

Оценка лесотаксационных характеристик деревьев на основе лидарной БВС-съемки

Ернова Альбина Андреевна
Инженер-исследователь
Лаборатории Геоинформатики экосистем
a_ernova@ugrasu.ru

г. Москва, 2025



Актуальность исследования



Леса играют ключевую роль в углеродном балансе, поглощая CO₂



Россия обладает крупнейшими лесными ресурсами (1,19 млрд. га), преимущественно сосредоточенными в Сибири



В Ханты-Мансийском автономном округе леса покрывают 53,7% территории, но уже сейчас подвергаются значительному антропогенному воздействию



Для смягчения последствий необходимы стратегии адаптации, включая учет углеродных запасов в экосистемах



Традиционные наземные методы точны, но трудоемки



Современные технологии ускоряют сбор данных и повышают эффективность исследований, хотя требуют верификации полевыми методами

Цель и задачи

Цель:

оценка запасов стволовой древесины с учетом породного состава древостоя при помощи беспилотных
авиационных систем (БАС)

Основные задачи:

измерение высоты,
количества и
диаметра стволов
деревьев

оценка породного
состава древостоя на
основе анализа
морфологических
характеристик
отдельных деревьев,
по данным лидарной
съемки

расчет объема
древесины с
применением
аллометрических
уравнений с учетом
породного состава

сравнение
полученных
результатов с
наземными данными

Объект исследования: лесной массив (координаты: 63,80377 с.ш., 62,20723 в.д.)

Дата проведения лидарной съемки: 18 марта и 7 апреля 2025 года

Высота съемки в надире: 50 метров над уровнем поверхности лесного массива

Плотность облака точек: не менее 3000 точек/м²

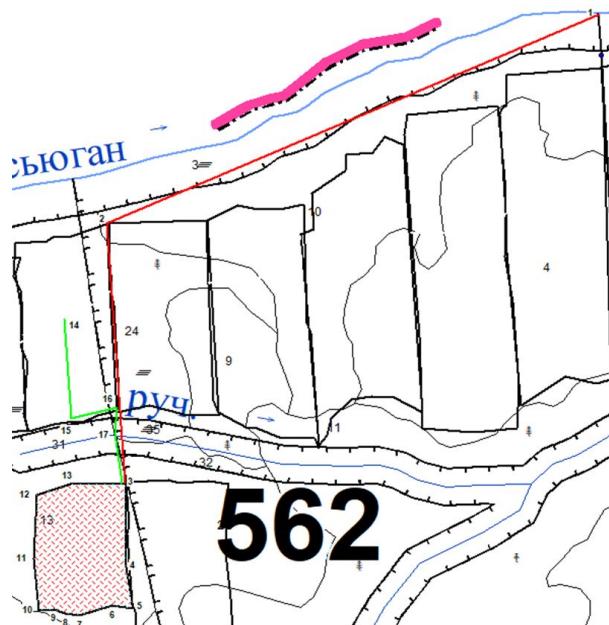


Рисунок 1. Схема расположения лесного массива



Рисунок 2. DJI Matrice 300



Рисунок 3. DJI Zenmuse L1

Методы исследования

В DJI Terra была осуществлена постобработка данных:

- выравнивание и сглаживание облака точек лазерных отражений;
- выгрузка данных в формате .las.

В Terrascan были проведены следующие этапы работ:

- Процессинг данных ТЛО, полученных при помощи БВС;
- Классификация облака точек;
- Сегментация отдельных деревьев и ручная корректировка полученных результатов при помощи инструмента «inspect groups»

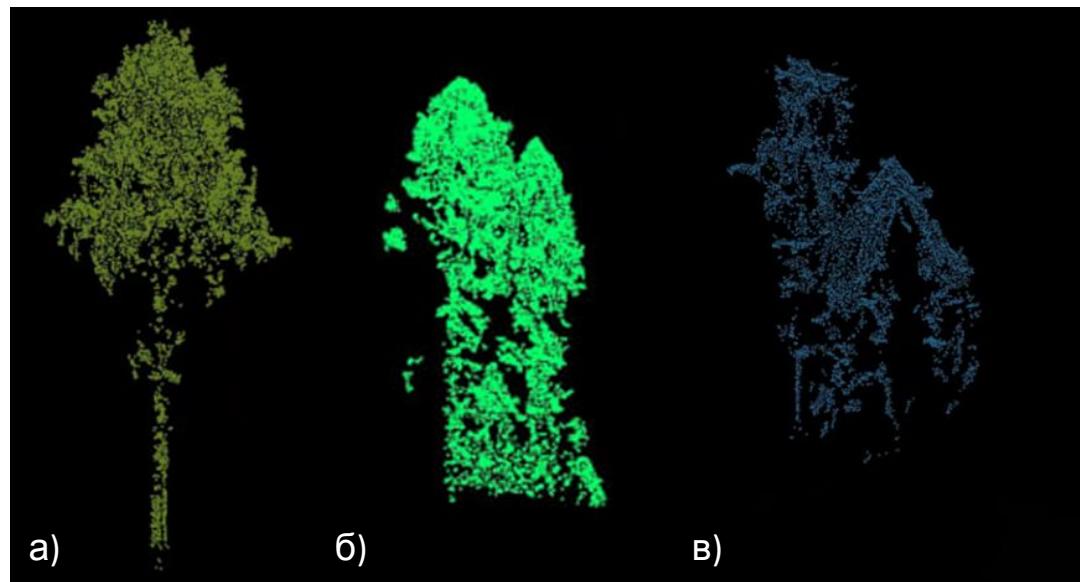


Рисунок 4. Примеры результатов сегментации отдельных деревьев.

- а) корректный результат сегментации
- б) некорректные результаты сегментации группы деревьев в 1 ярусе и подлеске
- в) некорректные результаты сегментации группы деревьев в подлеске

Методы исследования

Для классификации деревьев по породному составу: написан скрипт на языке программирования MATLAB

Скрипт выделяет 5 классов:

1. Ель
2. Сосна
3. Лиственница
4. Береза
5. Кедр

Морфологические и спектральные признаки для кластеризации ТЛО:

1. «PeakHeightRelative» – относительная высота дерева, на которой сосредоточен пик плотности ТЛОд
2. «OBB_HeightToWidth» – соотношение высоты к ширине описывающего СД параллелепипеда
3. «DensitySkew» – асимметрия распределения плотности ТЛОд
4. «TextureEntropy» – неоднородность цветовой текстуры ТЛОд
5. «LowerZoneDensity» – плотность ТЛОд в нижней части
6. «UpperZoneDensity» – плотность ТЛОд верхней части
7. «WinterGreenIndex» – зимняя «зеленость» ТЛОд
8. «CrownCompactness» – компактность ТЛОд
9. «CanopyThickness» – «толщина» ТЛОд
10. «CrownDensity» – плотность кроны

Результаты исследования

Дистанционная оценка:

- Идентифицировано: 3991 дерево
- Общий запас стволовой древесины: **1376 м³**

Наземная оценка:

- Общий запас древесины: **1417 м³**

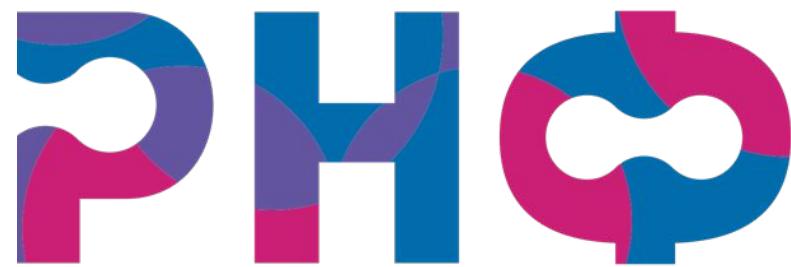
Точность по показателям общих запасов стволовой древесины: **97%**

Таблица 1. Точность дистанционной оценки запасов стволовой древесины по породам деревьев

Порода	Общий запас стволовой древесины, кубических метров		Точность ДО, %
	Наземная оценка (НО)	Дистанционная оценка (ДО)	
Ель	255	324	127
Сосна	334	477	143
Лиственница	71	25	35
Береза	490	514	105
Кедр	267	36	13,5

*Значения выше 100% указывают на переоценку запаса, а значения ниже 100% — на недооценку

Благодарности



Российский
научный
фонд

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 25-17-20042 «Разработка системы комплексной оценки состояния природных сред с учетом целей низкоуглеродного развития ХМАО-Югры: БПЛА, ГИС, нейронные сети и наземная верификация»



Югорский
государственный
университет



Лаборатория
геоинформатики
экосистем

Спасибо за внимание!

Ернова Альбина Андреевна
Инженер-исследователь
Лаборатории Геоинформатики экосистем
a_ernova@ugrasu.ru