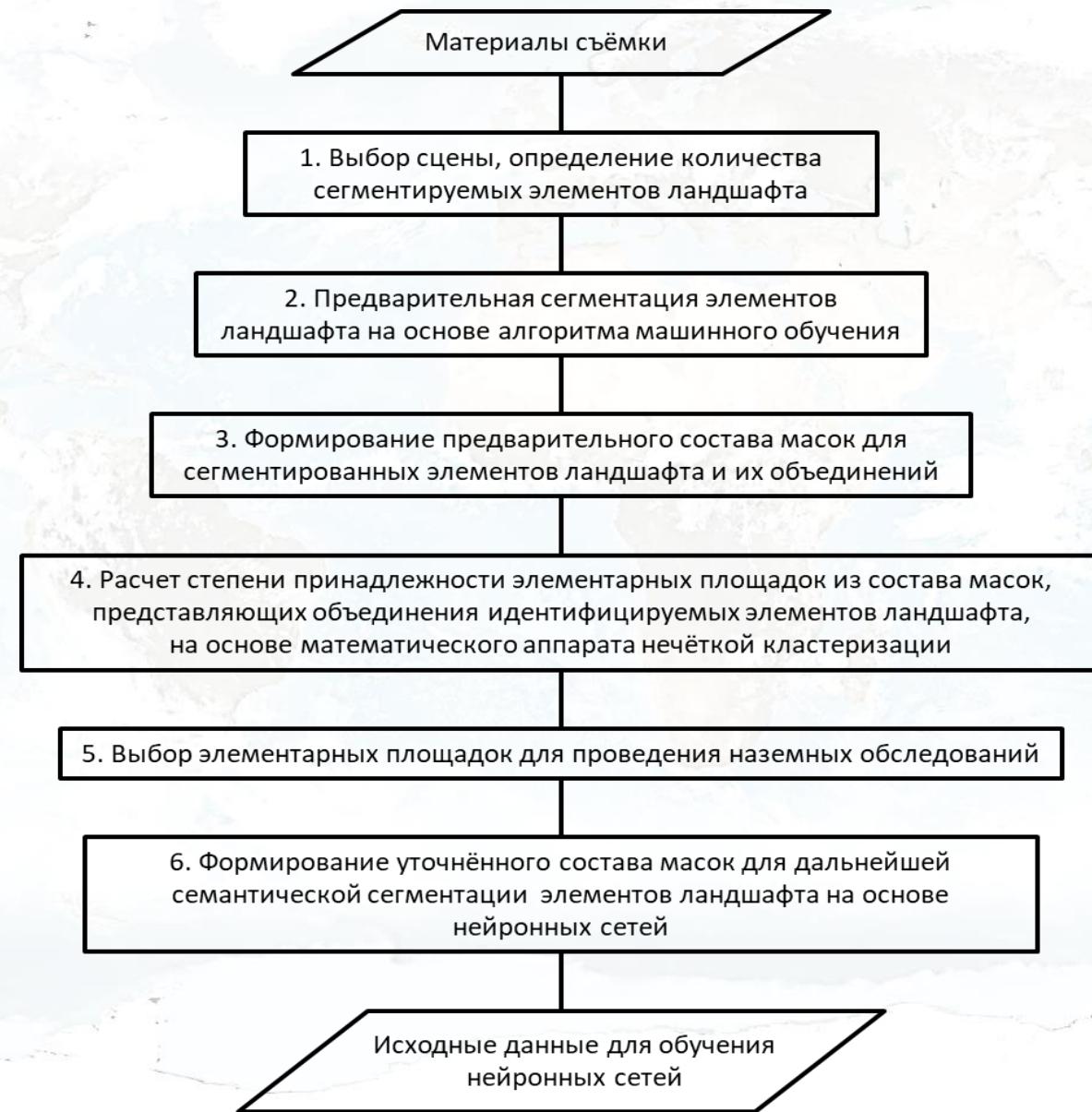
## Цель:

Создание исходных данных в виде совокупности масок природных объектов с нечеткими границами контуров для обучение нейросетевых моделей, предназначенных для семантической сегментации элементов ландшафта на основе спектрально-яркостных и пространственно-частотных характеристик материалов мультиспектральной космической съемки.

## Задачи:

1. Представление проекта методики формирования масок природных объектов.
2. Апробация проекта методики в части:
  - идентификации предварительной границы двух типовых сегментируемых поверхностей на основе традиционного алгоритма машинного обучения;
  - формирования примера предварительных масок для двух типовых сегментируемых поверхностей;
  - представления порядка обоснованного выбора точек для проведения наземных обследований и уточнения состава масок на основе применения математического аппарата нечёткой кластеризации.
3. Представление общих требований к количественным характеристикам масок.

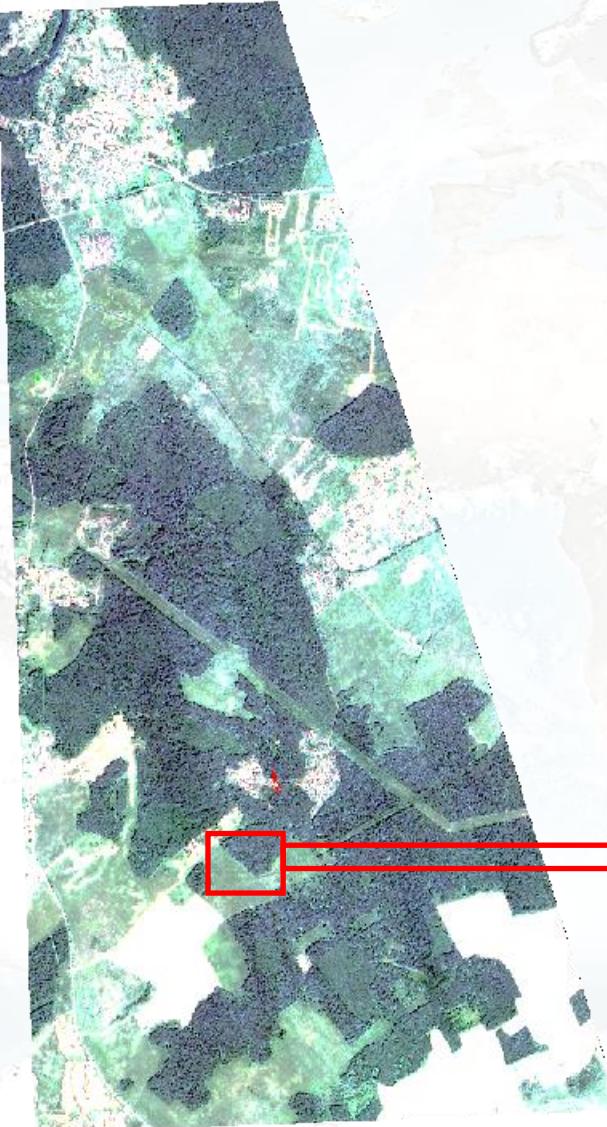
## Схема методики формирования исходных данных



## Используемые данные для исследования

**Исходные материалы:**  
мультиспектральная космическая съёмка, выполненная 12 августа 2022 г. с помощью аппаратуры, размещенной на борту КА «Канопус-В»  
KV5\_20109\_19337\_03\_KANOPU  
S\_20220812\_081812\_081849.SCN  
12.MS.L2.

**Основные технические характеристики:**  
Количество спектральных каналов в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра - 4;  
Условное пространственное разрешение материалов съёмки – около 4 м;  
Ширина полосы захвата – 19 км.

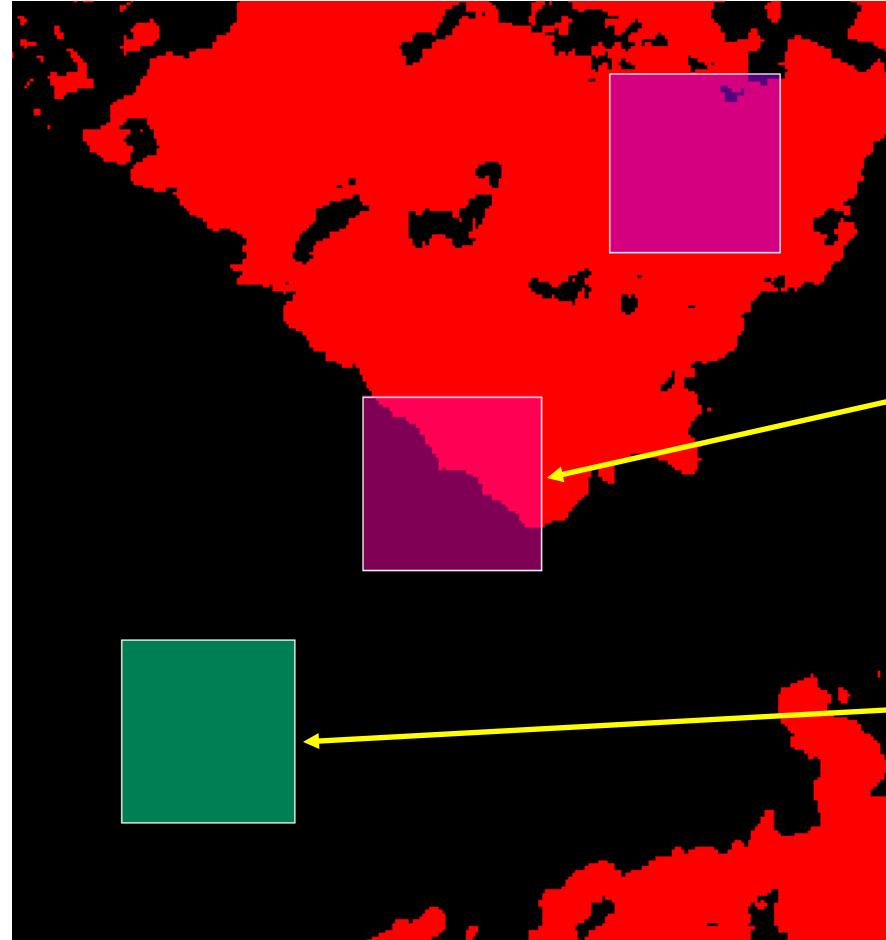


Фрагмент условного кадра



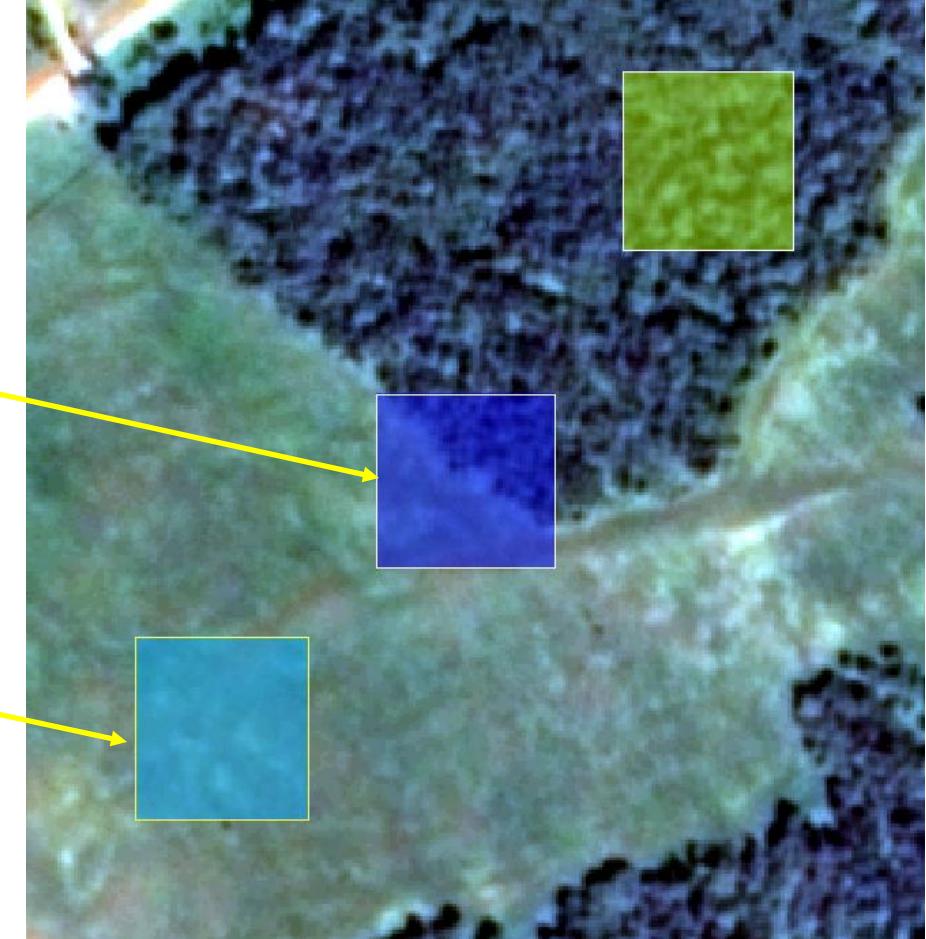
Сцена. Сегментируется два элемента ландшафта: лес, поле.

## Результаты предварительной сегментации элементов ландшафта и формирования предварительного состава масок



Маска двух однородных элементов ландшафта

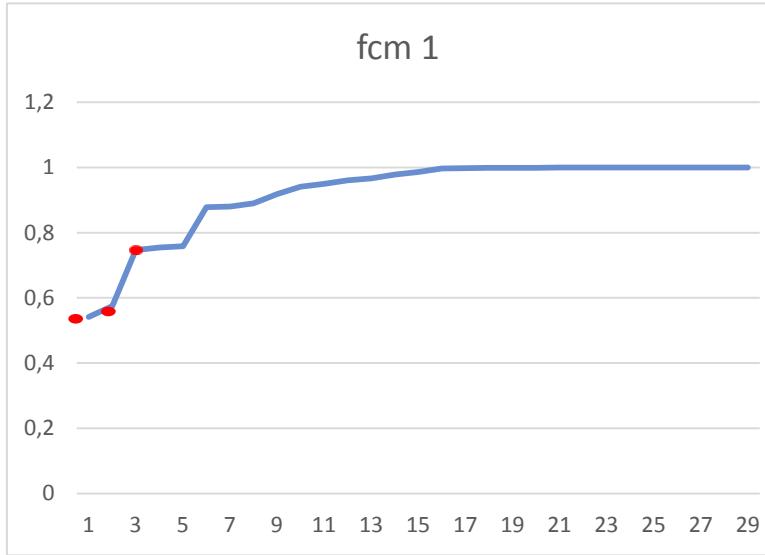
Маска для однородного элемента ландшафта



Результаты сегментации двух элементов ландшафта  
на основе традиционного алгоритма машинного обучения  
(SVM, Decision Tree и другие)

# Пример расчета степени принадлежности и выбора элементарных площадок для проведения наземных обследований

7



По оси абсцисс отложен условный номер пикселя, по оси ординат – степень его принадлежности к рассматриваемому кластеру

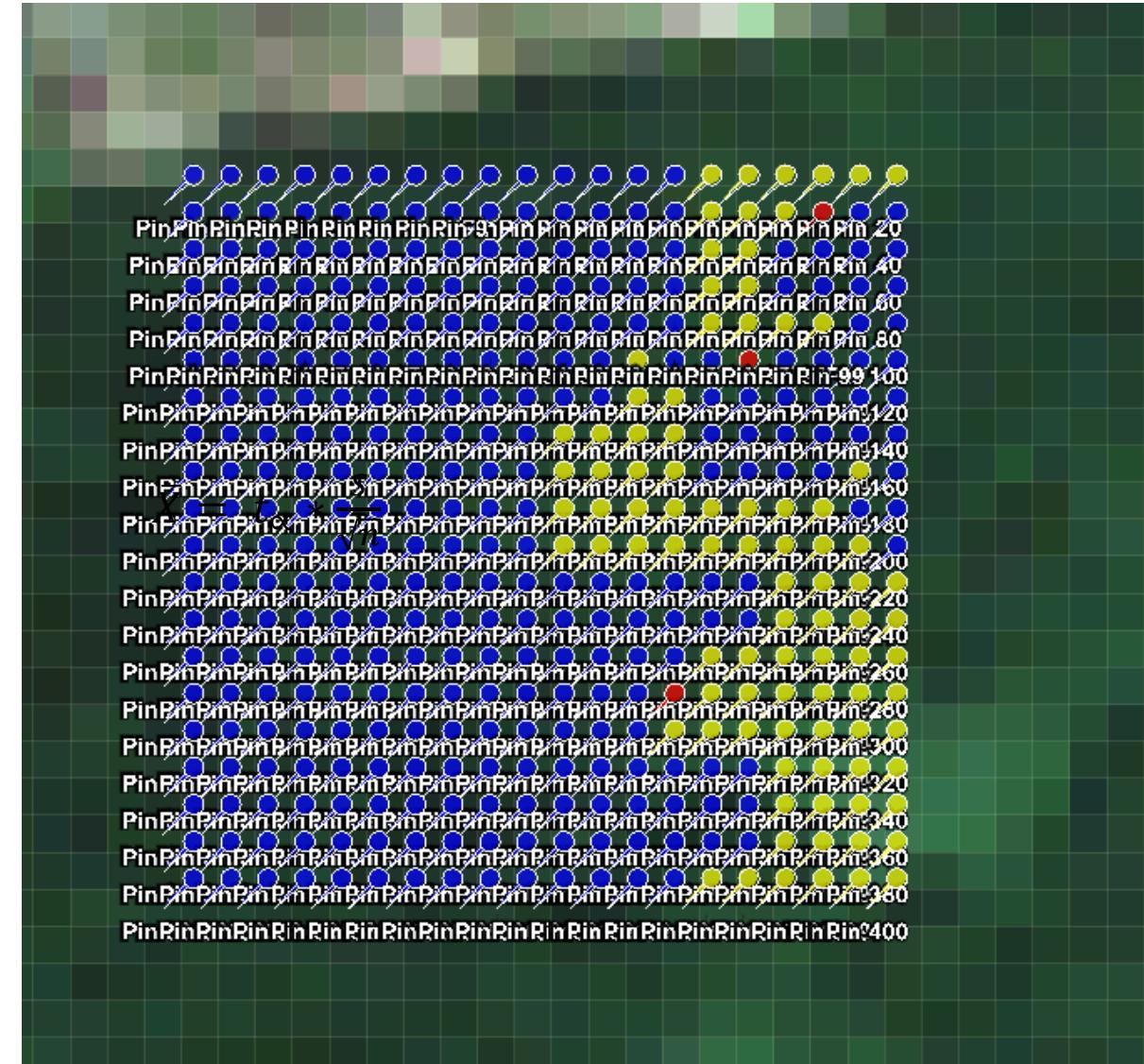
Граничное значение степени принадлежности определяется по критерию Стьюдента:

$$\bar{X} = t_\alpha * \frac{S}{\sqrt{n}}, \text{ где:}$$

$S$  – среднее квадратическое отклонение;

$n$  – количество пикселей в кластере (число степеней свободы в таблице критических значений критерия Стьюдента);

$t_{\alpha}$  - критическое значение из таблицы коэффициентов Стьюдента при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , означающий 95-процентный доверительный уровень, для заданного числа степеней свободы;  
 $\bar{X}$  – доверительный интервал.



## Общие требования к количественным характеристикам масок для сцены 500 кв. км.

Параметр	Значение
Размер маски для однородной поверхности, пикселей	56 x 56
Размер маски, содержащей две однородные поверхности, пикселей	56 x 56
Количество масок для каждой однородной поверхности, шт.	500
Количество масок, содержащих пары двух однородных поверхностей, шт.	200
Количество сегментируемых поверхностей	3...10

## Выводы

- Представлен проект методики создания масок объектов по данным мультиспектральной космической съёмки, необходимых для обучения моделей искусственных нейронных сетей сегментации изображений на заданное число классов (например, DeepLab, U-Net и другие)
- Методика предусматривает возможность расширения состава масок на основе традиционных алгоритмов машинного обучения (SVM и другие), а также их уточнения и обоснованного выбора точек наземных обследований на основе алгоритма нечетких множеств.
- Представленный подход формирования масок обеспечивает возможность использования нейросетевых моделей сегментации мультиспектральных изображений, учитывающих как спектрально-яркостные, так и пространственно-частотные характеристики объектов местности, что будет способствовать повышению качества решения тематических задач по сравнению с пиксельной классификацией.



Спасибо за внимание!