

Оценка биометрических и морфоструктурных характеристик сосновых древостоев на основе высокодетальной аэрокосмической съемки

аспирант 2 года обучения

Никитина Алена Дмитриевна

научный руководитель

в.н.с., к.г.н. Князева Светлана Владимировна



ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН»

Цель исследования

Определение биометрических и морфоструктурных характеристик сосновых древостоев по изображению верхнего древесного полога на высокодетальных аэрокосмических снимках и ЦММ, необходимых для оценки ресурсного потенциала и экосистемных функций лесов

Наземные
обследования
и таксация



БПЛА



Космические снимки
с пространственным
разрешением 1-3 м

Объекты исследования



НП «Куршская коса»

прибрежно-морской эоловый
ландшафт

лесоустройство 2016 г.



НП «Смоленское Поозерье»

зандровый ландшафт

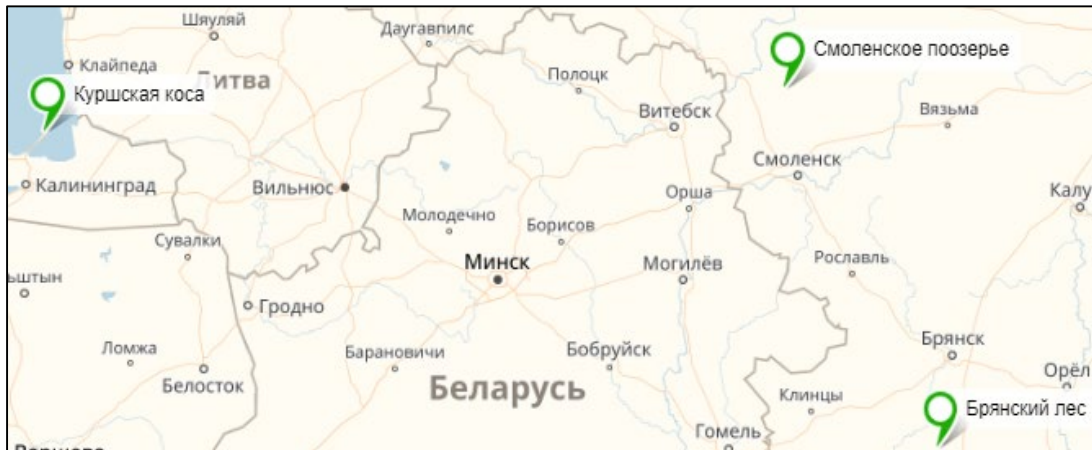
лесоустройство 2015 г.



ГПБЗ «Брянский лес»

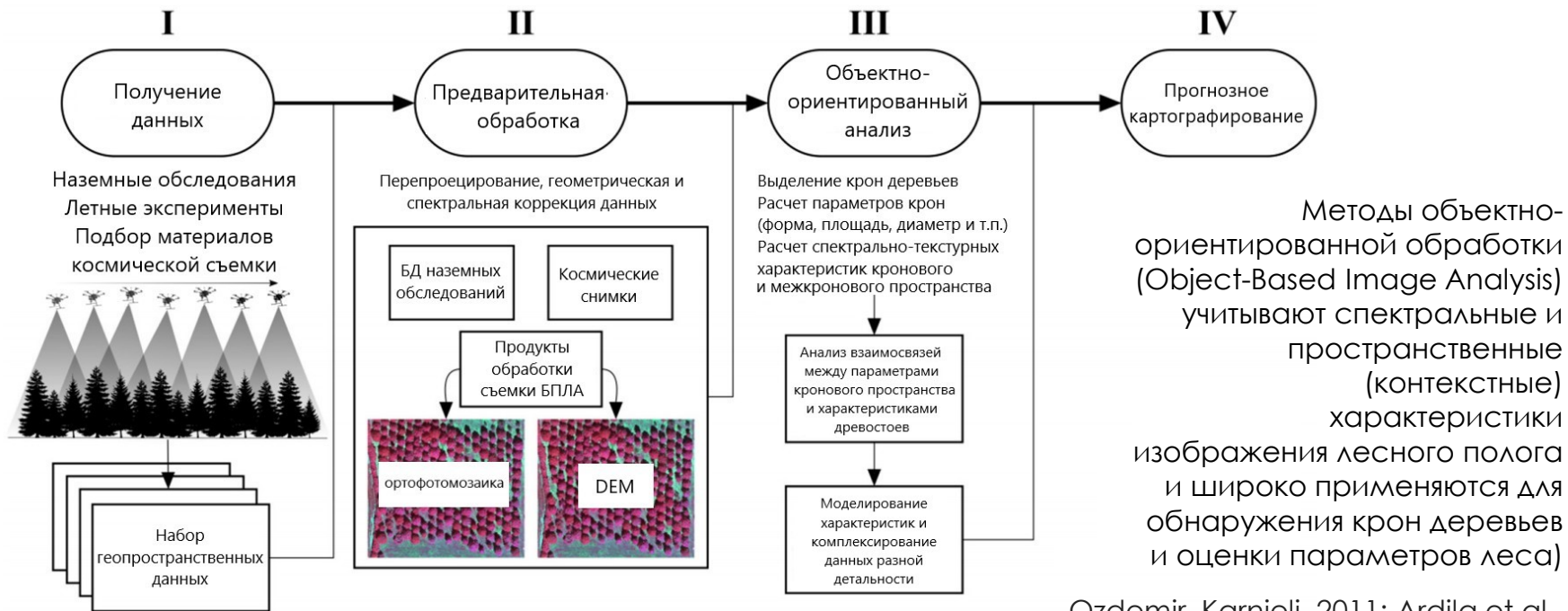
зандровый ландшафт

лесоустройство 2006 г.



Сосняки разновозрастные:
-молодые (0-40 лет)
-средневозрастные (40-80 лет)
-старовозрастные (80+)

Основные этапы обработки данных



Ozdemir, Karnieli, 2011; Ardila et al., 2012; Evans et al., 2014; Tanhuanpaa et al., 2014; Kampen et al., 2019; Bulut et al., 2019

Геоботанические и лесотаксационные обследования

- Количество деревьев
- Проективное покрытие
- Диаметр
- Высота
- Возраст
- Наземная разметка пробной площади волчатником и опорными точками



Съемка БПЛА

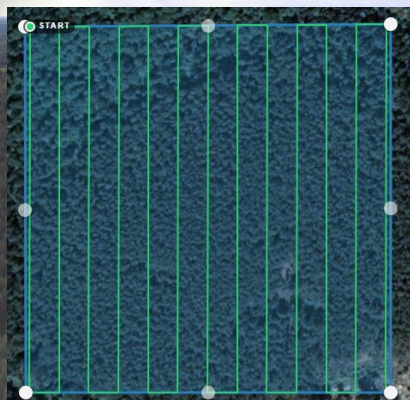


Площадь участка – 9 га

Высота полета – 180 м

Перекрытие – 90 %

Аэрофотосъемка проводилась при скорости ветра не более 15 м/с при сплошной и переменной облачности в период с 9 до 16 часов



DJI
Phantom 3 Advanced



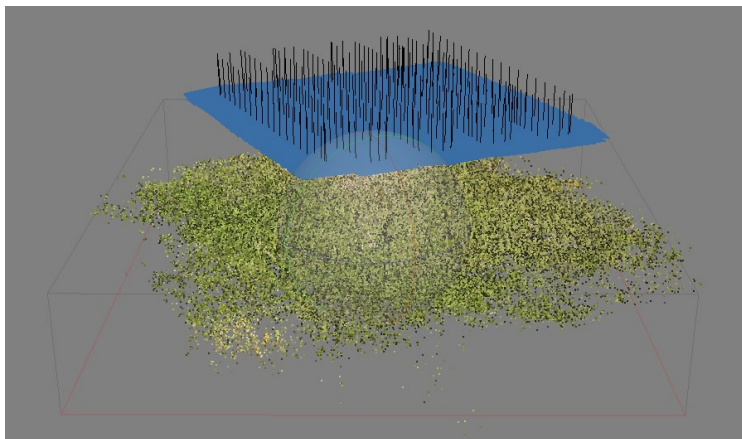
DJI
Mavic Pro



Съемка БПЛА



- Оценка качества изображений
- Выравнивание фотографий
- Построение плотного облака точек
- Создание ЦММ и ортофотоплана

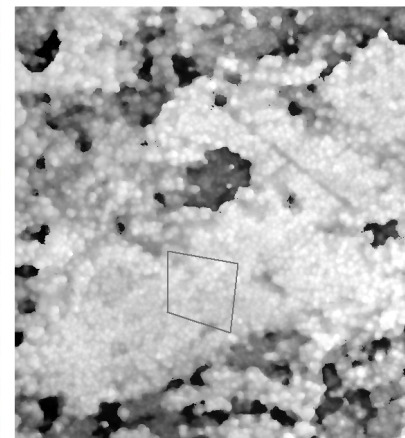


Пример облака точек в ПО Agisoft PhotoScan



а)

1:2 500

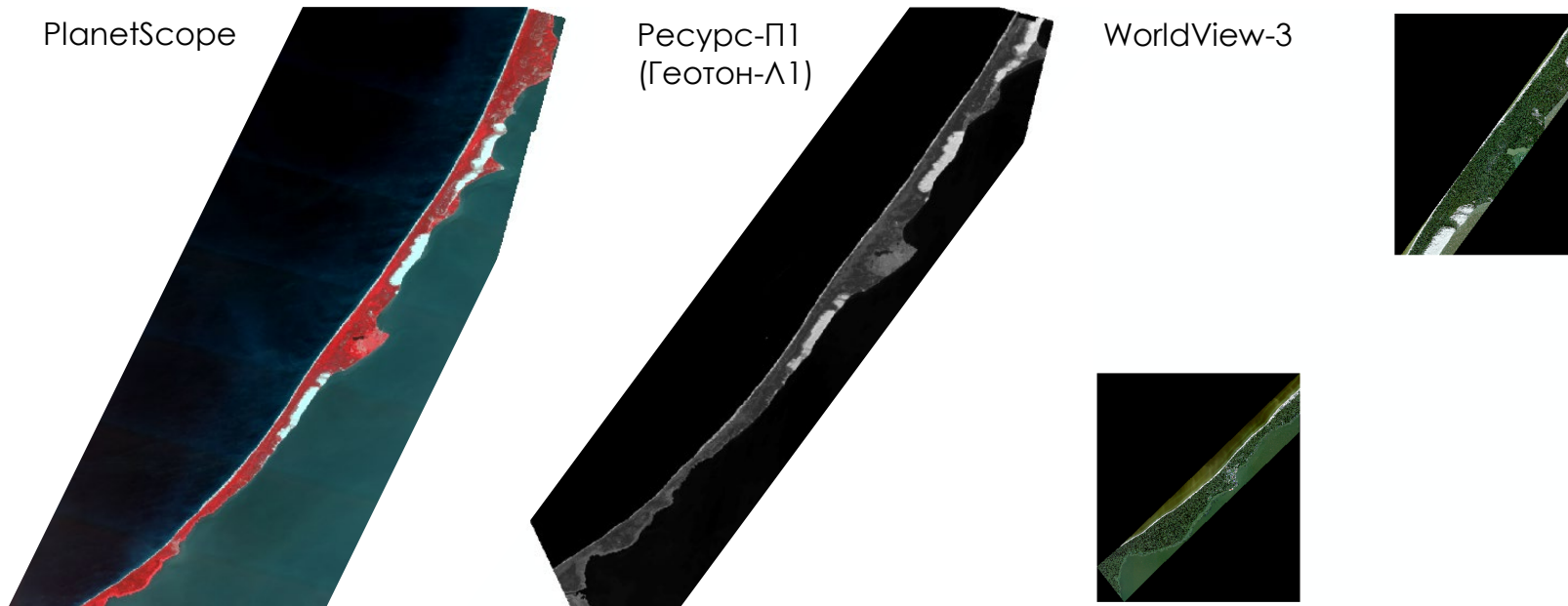


б)

1:2 500

Куршская коса, сосняк, 105-110 лет, ортофото мозаика (а) и цифровая модель местности (б)

Космические снимки сверхвысокого пространственного разрешения



Спутники	Разрешение	Даты
Ресурс-П1 (Геотон-Л1)	3 м (мультиспектр.), 1 м (панхром.)	31.03.2017, 09.06.2018
PlanetScope	3,6 м (мультиспектр.)	Снимки 2016-2018 гг.: весна, лето, осень
WorldView-3	0,7 м(панхром.) 2,8 (мультиспектр.)	Август 2018

Материалы



Бонитет	I	II	III	IV	V
Возраст					
Молодые (20-40 лет)	1	1	4		2
Средневозрастные (40-80 лет)	5	2	2	2	1
Старовозрастные (более 80 лет)	3	2	9	2	-

Количество участков со съемкой с БПЛА и наземной таксацией

Оценка возможности получения биометрических показателей ключевых участков по карте глубин (DEM)

1. Количество деревьев

Поиск локальных максимумов, комбинируемый с методом водораздела, со скользящим окном 3x3.

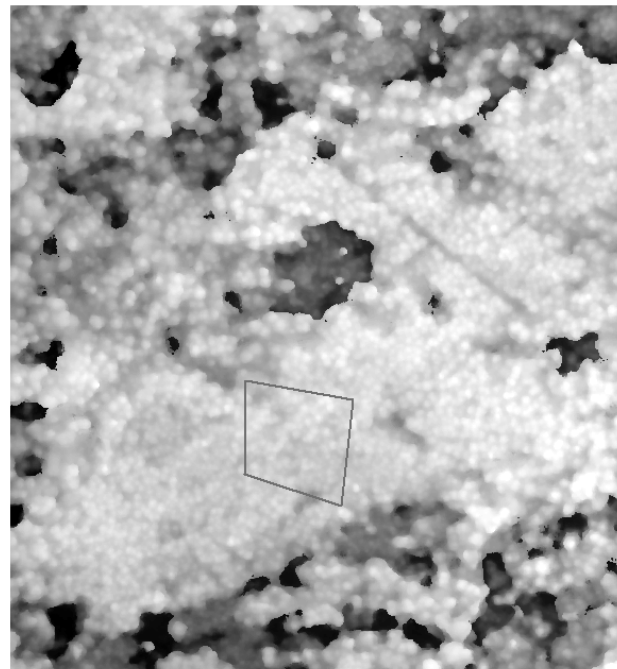


Общее количество площадок (n) = 21.
Происходило сравнение с наземными обследованиями.

Выявлена значительная ошибка прогнозирования (средняя абсолютная ошибка MAPE = 50,6%) со значением среднеквадратической ошибки RMSE = 15,8 (шт./100м²).

При делении на группы возраста (молодые древостои (n=5), средневозрастные (n=8), старовозрастные (n=8)) наблюдается сокращение средней абсолютной ошибки MAPE с 65% для молодых древостоев к 52% для средневозрастных и 39% для старовозрастных.

Использование DEM для определения количества деревьев показывает высокий процент ошибок и **НЕВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.**



1:2 500

Куршская коса, сосняк, 105-110 лет

Оценка возможности получения биометрических показателей ключевых участков по карте глубин (DEM)

2. Высота

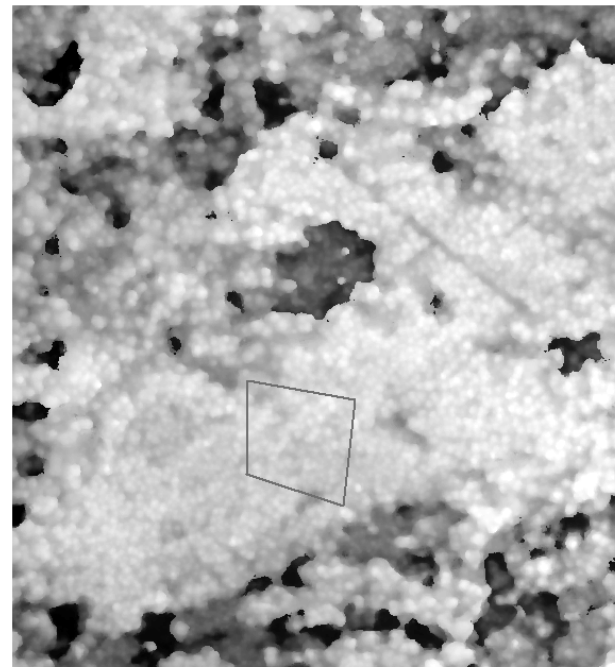


Общее количество площадок (n) = 14.

Площадки заложены на территории НП Куршская коса в 2017 г.

- Поиск глобального минимума (уровень земной поверхности)
- Вычитание из матрицы DEM глобального минимума
- Получение карты высот с абсолютными значениями высоты от уровня земной поверхности.
- Удаление участков с высотой менее 5 м для отсеивания открытых пространств в пределах участка.
- Вычисление среднего, характеризующего среднюю высоту древостоя.

Высокая точность прогноза. Средняя абсолютная ошибка MAPE составила 14,8% при среднеквадратической ошибке RMSE = 1,7 м. Полученные результаты говорят о возможности использования DEM для определения средних высот древостоев.



1:2 500

Куршская коса, сосняк, 105-110 лет

Регрессионный анализ : выявление и оценка взаимосвязей

Биометрические параметры древостоев

- средний диаметр
- средний возраст
- средняя высота древостоя
- количество деревьев,
пересчитанное на 100 м²
(густота древостоя).

Дешифровочные признаки, полученные с ортофотомозаик и DEM

- высота древостоя, вычисленная по карте высот (Height_drone)
- относительная площадь крон участка (сомкнутость древесного полога, сомкнутость), рассчитанная на основе визуального определения (relAC)
- количество деревьев на 100 м² (stdQT), рассчитанное на основе визуального определения
- средняя площадь кроны участка, рассчитанная на основе визуального определения (avAC)
- среднее расстояние между вершинами деревьев (Dist_average)

n=21	Уравнение регрессии	R ²	RMSE
Средний диаметр (см)	$0,7154 + 0,735 * \text{Height_drone} + 1,4137 * \text{Area_cr_average}$	0,88	3,4
Средний возраст (кол-во лет)	$-27,2 + 3,55 * \text{Height_drone} + 14 * \text{Dist_average}$	0,65	21,5
Средняя высота (м)	$-10,7881 + 16,1508 * \text{RelAC} + 4,3048 * \text{Dist_average}$	0,88	2,2
Количество деревьев / 100 м²	$4,673 + \text{stdQT} * 0,8979$	0,69	6

Параметры точности определения характеристик древостоев по данным с БПЛА

Методы

Сегментация и выделение локального максимума LM на модели древесного полога (карте глубин)

Сегментация (автоматическая и визуальная) изображения древесного полога на ортофотоплане

Средняя высота, м

R2 = 0,86, CKO =11% (Zarco-Tejada et al., 2014);
R2 = 0,94, (Birdal et al., 2017)
RMSE=1 м (Mikita et al., 2016)
R² = 0,82 (Lisein et a., 2013)

R² =0.45–0.97 (Phu La et al., 2015); RMSE = ±1 м
(Saarinen et al., 2014);
RMSE=1.27 м (Tanhuanpaa et al., 2014)
R² = 0,97 (Puliti et al.,2015)

Средний диаметр ствола, см

RMSE =0.9-1.8 см (Mikita et al., 2016)

RMSE =7 см (Tanhuanpaa et al., 2014)
R² = 0.81 - 0.87 (Rahman M, Rashed T , 2015)

Густота (число) деревьев на ед. площади (га)

60 (сомкнутые древостои) - 87% (редколесье) (Медведев и др., 2020)
86% (Mohan et al., 2017)

R² = 0,57 (Puliti et al.,2015)
69% (Rahman M, Rashed T , 2015)
88.8% (Tanhuanpaa et al., 2014)

Спасибо за внимание

