

Методика определения параметров насаждений в плотном облаке точек

Цели и задачи

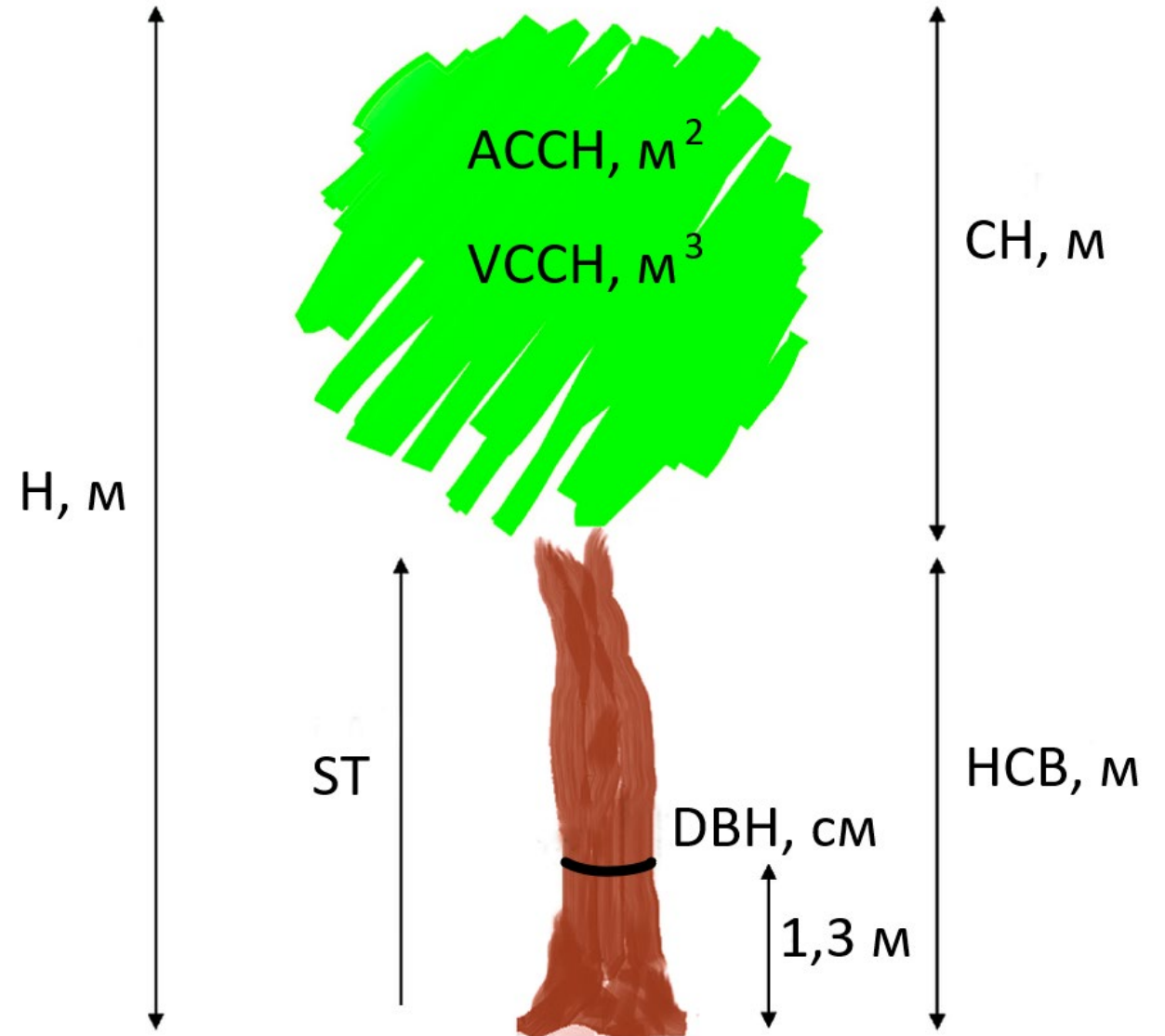
1. Анализ предметной области
2. Выбор методов и алгоритмов
3. Составление методики определения параметров
4. Выбор программного обеспечения
5. Проектирование и разработка системы и модуля для улучшения результатов вычисления ряда таксационных параметров деревьев
6. Сравнение результатов измерений параметров с результатами измерений, произведенных с помощью аналогичных программных средств

Актуальность и новизна

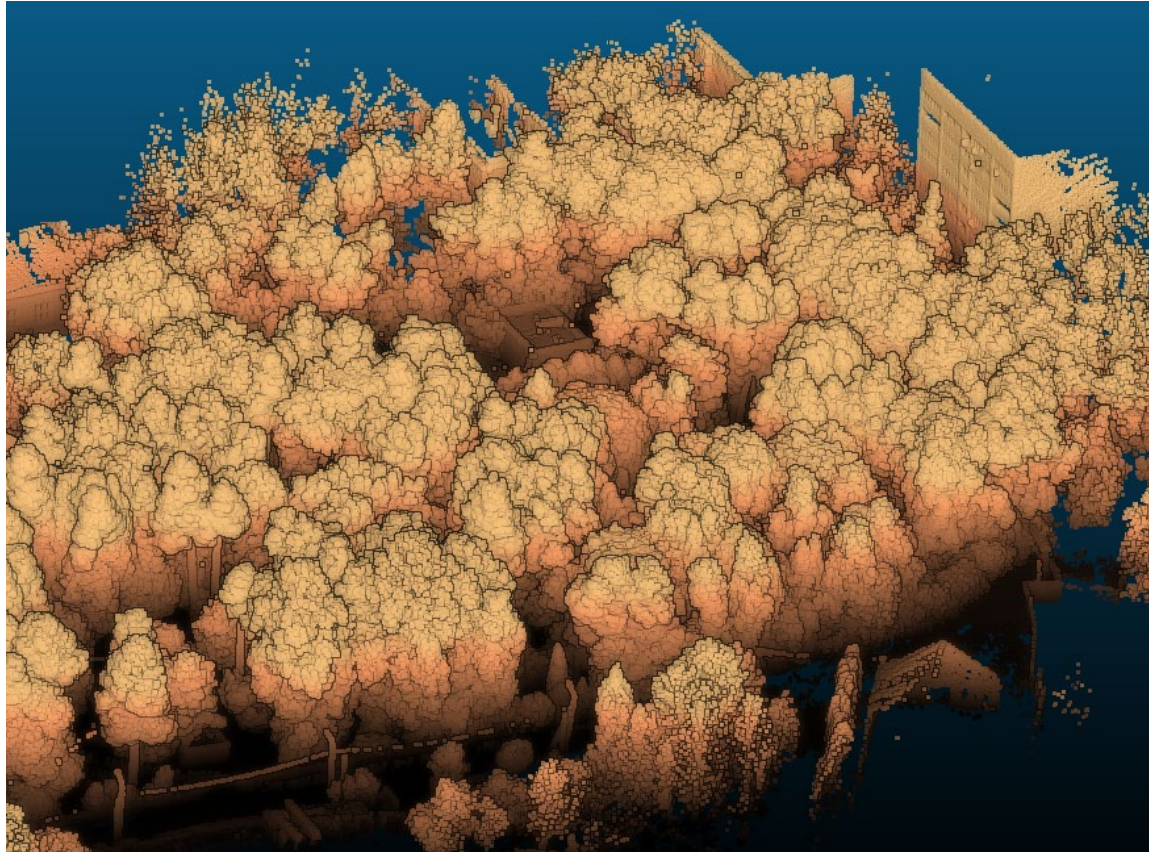
1. Своевременное обновление существующих данных о лесных массивах
2. Совершенствование методов измерений таксационных параметров насаждений
3. Создание открытой библиотеки
4. Создание системы для импортозамещения

Таксационные показатели дерева

- Высота (H) дерева
- Длина (L) дерева
- Диаметр (DBH) дерева
- Сбег ствола (ST) дерева
- Объем и площадь выпуклой оболочки кроны (ACCH, VCCH)
- Высота до основания кроны (HCB)
- Высота кроны (CH)



Удаленные методы сбора данных LiDAR



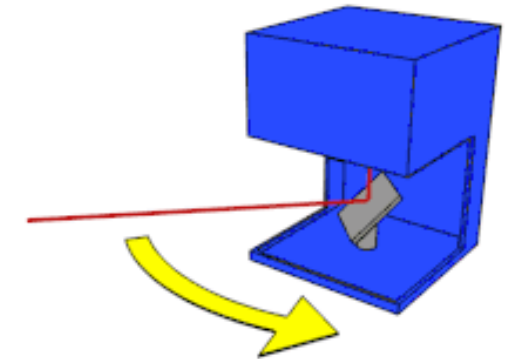
Результат сканирования



Беспилотный комплекс
«Геоскан 401 Лидар»



Лазерный сканер
для БПЛА



Схематичное
представление
лазерного сканера

Удаленные методы обработки данных LiDAR



CloudCompare

Возможность ручного редактирования облаков различных объектов с широкими возможностями и расширяемыми плагинами обработки и визуализации.



3DForest

Возможность автоматического проведения сегментации лесов и измерения параметров деревьев. Разработано для обработки лесных насаждений.

Предварительная обработка

1. Удаление шумов

2. Выявление рельефа поверхности земли

Используется:

Метод оценки нормалей поверхностей на основе ковариационного анализа с предварительным разбиением плоскости с помощью k-d-дерева.

Результат:

Нормализованный вектор из трех координат – (N_x, N_y, N_z)

Метод оценки нормалей объединяется с фильтром близости к земле



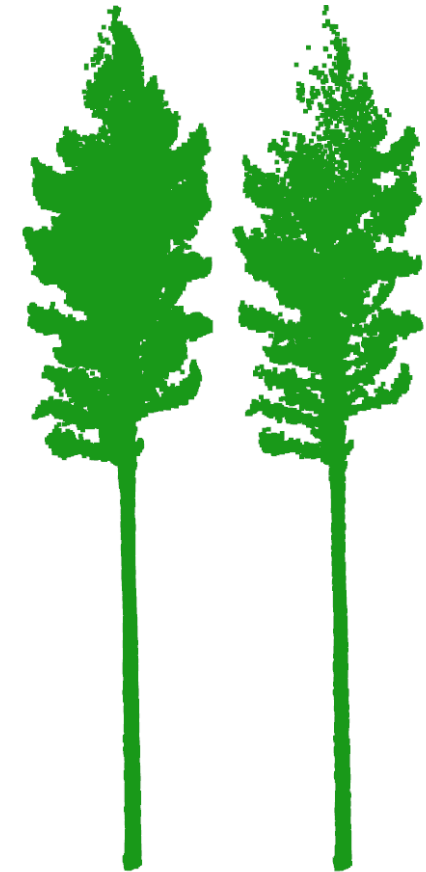
Исходное
облако

Облако с
вычисленными
нормальями

Результат
выделения
кластеров

Уменьшение размерности облака

Количество точек	403746	50469
Диаметр, см	24,38	24,35
Высота, м	21,89	21,78
Длина, м	21,90	21,78
Высота кроны, м	10,33	11,40
Объем кроны, м ³	99,77	98,91
Площадь кроны, м ²	128,48	122,00
Время, с	1437	27
Время, мин	24	0,5

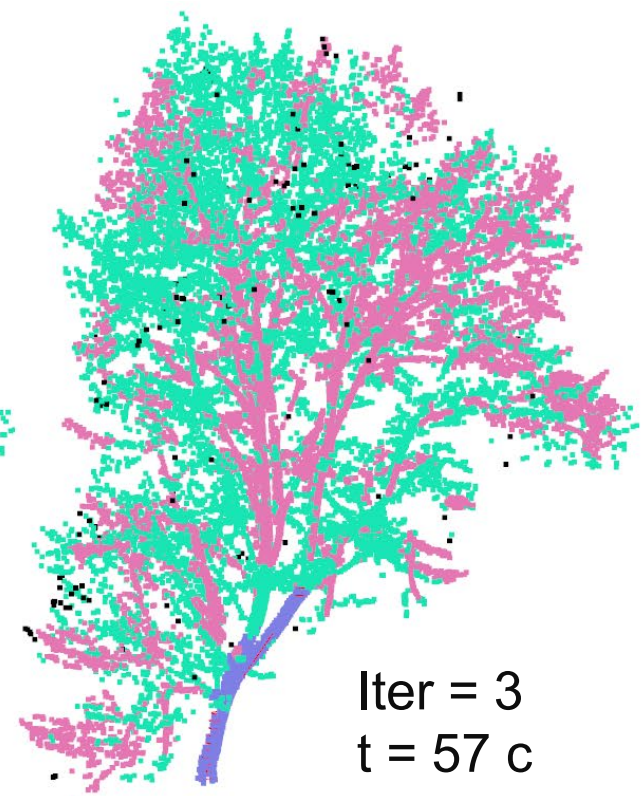
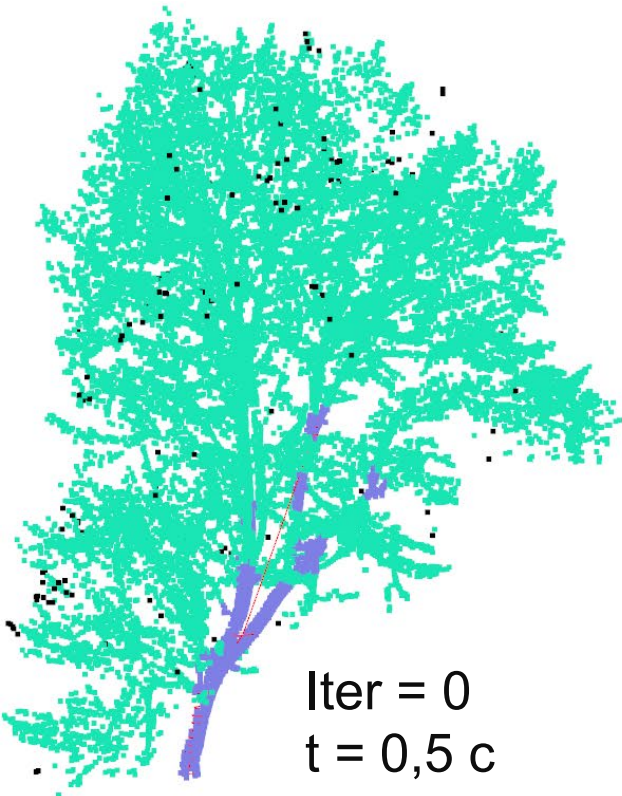
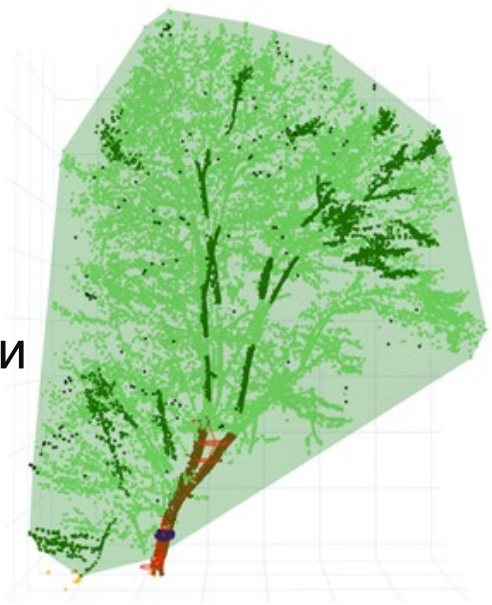


до	после
403746	50469

Сегментация дерева

1. **DBSCAN** (выделение ствола)
(ϵ ps – локальная окрестность точек,
MinPts – минимальное количество соседей)
2. **OPTICS** (выделение веток)
(Iter – количество итераций алгоритма)

Нахождение
минимальной
выпуклой оболочки
кроны с помощью
QuickHull

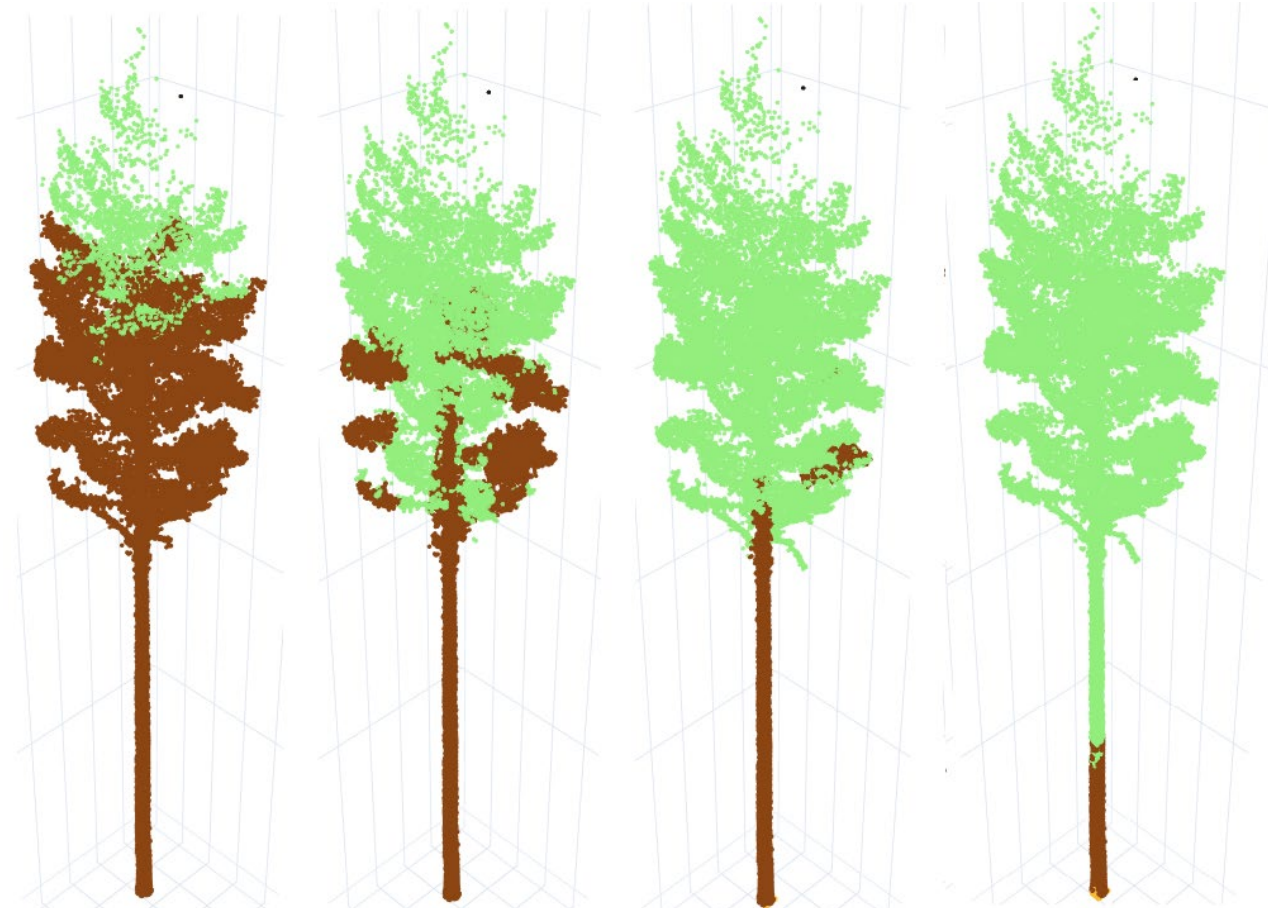


Улучшение качества сегментации

1. В зависимости от eps метода DBSCAN

2. Использование дополнительных атрибутов записей точек

- Цвет точки (RGB)
- Интенсивность точки (Intensity)
- Нормаль к поверхности, содержащую эту точку (N_x , N_y , N_z)



eps	0,35	0,22	0,16	0,10
-----	------	------	------	------

Улучшение качества сегментации



eps	0,35	0,22	0,16	0,35	0,35	0,35
Intensity	нет	нет	нет	да	нет	да
NormalsZ	нет	нет	нет	нет	да	да
Набор вх.данных	(X, Y, Z)	(X, Y, Z)	(X, Y, Z)	(X, Y, Z, I)	(X, Y, Z, Nz)	(X, Y, Z, I, Nz)

Аппроксимация окружности

1. Least Squares fit

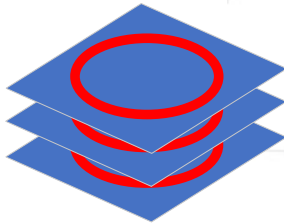
Метод наименьших квадратов

2. Hyper Least Squares fit

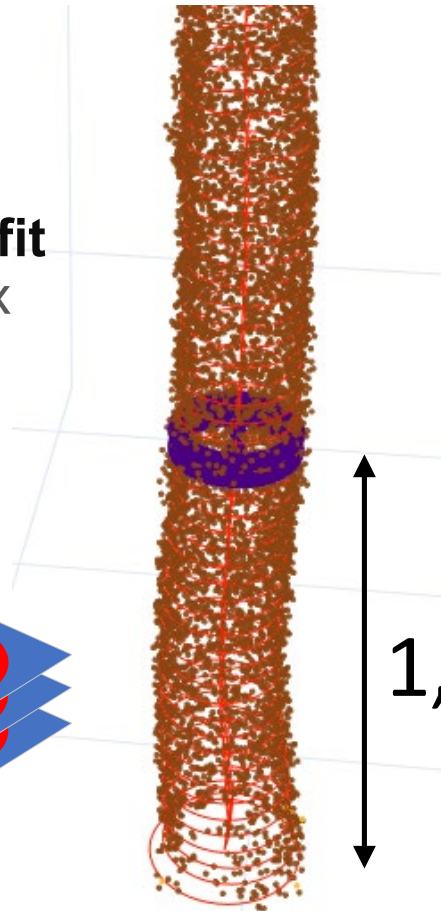
Метод гипернаименьших квадратов

Слои расчетов:

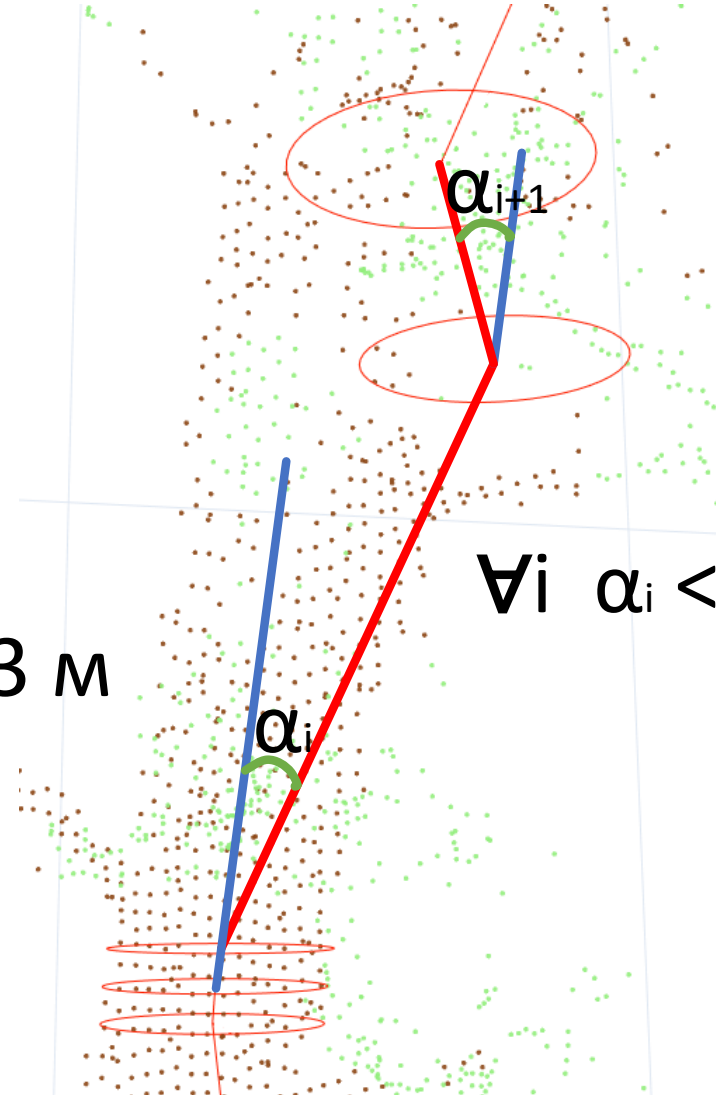
- $125 \pm 2,5$ см
- $130 \pm 2,5$ см
- $135 \pm 2,5$ см



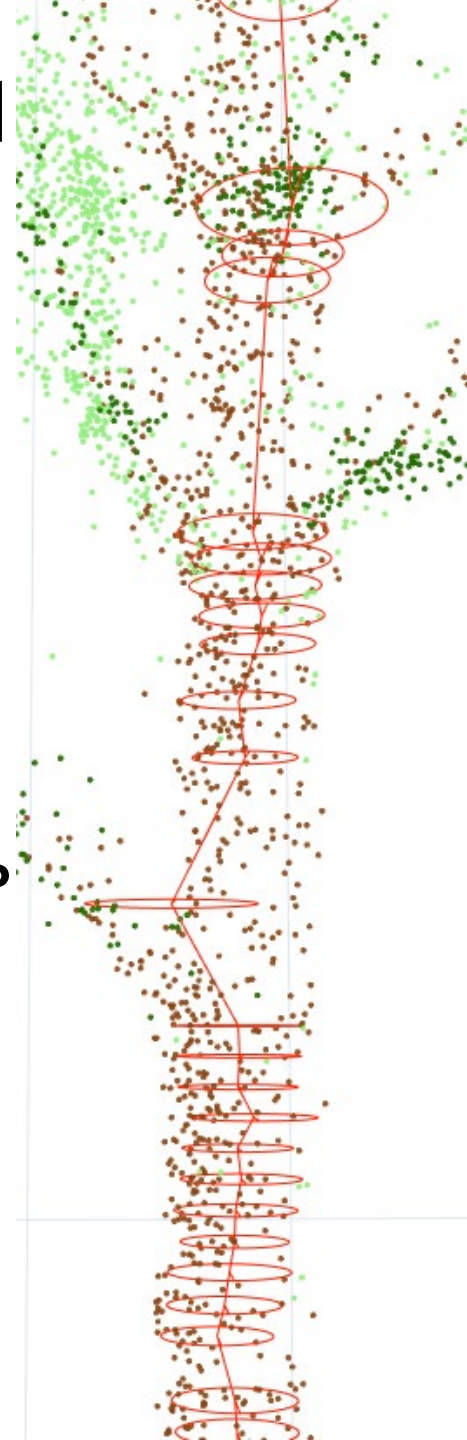
Медианное значение
принимается как итоговый диаметр



1,3 м



$\forall i \quad \alpha_i < 35^\circ$



Аппроксимация окружности в 3DForest и результаты

1. Least Squares fit

Метод наименьших квадратов

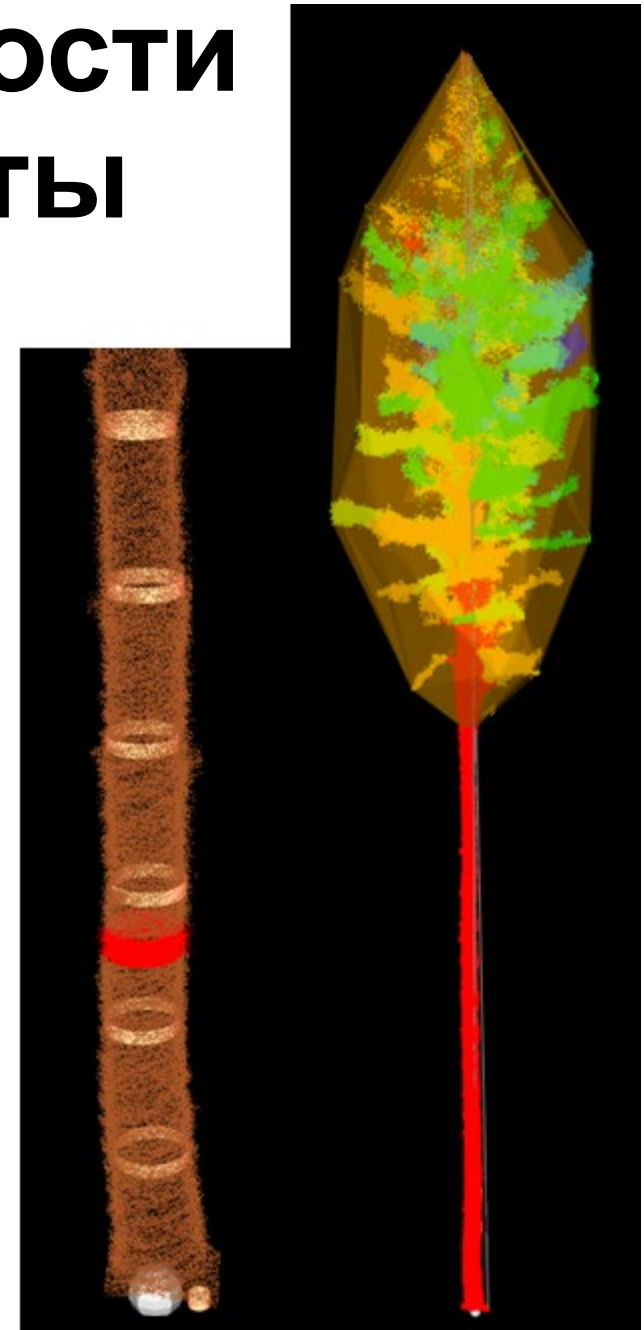
2. Randomized Hough transformation

Метод на основе случайной трансформации Хафа

Слой расчетов:

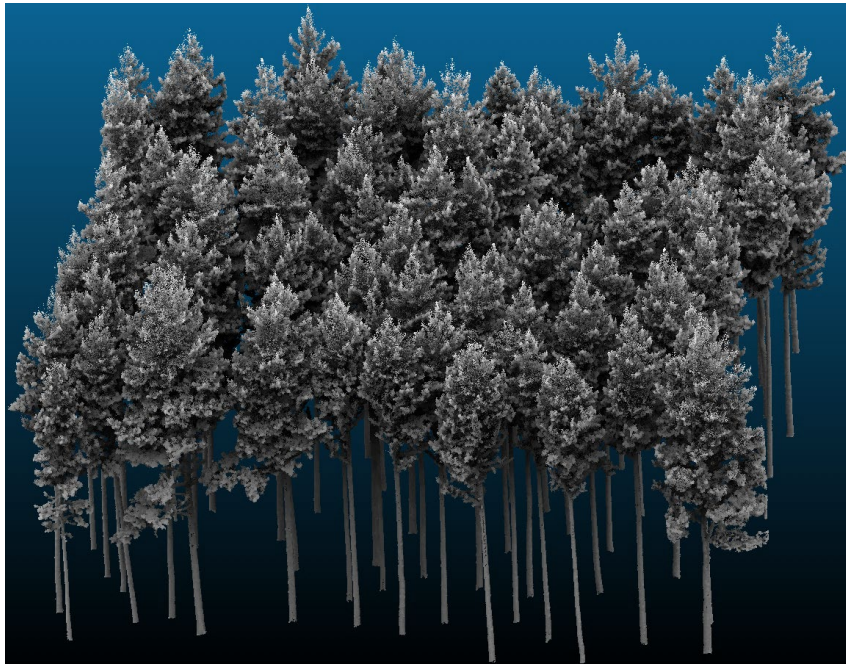
- 130 ± 5 см

Количество точек	403746	50469
Диаметр, см	24,34	24,31
Высота, м	21,90	21,78
Длина, м	21,90	21,78
Высота кроны, м	11,70	11,58
Объем кроны, м ³	103,20	98,84
Площадь кроны, м ²	126,91	123,11
Время, с	286	8
Время, мин	4,75	0,13
Время, мин	24	0,5



Данные для сравнительного исследования

- Данные сканирования 86 сосен
- Таксационные данные каждого дерева измеренные полевыми методами:
диаметр, высота и высота до начала кроны



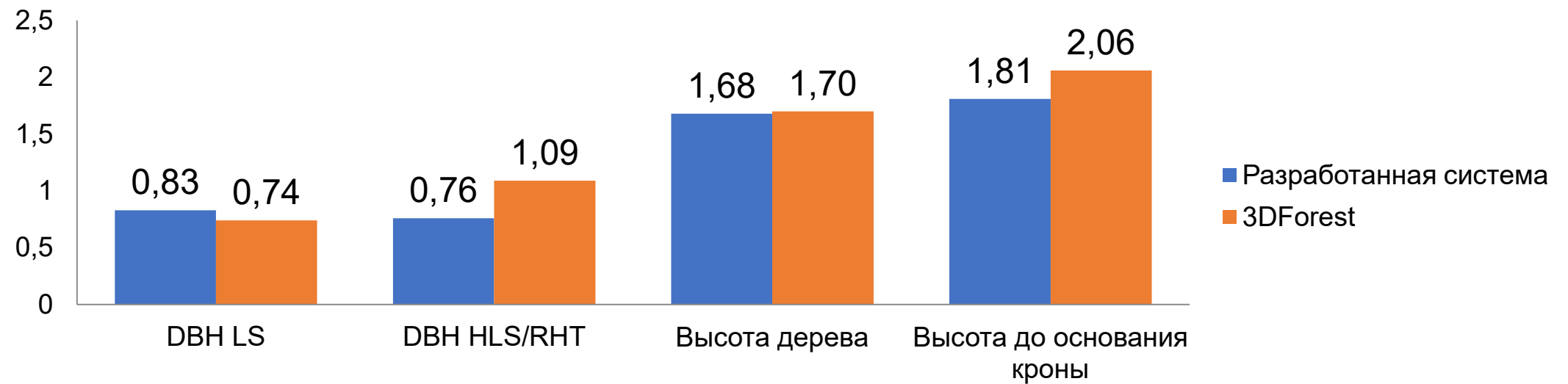
Исходные данные



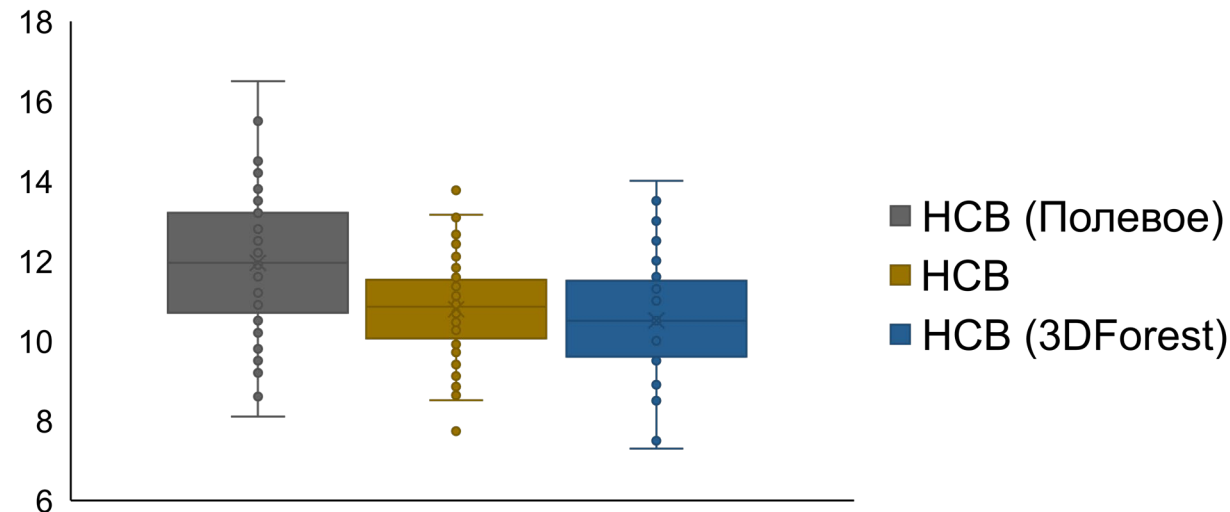
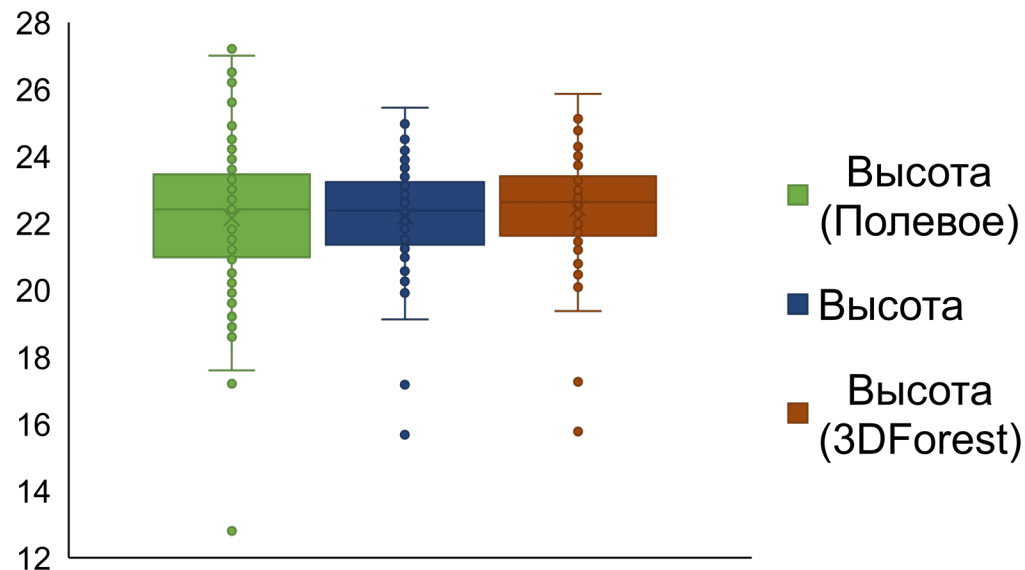
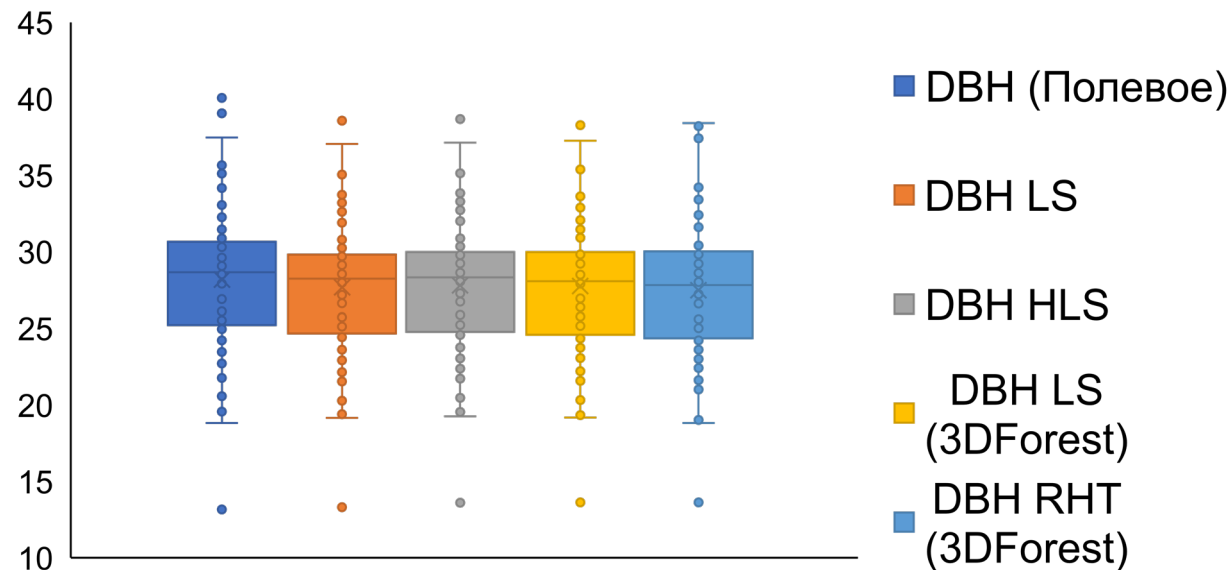
Отсегментированные данные
вручную

Сравнительное исследование

	Ошибки разработанной системы				Ошибки 3DForest			
	DBH LS	DBH HLS	Высота	HCB	DBH LS	DBH RHT	Высота	HCB
RMSE	0,83	0,76	1,68	1,81	0,74	1,09	1,70	2,06
Ошибка, %	-1,75	-1,26	0,87	-8,84	1,42	-2,48	1,95	-11,44

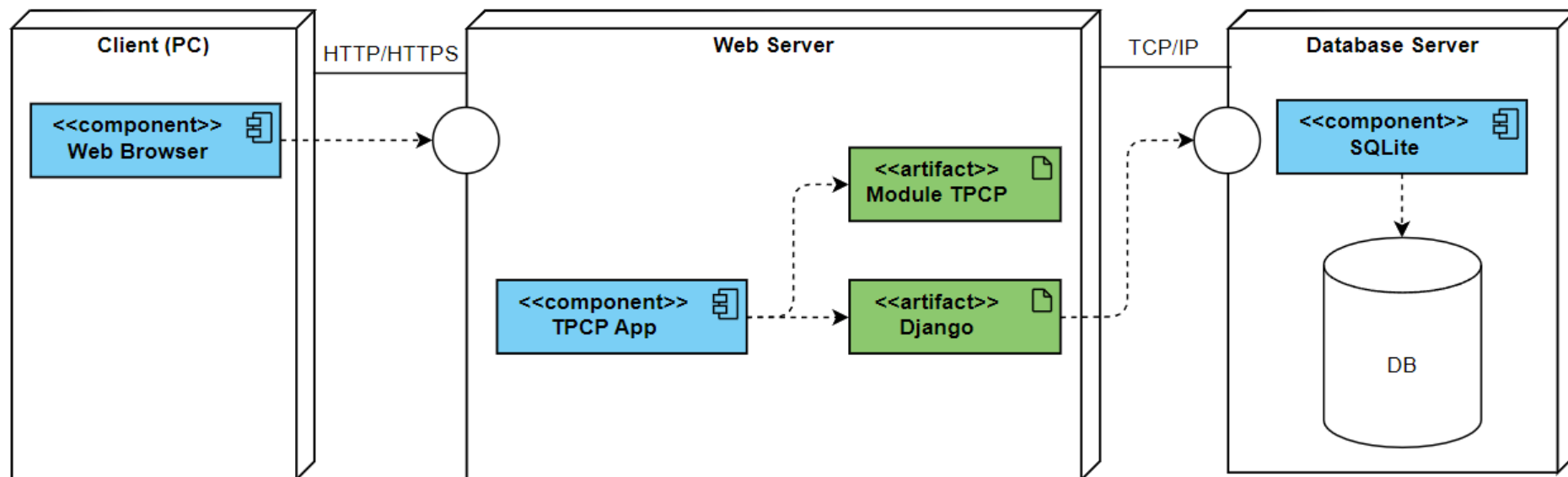


Сравнительное исследование



	Длина	Площадь кроны	Объем кроны
MSE	0,08	78,72	47,64
RMSE	0,28	8,87	6,90
ME	-0,24	-7,07	-5,90

Диаграмма развертывания и окружение



TPCP* App

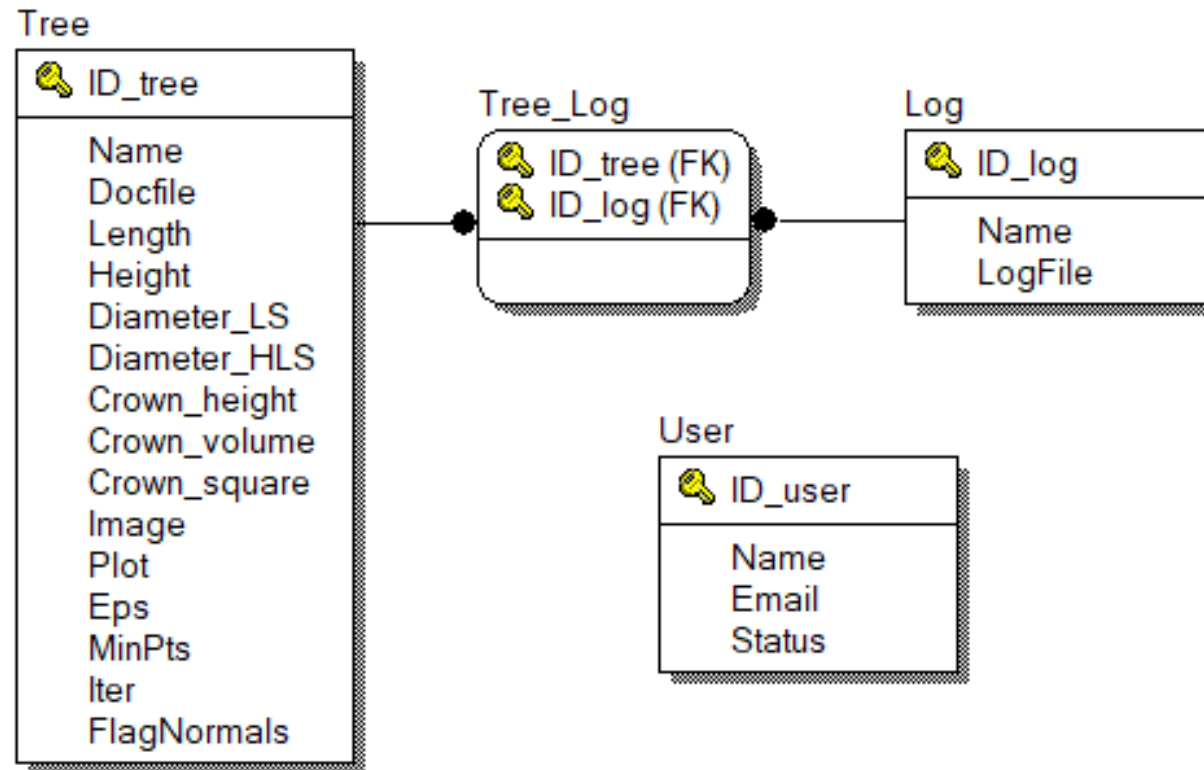
Django
SQLite

Module TPCP*

PyntCloud	Scikit-learn
Pandas	SciPy
NumPy	Plotly
Open3D	

***TPCP – Tree Point Cloud Processing**
(обработка плотного облака точек дерева)

ER-диаграмма



Алгоритм модуля



Регистрация, вход и загрузка файлов

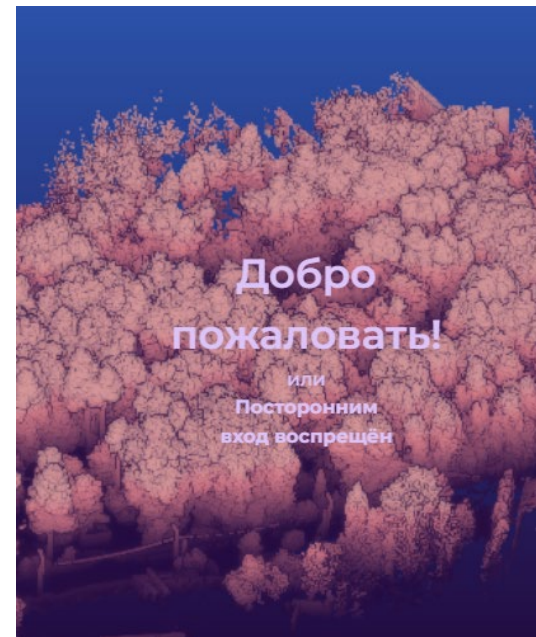
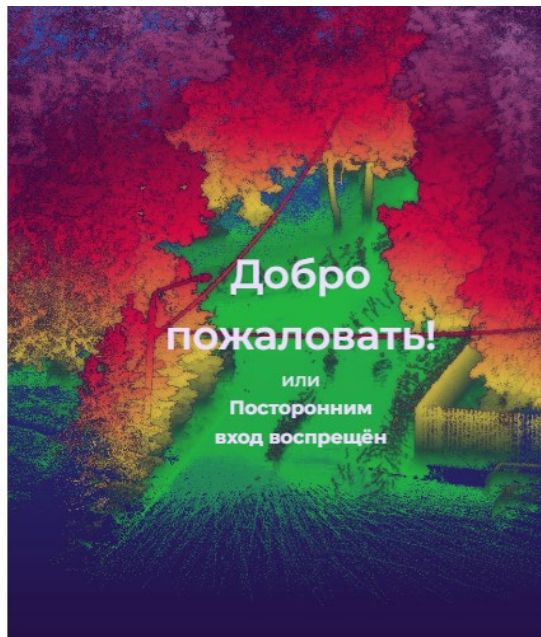
Войти

 Введите имя

 Введите пароль

Войти

Нет аккаунта? [Зарегистрируйтесь](#)



Регистрация

 Введите имя

 Введите email

 Введите пароль

 Повторите пароль

Регистрация

Уже есть аккаунт? [Войдите](#)

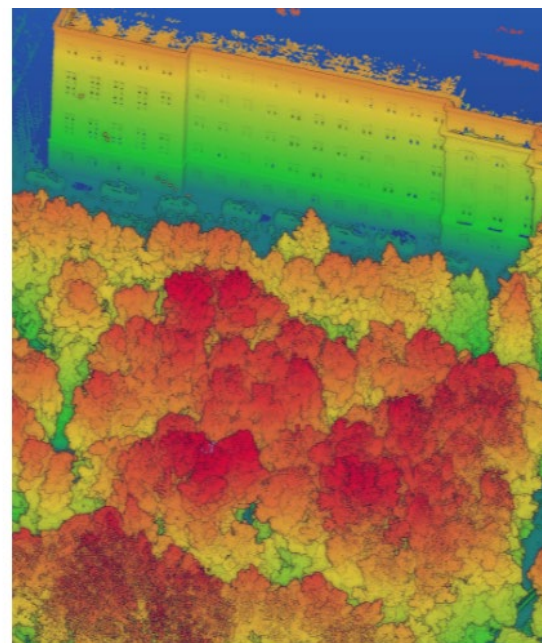
Загрузить файл дерева

 Загрузить файл

Введите название дерева

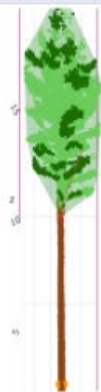
Загрузить

[Справка](#)



Просмотр деревьев

Список деревьев



01.pcd

D=24,41 H=21,88 L=21,89

[Подробнее](#) [Скачать](#)

12,3 МБ



02.pcd

D=26,83 H=23,48 L=23,49

[Подробнее](#) [Скачать](#)

13,7 МБ

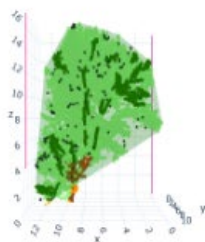


03.pcd

D=21,77 H=20,56 L=20,56

[Подробнее](#) [Скачать](#)

7,2 МБ

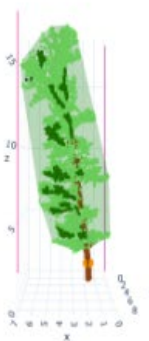


7.pcd

D=33,01 H=16,78 L=16,86

[Подробнее](#) [Скачать](#)

278,8 КБ

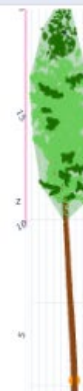


2.pcd

D=0,29 H=18,33 L=18,76

[Подробнее](#) [Скачать](#)

235,7 КБ



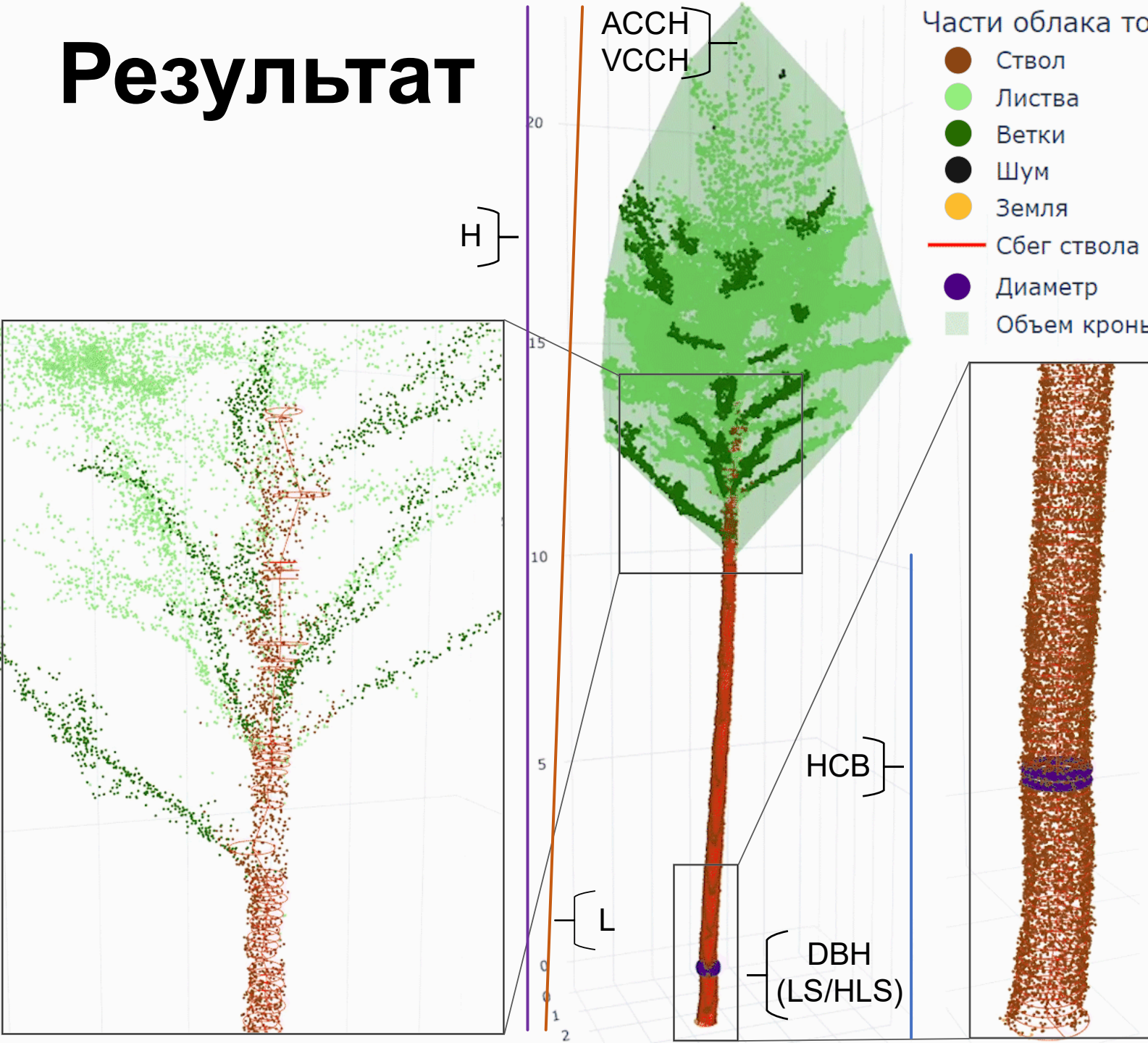
04.pcd

D=21,53 H=22,14 L=22,15

[Подробнее](#) [Скачать](#)

11,5 МБ

Результат



69.pcd

69.pcd (14,5 МБ)

Диаметр = 28,76 см / 28,85 см

Высота = 21,734 м

Длина = 21,754 м

Высота до осн. кроны = 10,331 м

Объем кроны = 149,632 куб. м

Площадь кроны = 154,790 кв. м

Параметры для расчета:

Радиус окрестности ближайших точек:

Eps 0,35

Минимальное количество соседей для кластера:

MinPts 100

Количество итераций алгоритма OPTICS:

Iter 1

☒ Учет нормалей в сегментации

Рассчитать

Заключение

1. Исследованы различные методы расчетов таксационных параметров деревьев
2. Предложены оптимальные параметры и условия проведения сегментации частей дерева
3. Предложена методика оценки таксационных параметров
4. Получены результаты, в ряде случаев улучшающие качество сегментации существующих решений
5. Сравнены методы аппроксимации окружности для дальнейшей оценки диаметра ствола дерева: Least Square fit и HyperLS fit
6. Создана открытая библиотека и веб-приложение для улучшения результатов вычисления ряда таксационных параметров деревьев.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!