Skoltech
Skolkovo Institute of Science and Technology

Лесотаксация с использованием данных ДЗЗ

Антон Иванов, В. Игнатьев, С. Илларионова, И. Дубровин, М. Гасанов, А. Петровская, М. Пукальчик
Сколтех
А. Кедров, А. Васильев
ЦКТиУ, Пермь.

Цели лесотаксации и использование данных

для арендаторов леса

для “карбоновых” полигонов

оценка лесовосстановления после пожаров, ураганов и других бедствий

Определение породного состава

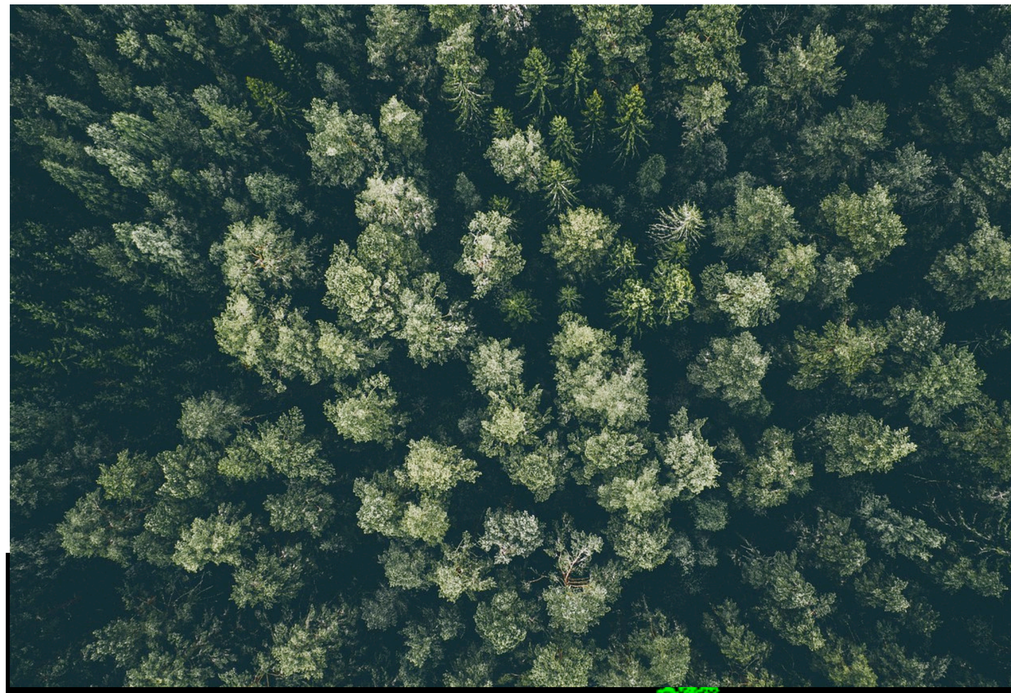
Определение возраста деревьев

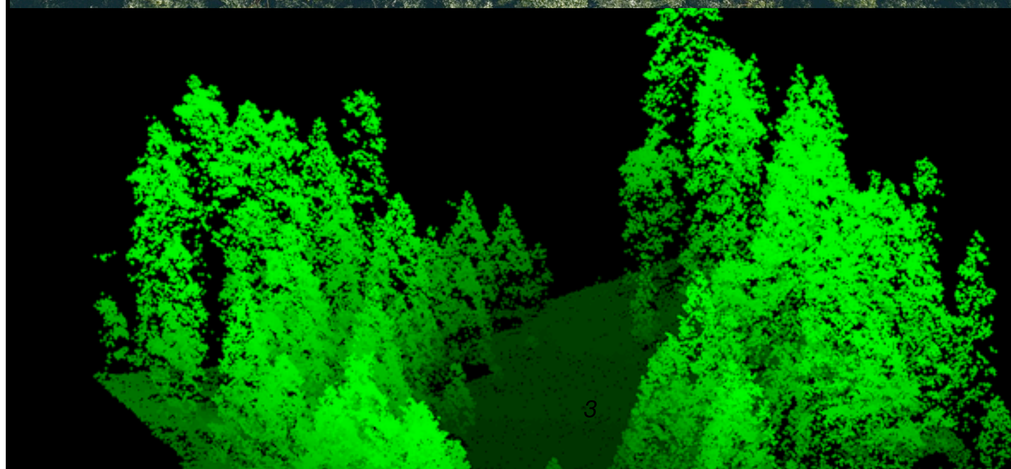
Определение запаса

Определение поглощающих характеристик леса

Как можно использовать ДЗЗ

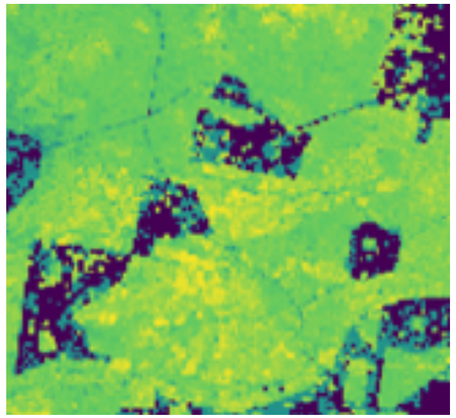
- Потому что не надо ездить в лес
  - на самом деле все равно надо.
- Можно единомоментно захватить большие территории
- Источники данных
  - Аэрофотосъемка (требуется выезд на место, тоже цена вопроса)
    - БПЛА / Самолет: оптика
    - БПЛА / Самолет: ВЛС
  - Космические средства (все можно по удаленке), но цена вопроса
    - Оптика: MODIS, Sentinel 2, Landsat 7-9, Planet, WorldView
    - Радар: Sentinel 1, Cosmo SkyMed, IceSat
      - нужно очень высокое разрешение
    - Гиперспектр: пока не доступен
  - Основные проблемы
    - чем дальше, тем хуже разрешение; 2х мерная картинка (нельзя проникнуть под крону); плотность рядом стоящих деревьев





Развитие методов ДЗЗ

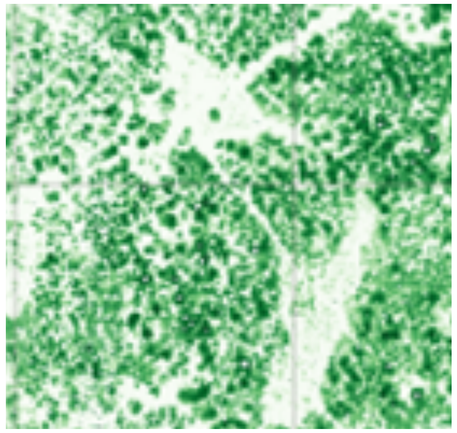
Наземные данные



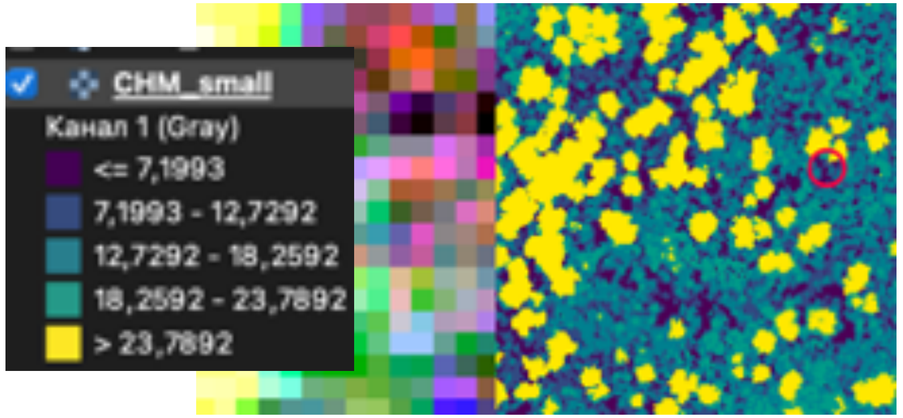
Сентинел 2, 10м/пикс

Высокое разрешение, 2м/пикс

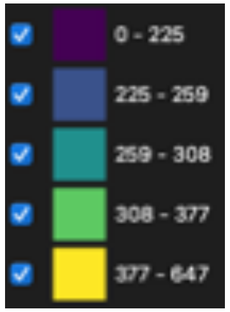
ВЛС, 1м/пикс



Источник данных: наземные данные, ВЛС, спутниковые данные



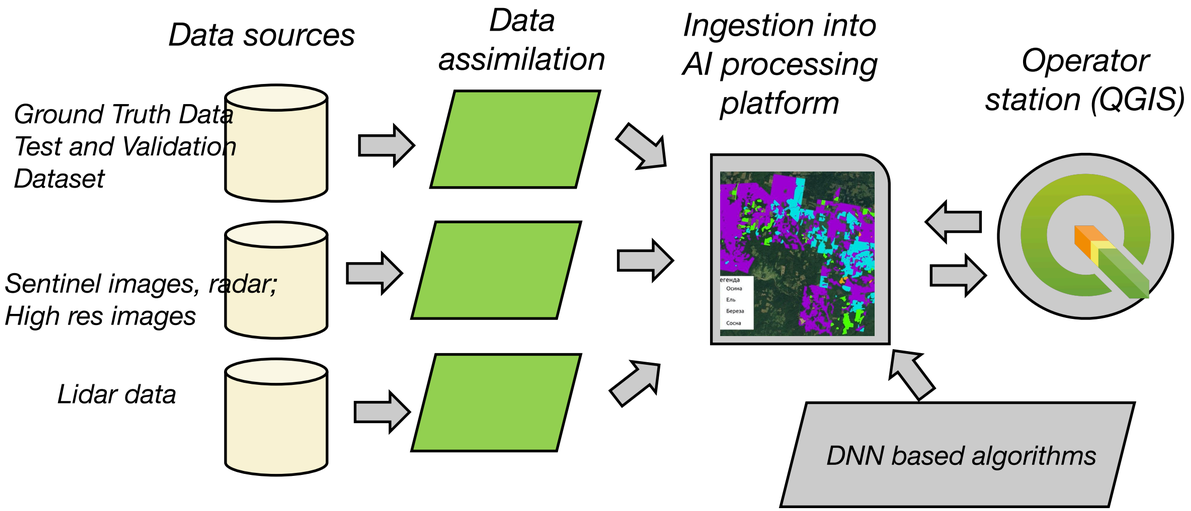
Результат: оценка запаса с распределением по породам

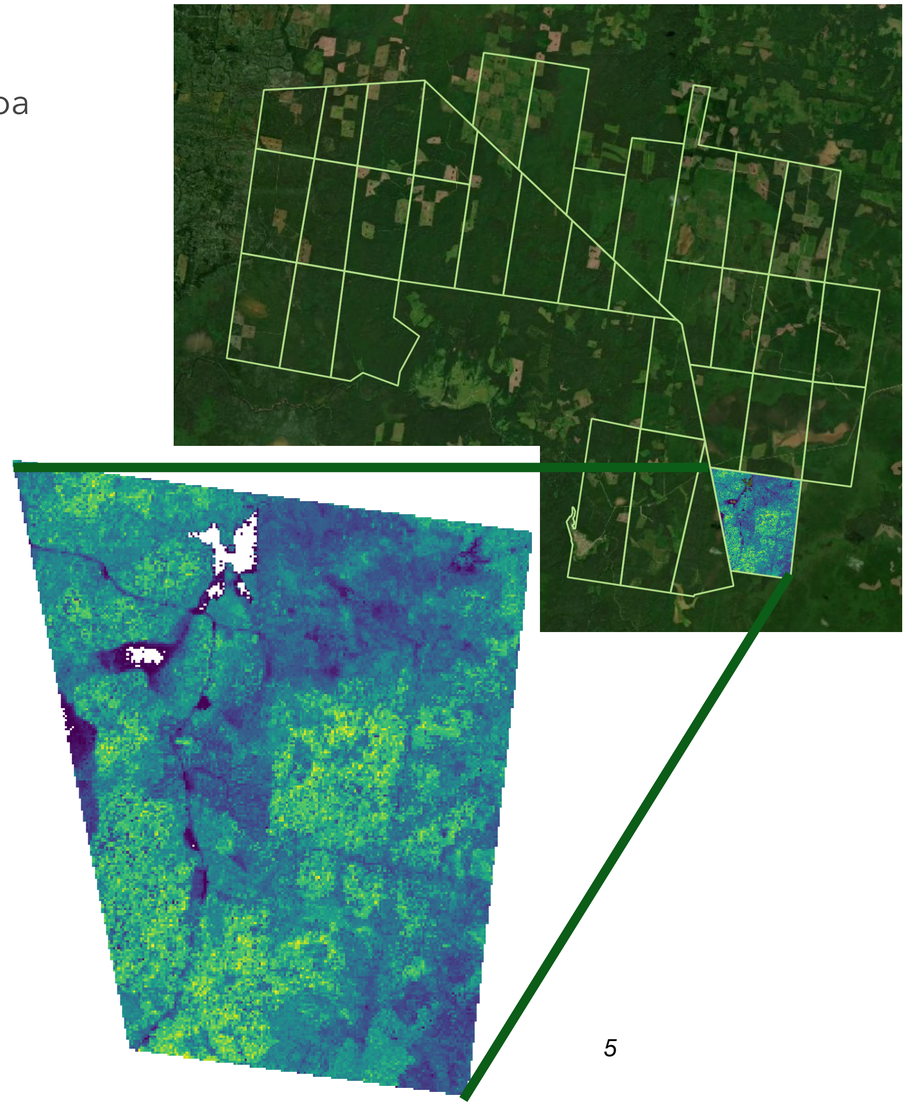


- *Сосна*
- *Ель*
- *Береза*
- *Осина*

Использование методов ИИ в ДЗЗ

- Разработан прототип пользовательского приложения (плагин QGIS)
  - обучение алгоритмов ИИ производится отдельно с помощью тестового набора данных
  - в нашем проекте ЦКТиУ отвечали за полевые работы и сбор данных вручную
- Конвейерная обработка запускается напрямую из QGIS
  - Автоматизированный поиск и обработка данных до уровня 2 (калиброванные, ортотрансформированные) из архива Copernicus (данные Sentinel)
  - обработанные результаты подгружаются напрямую в QGIS, что позволяет сравнить результаты с любыми другими данными пользователя

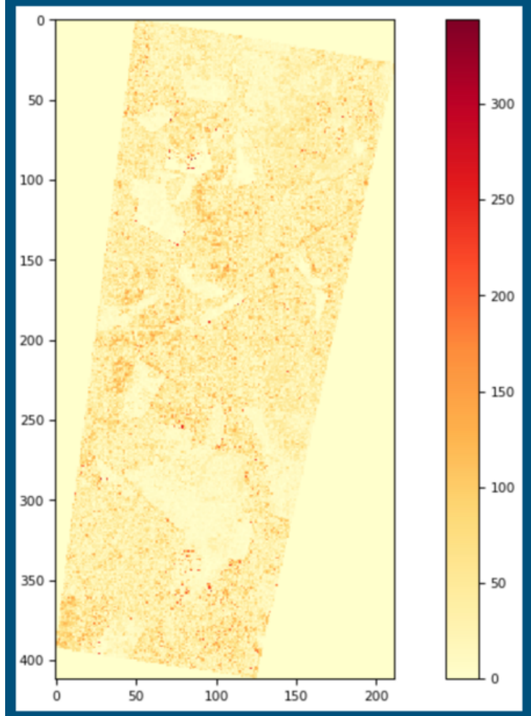




Результаты определения запаса по данным Sentinel 2

- Анализ ошибки, при определении запаса по данным Sentinel 2, при использовании наземного обхода ЦКТиУ показывает, что средняя процентная ошибка составляет примерно 20%.
- Такие же результаты достигаются и при определении преобладающей породы на выделе.

Error analysis - dominant species (m^3/Ha)



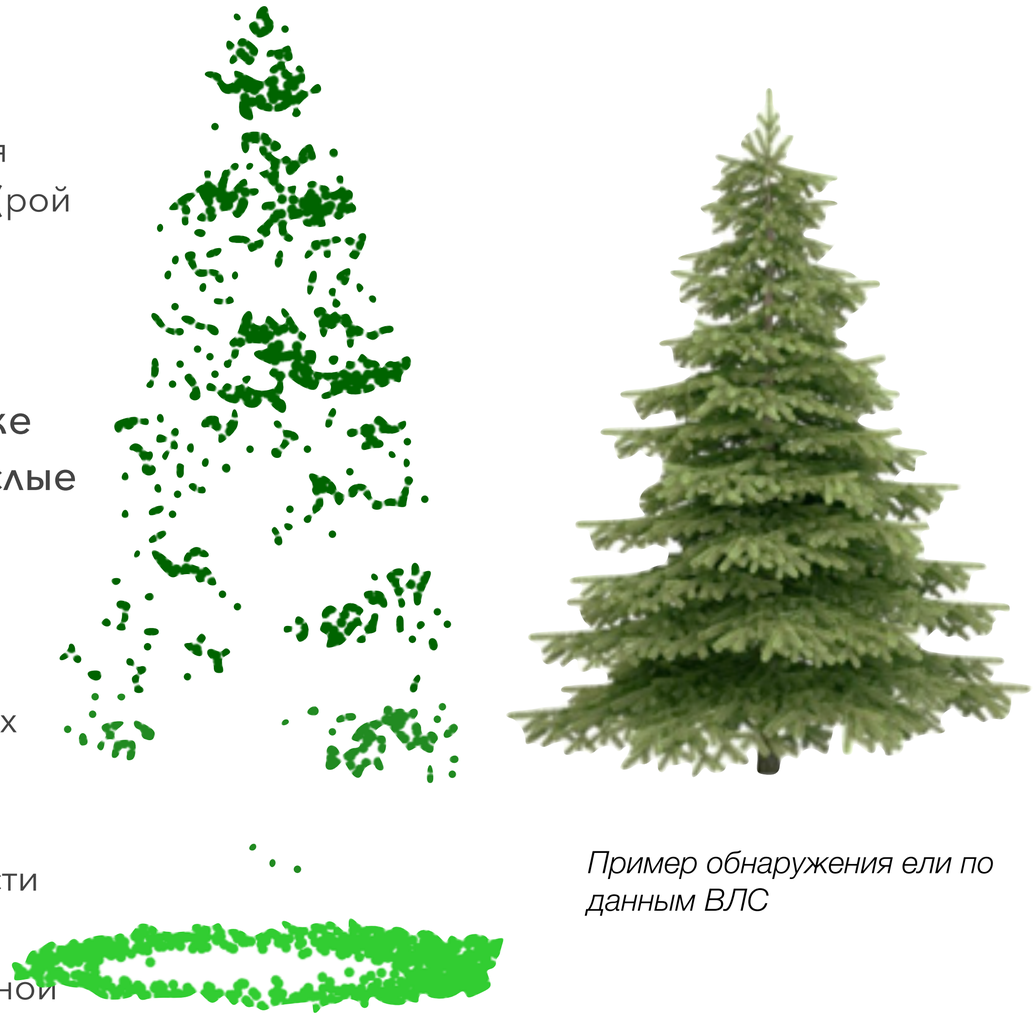
Error

Metric	Aspen	Birch	Spruce	Pine	Total
MAE	35.3	33.4	31.6	36.9	34.3
RMSE	46.8	46.1	45.9	46.6	46.4
MBE	-0.712	-0.649	-0.581	0.372	- 0.684
R2	0.871	0.881	0.882	0.873	0.878
MAPE	23%	19%	19%	21%	21%

* MAE, RMSE, MBE are measured in m3/ha

Использование методов ВЛС

- Методы ВЛС могут быть использованы для подеревной таксации
  - возможность относительно недорогого получения данных высокого качества с большой плотностью (рой БПЛА)
  - нет зависимости от освещения и отражательных характеристик
- Лазерный сигнал проникает до земли, а также может обнаруживать кустарники и низкорослые растения.
- Основные проблемы:
  - фильтрация и классификация облаков точек
  - точная привязка облаков точек к данным наземных наблюдений
  - Создание качественной базы данных 3х мерных структур деревьев и параметризация в зависимости от возраста, высоты и т.д.
  - создание эффективных методов поиска по 3х-мерной базе данных

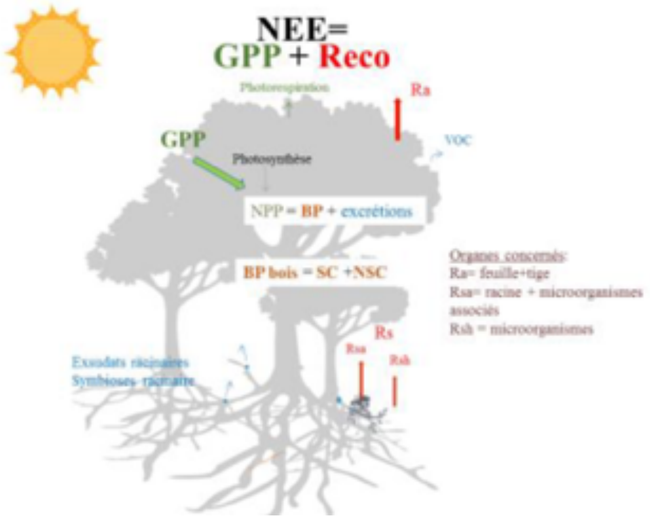


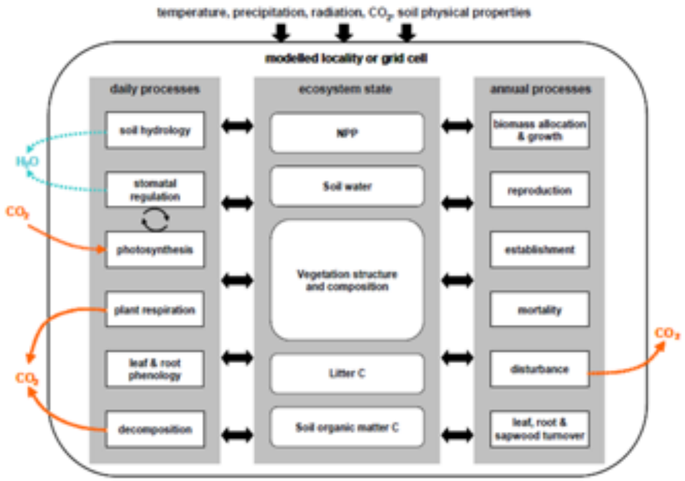
Пример обнаружения ели по данным ВЛС

Создание карты высоты крон по данным ВЛС

Моделирование потока

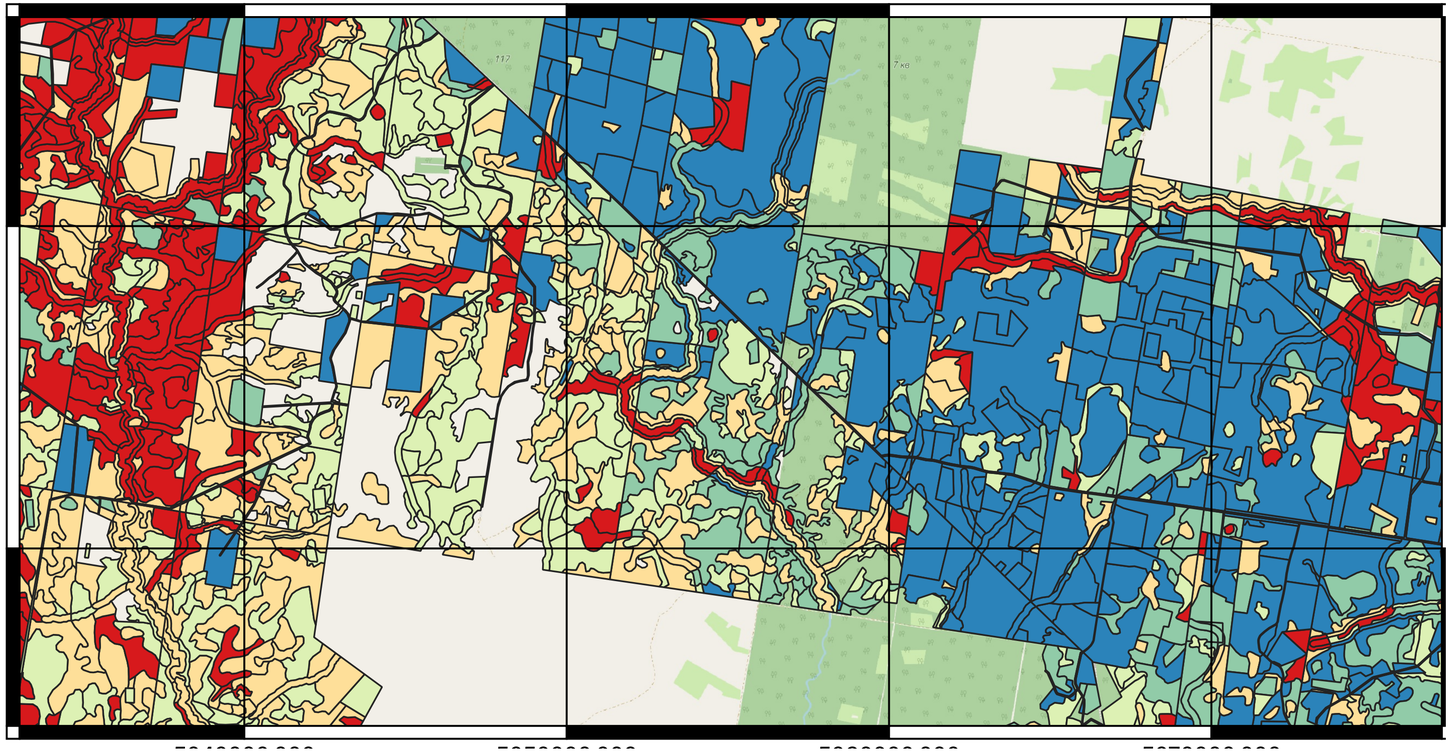
- Один из основных параметров: Net Ecosystem Exchange (общий обмен в экосистеме), кг/га/год. Является индикатором общего обмена между экосистемой и атмосферой. Один из основных показателей поглощения C.
- Одна из доступных моделей: LPJ-guess (process-based model)
  - *Smith, B. (2001). LPJ-GUESS-an ecosystem modelling framework. Department of Physical Geography and Ecosystems Analysis, INES, Sölvegatan, 12, 22362.*
  - возможно моделирование текущие значения параметров экосистемы (например, биомасса для различных функциональных типов)
  - biogeochemical fluxes of CO2 and H2O from ecosystems to the atmosphere or hydrosphere.
  - биогеохимические потоки CO2 и H2O из экосистемы в атмосферу или гидросферу
  - на входе: данные леса (много различных параметров), климат региона





Карта запасов углерода

Основная проблема: валидация расчетов и сертификация полигонов.

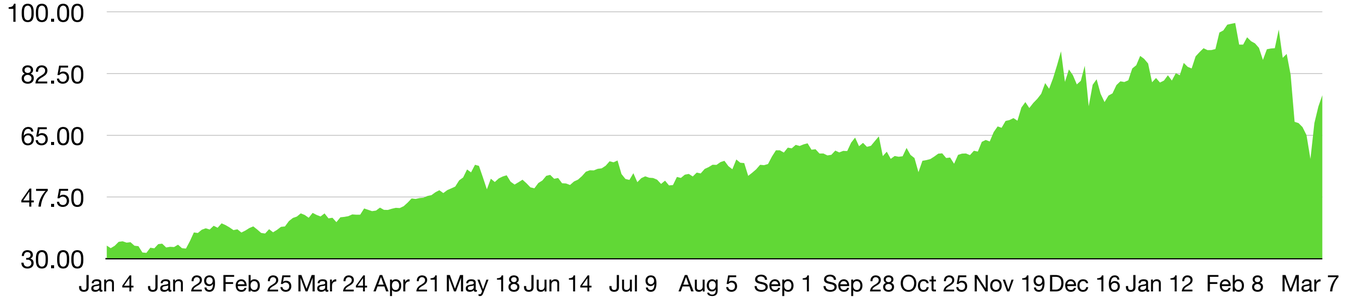


Оценка Возраста леса

- 10 - 40
- 40 - 50
- 50 - 70
- 70 - 90
- 90 - 90
- 90 - 130

Модель LPJ позволяет рассчитать возможную накопительный потенциал лесного массива исходя из лесотаксационных параметров (возраст, порода, высота) и климатической истории региона.

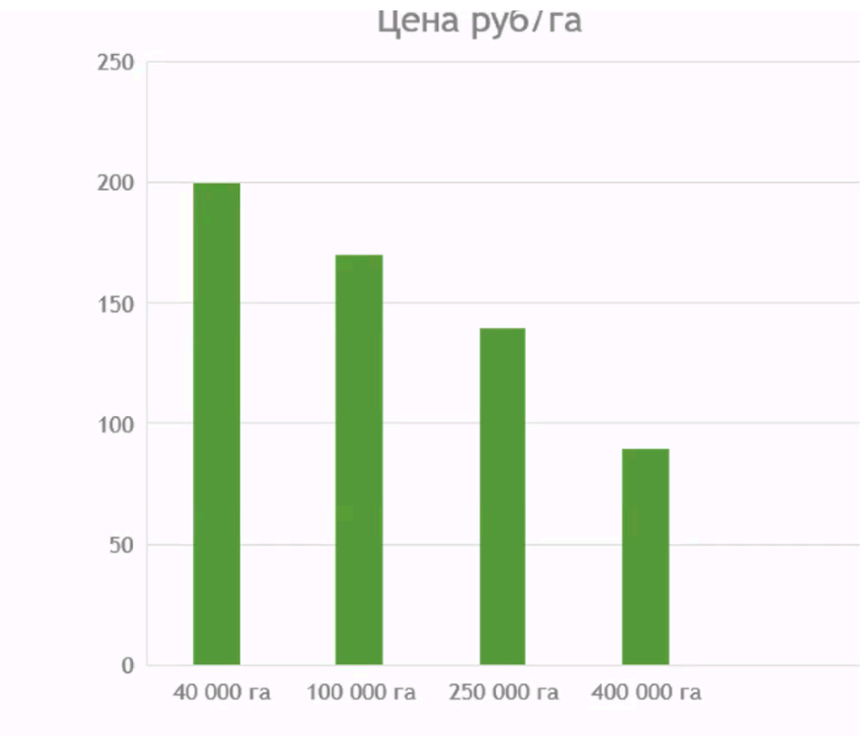
Стоимость одной тонны CO2 на европейских рынках (EUR), 2021-2022 гг.



Заключение

- С помощью космических средств среднего разрешения (Sentinel 2, LandSat, 10-20 м/пикс) возможно определение основной породы выдела, запасов и других характеристик с точностью порядка 80%
- С помощью космических средств высокого разрешения (WorldView, 1м/пикс) возможно более точное определение породного состава
  - т.к. данные очень дорогие такой подход не имеет коммерческого смысла и поэтому применим только в очень ограниченных случаях и в исследовательских целях
- Повысить точность позволяют методы лазерного сканирования (с помощью БПЛА)
  - обработка 3х мерных облаков точек требует серьезных расчетных ресурсов
  - базы данных позволяющие поиск и определение пород и их характеристик из данных ВЛС находятся в активной разработке
  - гипотеза: с помощью методов ВЛС удастся освоить подеревную таксацию и довести точность определения характеристик до 90-95%
- Данные лесотаксации сейчас активно используются для “карбоновых” полигонов.

backup


Цена руб/га
250
200
150
100
50
0
40 000 га
100 000 га
250 000 га
400 000 га