

# Методы пространственной интерполяции в задаче оценки характеристик лесного массива

Глазырина Светлана Евгеньевна

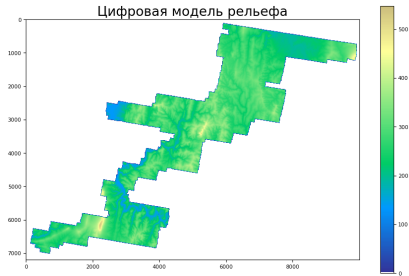
кафедра ММП ВМК МГУ

- Знание характеристик лесного покрова необходимо для:
  - Экологического мониторинга
  - Лесного хозяйства
  - Территориального планирования
- Проблема: высокая стоимость и низкая доступность полевых измерений
- Решение: использование методов пространственной интерполяции и данных дистанционного зондирования

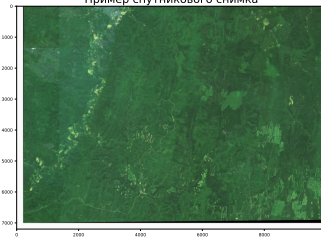
- Данные лесного кадастра:
  - 693 измерения в Колвинском лесничестве
  - Пробные участки - круги радиусом 9 м
  - Измерения сгруппированы в кластеры  $3 \times 3$
- Данные дистанционного зондирования:
  - Мультиспектральные снимки Sentinel-2
  - Вегетационные индексы (NDVI, EVI)
  - Модель высот крон
  - Цифровая модель рельефа

# Примеры данных дистанционного зондирования

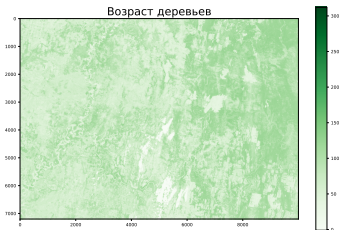
Цифровая модель рельефа



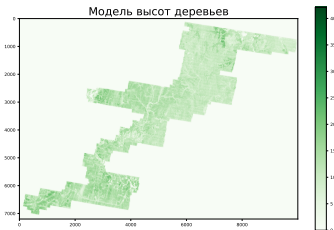
Пример спутникового снимка



Возраст деревьев



Модель высот деревьев



- Случайный лес
  - Ансамблевый метод
  - Использование бутстрэпа и случайного подпространства признаков
- Обычный кригинг
  - Стохастический метод интерполяции
  - Учитывает пространственную корреляцию
- Метод обратно-взвешенных расстояний (IDW)
- Semi-Supervised Kernel Regression (SSKR)

- Mean Absolute Error (MAE):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |t_i - \hat{t}_i|$$

- Root Mean Squared Error (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - \hat{t}_i)^2}$$

- Mean Absolute Percentage Error (MAPE):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{t_i - \hat{t}_i}{t_i} \right| \cdot 100\%$$

Метод	MAE $\pm$ std	RMSE $\pm$ std	MAPE(%) $\pm$ std
Random Forest	63.44 $\pm$ 5.50	83.31 $\pm$ 7.38	31.56 $\pm$ 2.48
Kernel Ridge	123.45 $\pm$ 6.08	158.14 $\pm$ 8.22	45.75 $\pm$ 1.77
IDW	68.78 $\pm$ 5.64	89.64 $\pm$ 7.21	32.88 $\pm$ 2.25

Таблица: Сравнение базовых методов

- Случайный лес показал лучшие результаты
- Обычный кригинг и IDW ограничены отсутствием учета дополнительных признаков
- SSKR демонстрирует преимущества использования размеченных данных

- Подтверждена эффективность использования методов частичного обучения
- Данные дистанционного зондирования значительно улучшают качество оценки
- Предложена двухэтапная модель регрессии
- Результаты показывают перспективность комбинирования различных подходов