

Уточнение диапазонов NDVI для мониторинга растительного покрова арктических территорий (на примере Кольского полуострова)

Докл.: Е.В. Скалабан, Ю.А. Логинова, И.М. Лазарева

Российский научный фонд

МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

АКТУАЛЬНОСТЬ И ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изменения продуктивности растительного покрова отражают реакцию биосферы на климатические и антропогенные воздействия

Методы ДЗЗ позволяют анализировать динамику растительного покрова и выявлять долгосрочные экологические тенденции. Однако интерпретация спутниковых данных требует учета локальных экологических условий и специфики арктических ландшафтов

Классические пороги NDVI (разработанные для умеренных широт) оценивают здоровую арктическую растительность как «деградированную почву» или «открытый грунт»

→ Затруднения корректного автоматизированного мониторинга реального состояния здоровья и продуктивности арктических экосистем

Цель исследования

Определить локальные диапазоны NDVI, отражающие реальные градации жизнеспособности растительности Кольского полуострова, для дальнейшего их внедрения в систему регулярного экологического мониторинга Мурманской области

ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Данные

Landsat 8/9, каналы B4 и B5. Данные за июль–август 2024 г. (пик вегетации, облачность <20%)

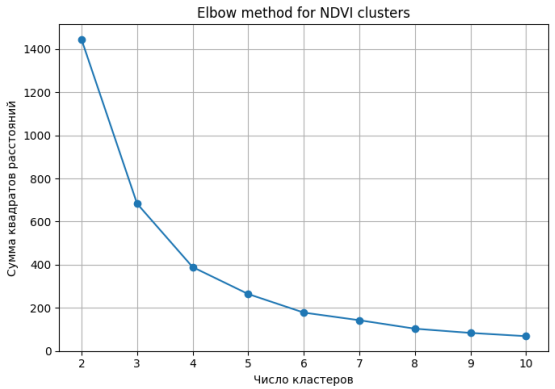
Расчет NDVI

Для всей территории Кольского полуострова. По формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Кластеризация

Алгоритм K-Means++. Для определения диапазона количества кластеров использован метод локтя (анализ дисперсии)



Обоснование k=4

Вычисление коэффициента силуэта

```
=== Итоги по коэффициенту силуэта ===
  k = 3: силуэт = 0.5493
  k = 4: силуэт = 0.5525
  k = 5: силуэт = 0.5472
  k = 6: силуэт = 0.5422

Рекомендуемое k по максимуму силуэта: 4 (score = 0.5525)
```

Валидация

В соответствии с временными и пространственными параметрами отобранных сцен Landsat 8/9 была сформирована эталонная выборка с сервиса ВЕГА-Science.

Выделенные алгоритмом 4 естественные группы пикселей, однородных по уровню фотосинтетической активности (продуктивности) были сопоставлены с эталонными данными для их смысловой интерпретации с точки зрения состояния покрова.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании сопоставления результатов кластеризации с эталонными данными были получены диапазоны значений NDVI, характерные для основных типов растительного покрова Кольского полуострова

Результат сопоставления обработанных программой данных с эталонными:

Кластер 1

0.00 – 0.10

Угнетенное состояние / Деградация

участки с крайне низкой растительностью или её отсутствием (оголенная почва, техногенные пустоши)

Кластер 2

0.10 – 0.24

Естественное фоновое (нормальное) состояние

представлен травянистой и кустарничковой тундрой (арктическая норма)

Кластер 3

0.24 – 0.32

Умеренно продуктивное состояние

описывает разреженную растительность (лесотундра, смешанные и лиственные леса)

Кластер 4

> 0.32

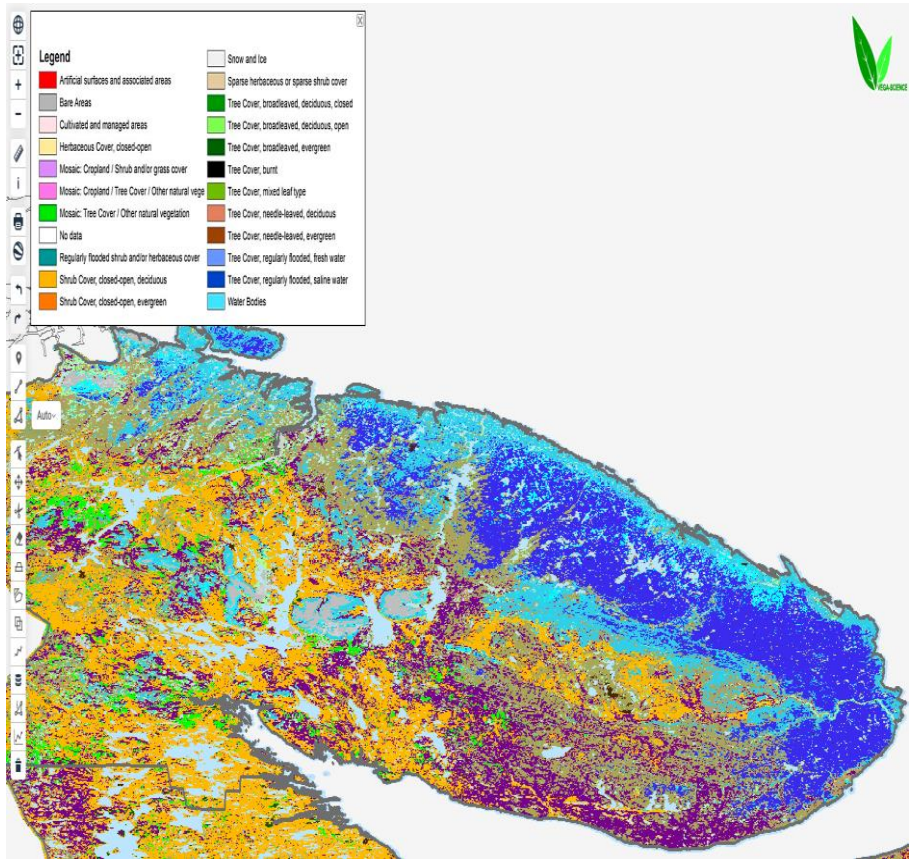
Высокопродуктивное (здоровое) состояние

характеризует наиболее продуктивные участки с плотным древесно-кустарничковым покровом – светлохвойные, темнохвойные, лиственные увлажненные леса

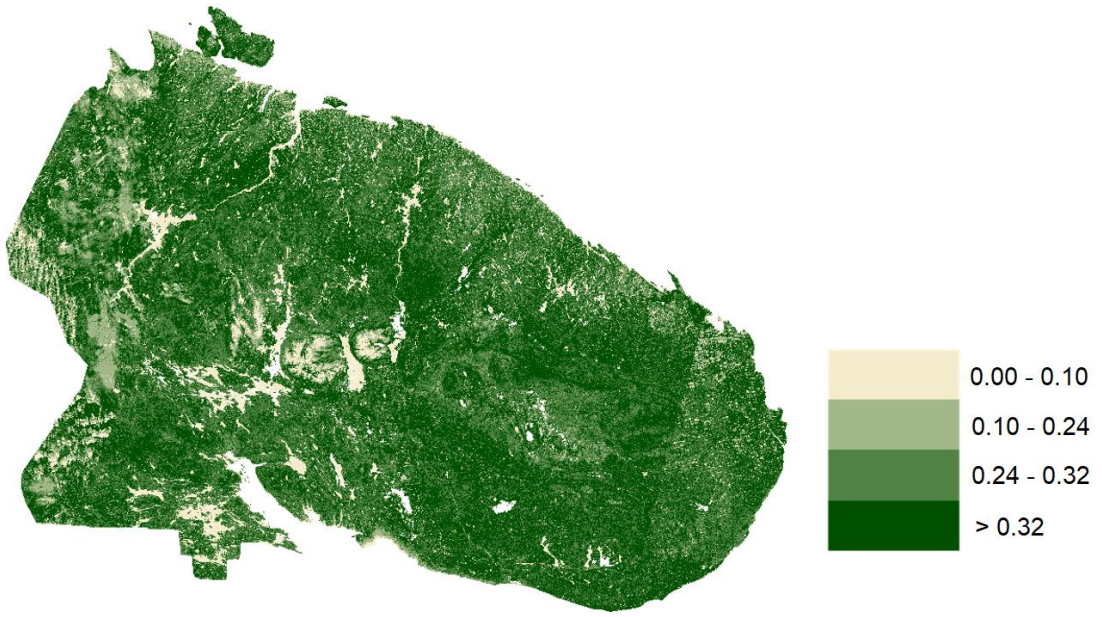
Классический порог «густой растительности» >0.6 для Арктики недостижим.
На территории Мурманской области значения NDVI не превышают 0.5.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Визуализация сопоставления результатов кластеризации с эталонными данными



Эталонные данные ВЕГА-Science
(карта растительности за 2024 г.)



Результат кластеризации NDVI
(спутниковые данные за июль–август 2024 г.)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическая значимость

Разработанный алгоритм и уточнённая шкала внедряются в Региональный портал мониторинга опасных явлений Мурманской области

Использование адаптированных порогов обеспечит порталу:

- Корректное детектирование аномалий и деградации (техногенное воздействие, пожары; к примеру, попадание в Кластер 1 там, где должна быть тундра)
- Мониторинг позитивной динамики (восстановление растительности) без ложных срабатываний, когда здоровая тундра ошибочно маркировалась как «пустошь»
- Оценка эффективности лесовосстановительных мероприятий

Выводы

01 Обоснована некорректность применения стандартных порогов NDVI для оценки здоровья растительности Арктики

02 Эмпирически уточнены адаптивные диапазоны NDVI для четырёх градаций состояния растительности Кольского полуострова

03 Создан алгоритм, интегрируемый в региональный геопортал

Перспектива исследования: верификация спутниковых порогов с помощью мультиспектральной съёмки с БАС

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 24-17-20021 и Минобрнауки Мурманской области (Соглашение № 199 от 03.05.2024)

Уточнение диапазонов NDVI
для мониторинга растительного покрова арктических территорий
(на примере Кольского полуострова)

Благодарю за внимание!

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»
Научно-исследовательская лаборатория
«Анализ данных и искусственный интеллект в арктических исследованиях»

Стажер-исследователь
Скалабан Екатерина Владимировна



Российский научный фонд

МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ