

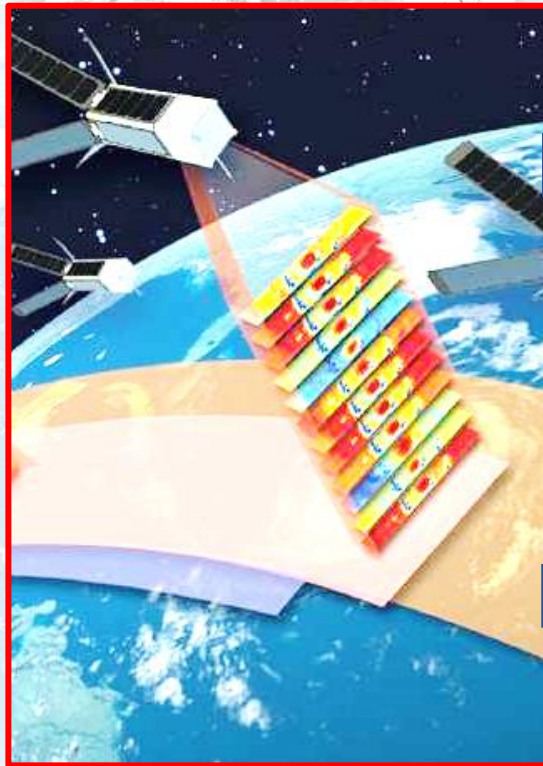


Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского

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



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

Цифровая
топографическая
карта

Исходные данные для
обучения в виде масок
поверхностей с
известными свойствами

Свойства местности
целевого характера
(формулируются
заказчиком)

Цель:

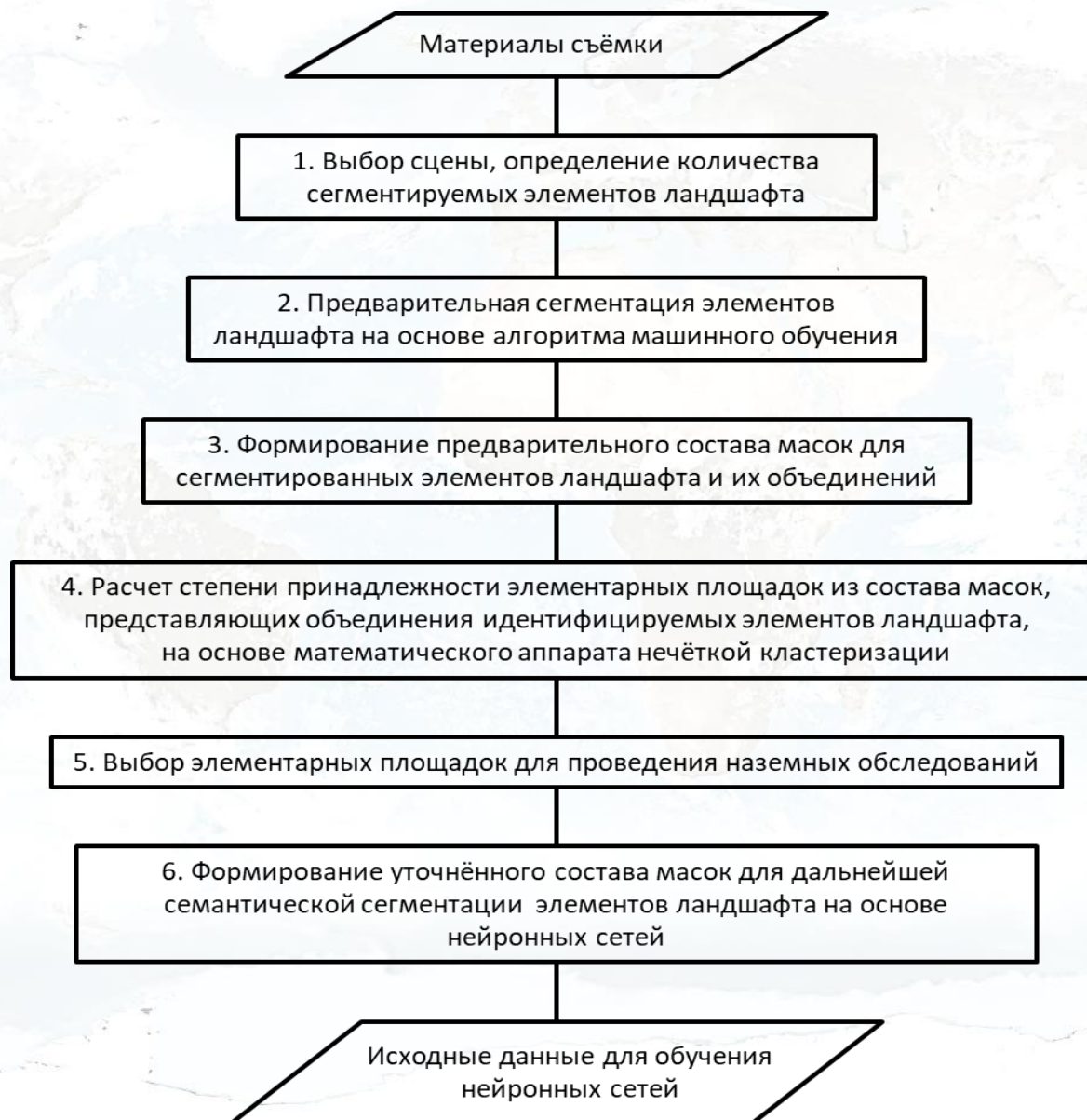
Создание исходных данных в виде совокупности масок природных объектов с нечеткими границами контуров для обучения нейросетевых моделей, предназначенных для семантической сегментации элементов ландшафта на основе спектрально-яркостных и пространственно-частотных характеристик материалов мультиспектральной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

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

4



Исходные материалы:

мультиспектральная космическая съёмка, выполненная 12 августа 2022 г. с помощью аппаратуры, размещенной на борту КА «Канопус-В»

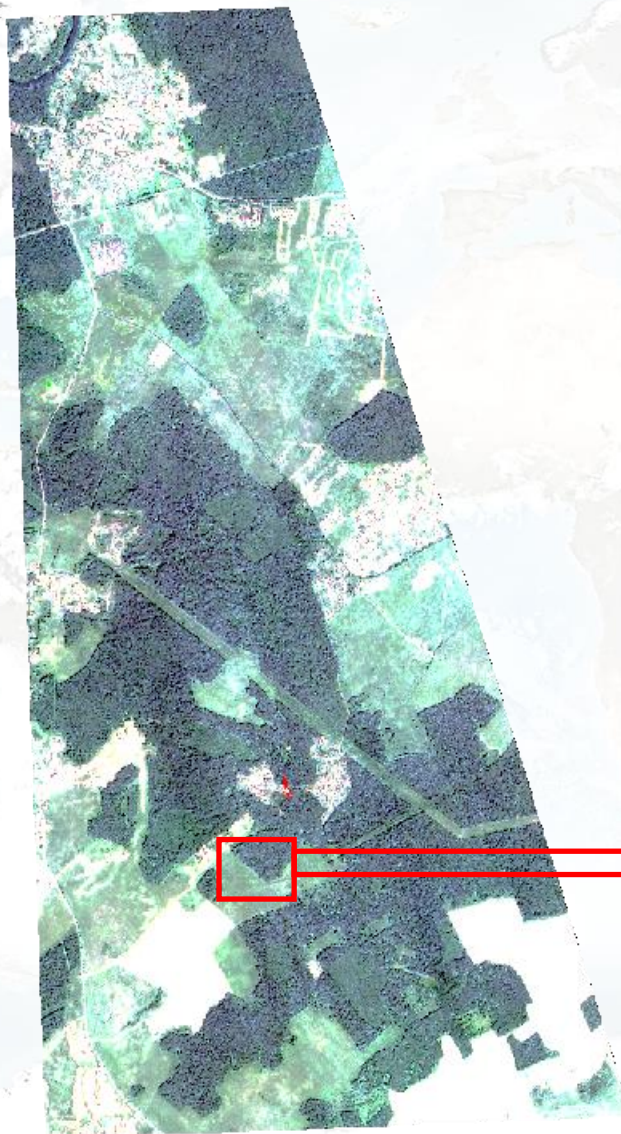
KV5_20109_19337_03_KANOPUS_20220812_081812_081849.SCN 12.MS.L2.

Основные технические характеристики:

Количество спектральных каналов в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра - 4;

Условное пространственное разрешение материалов съёмки – около 4 м;

Ширина полосы захвата – 19 км.



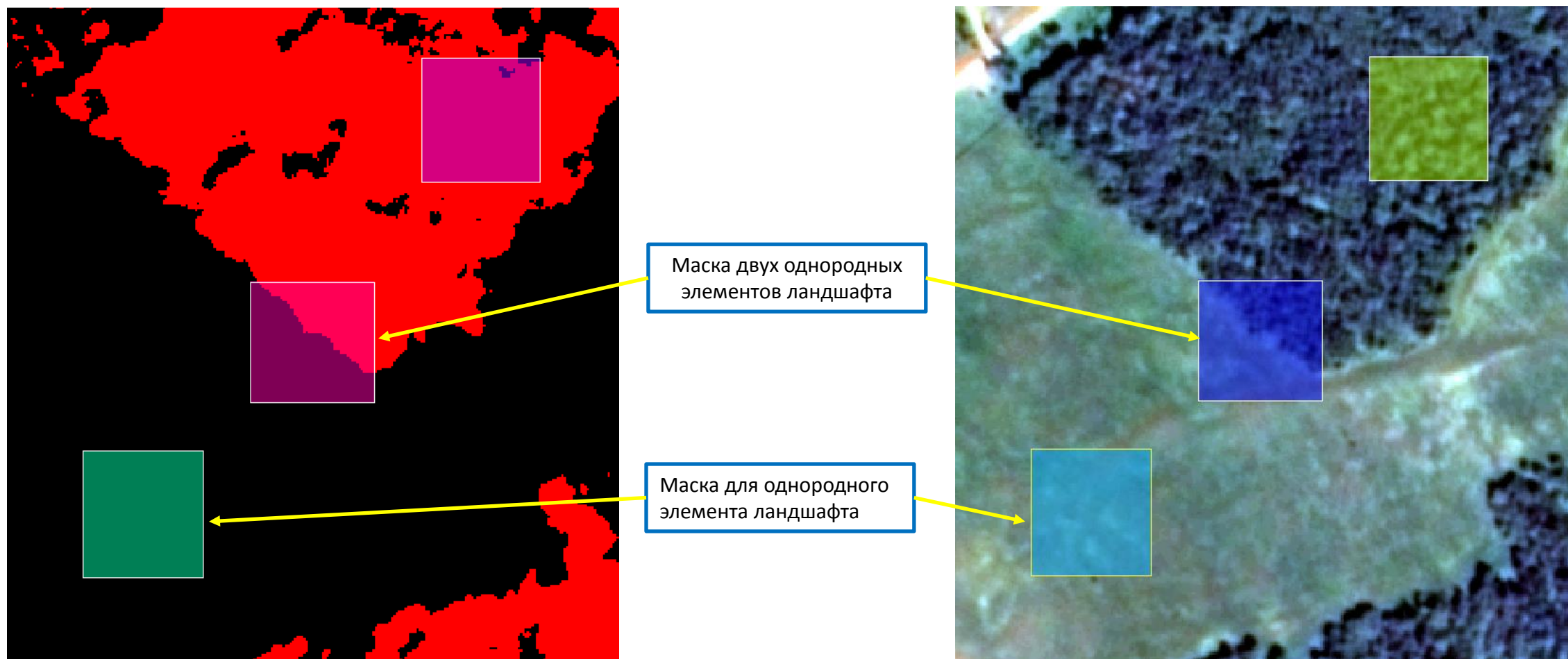
Фрагмент условного кадра



Сцена. Сегментируется два элемента ландшафта: лес, поле.

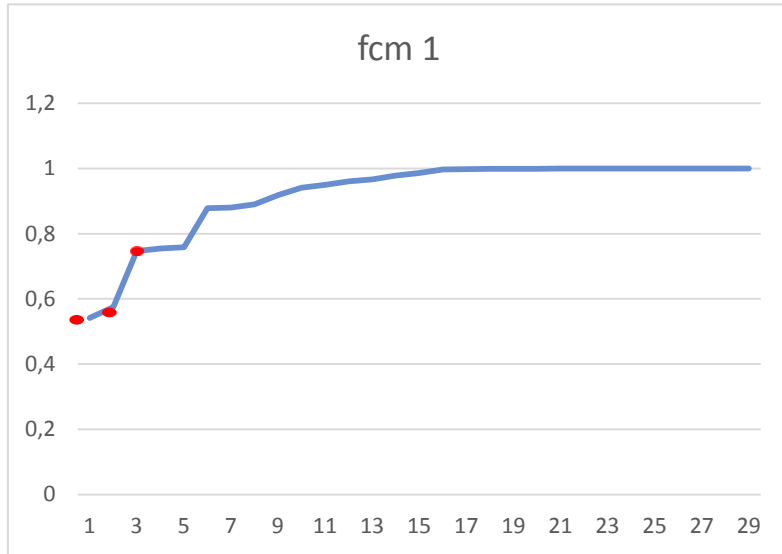
Результаты предварительной сегментации элементов ландшафта и формирования предварительного состава масок

6



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



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_{α} – 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 попиксельной классификацией.



Спасибо за внимание!