



XXI Международная конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДРОСТА

И.В. Мателенок, Д.А. Семенов



Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

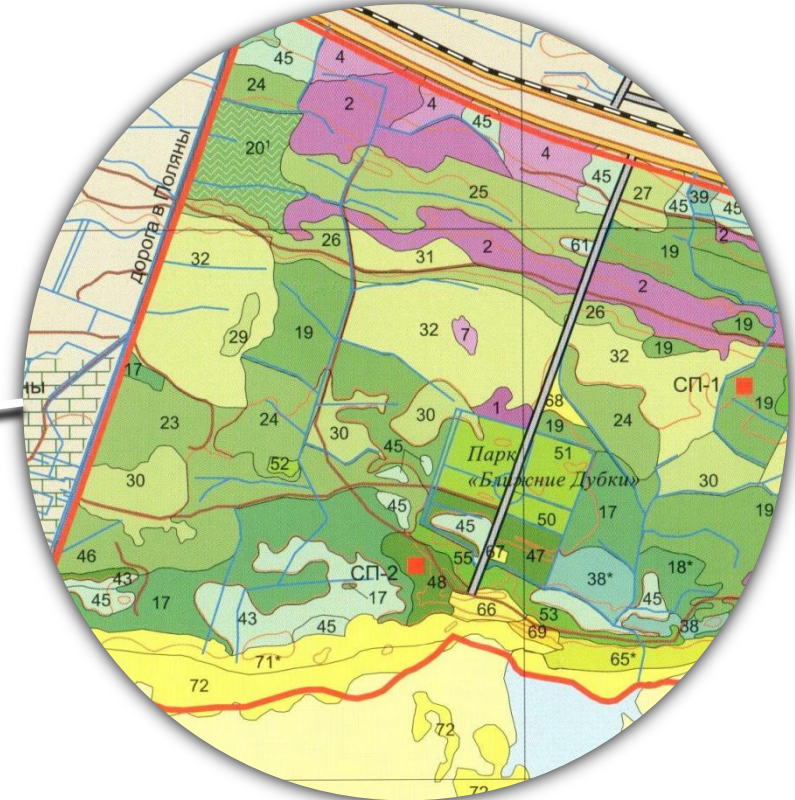
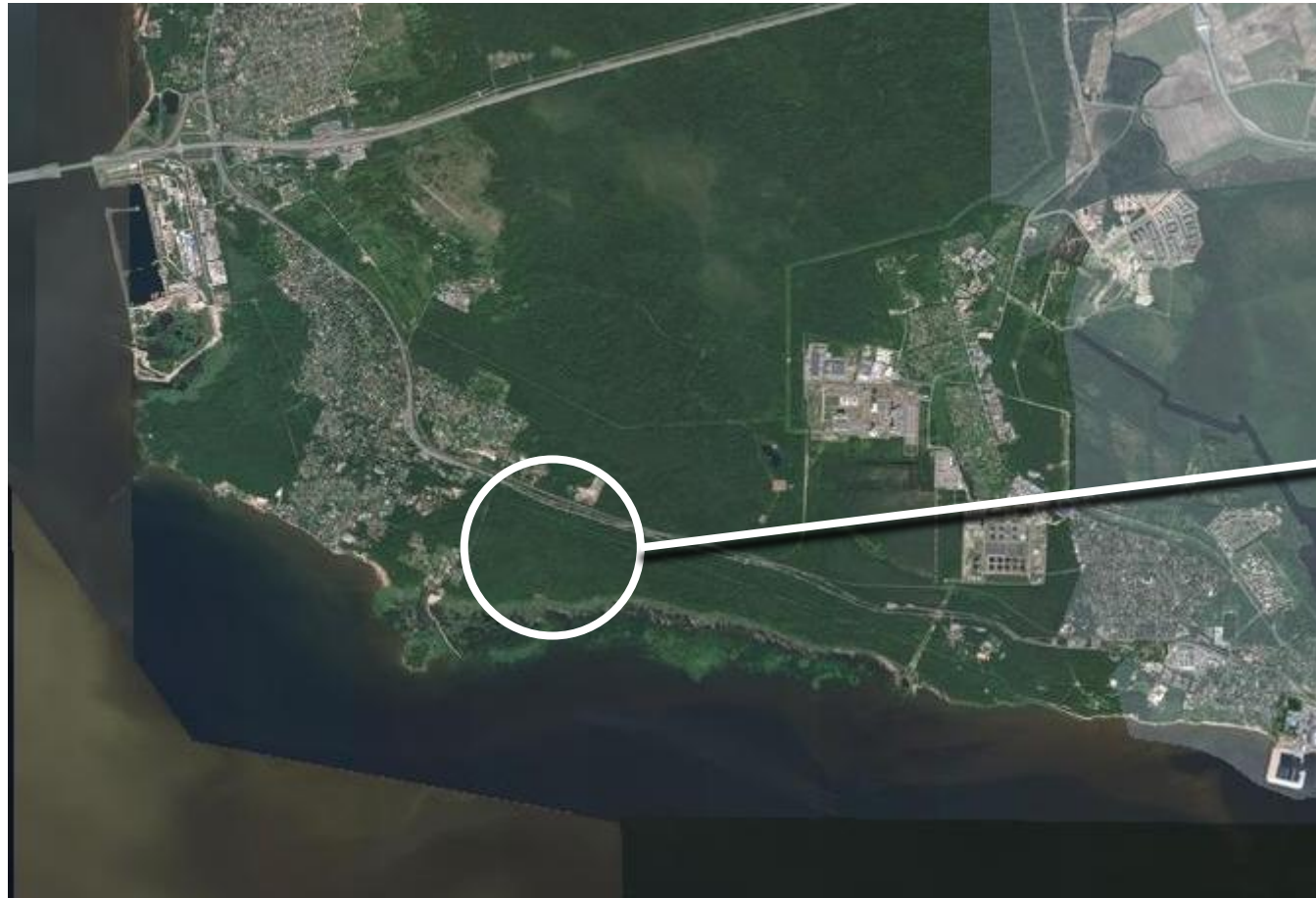
Москва, 13 - 17 ноября 2023 года

- ❖ Лазерные сканеры наземного и авиационного базирования позволяют оценивать множество характеристик древостоев при решении задач лесоведения и лесного хозяйства, в том числе служат для косвенного определения высоты, диаметра ствола дерева, полноты насаждений и формы крон.
- ❖ К факторам, осложняющим картирование ствола с помощью наземных лазерных сканеров и ведущим к фрагментированности его образа в получаемом облаке точек, относится наличие низкорасположенных ветвей, круглогодичное присутствие на них хвои, разнообразие ориентаций фитоэлементов, развитость подлеска и живого напочвенного покрова.
- ❖ Возможность использования алгоритмов определения диаметра ствола, демонстрирующих эффективность в приспевающих и спелых древостоях, при работе с данными лазерного сканирования по участкам, занятым подростом, требует дополнительной проверки.

Цель работы – оценка применимости подхода к определению диаметра ствола, основанного на аппроксимации проекций фрагментов облака точек эллипсами, для обработки данных лазерного сканирования подроста хвойных пород.

Задачи:

- получение облака точек в ходе лазерного сканирования на тестовом участке, занятом подростом, и последующих камеральных работ;
- выделение в облаке фрагментов, подходящих для проверки применимости подхода к определению диаметра ствола;
- выбор и модификация алгоритмов оценки значений диаметра ствола;
- испытание программно-алгоритмического обеспечения на выделенных фрагментах.



Участок расположен на территории государственного природного заказника «Северное побережье Невской губы»

В рамках исследования в июне 2023 г. был выполнен комплекс полевых и камеральных работ

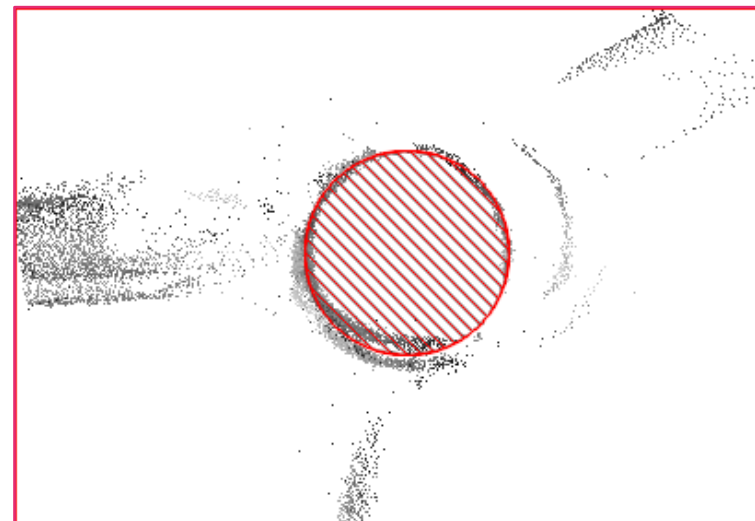
Использованное оборудование:

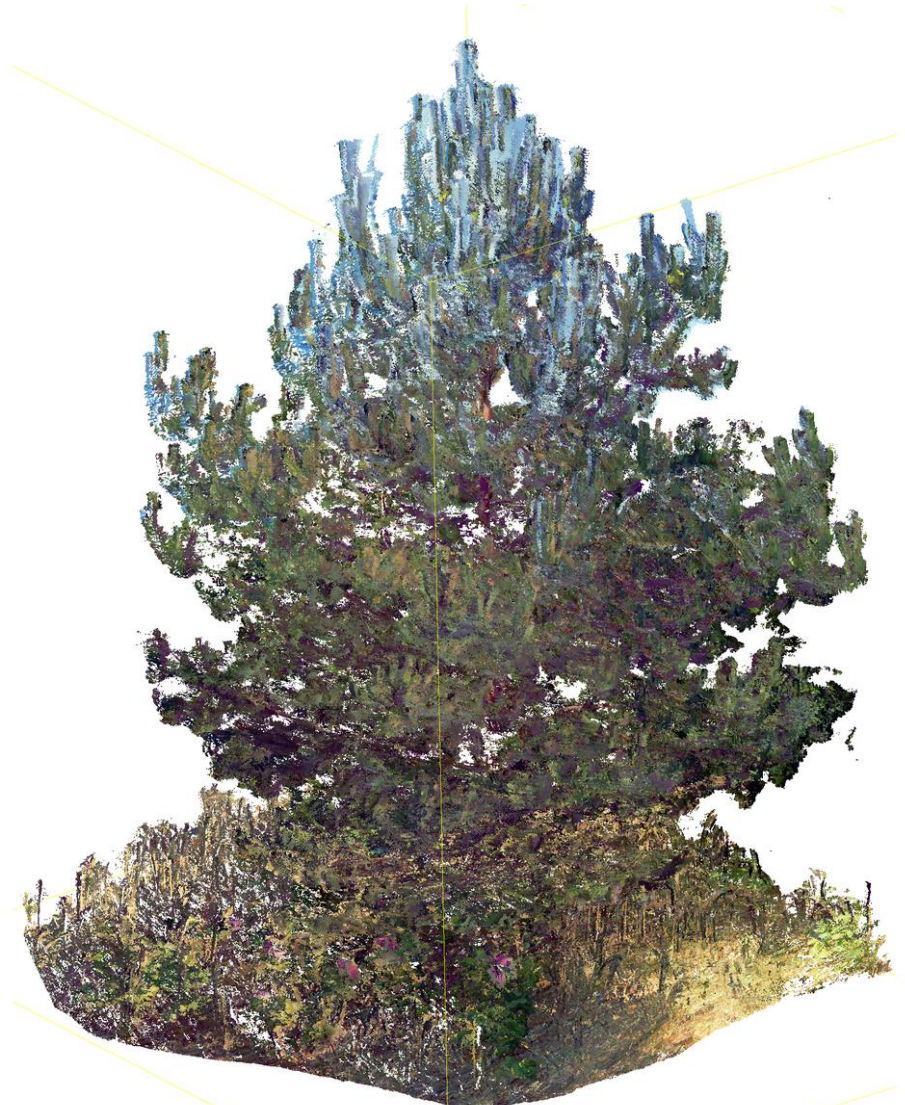
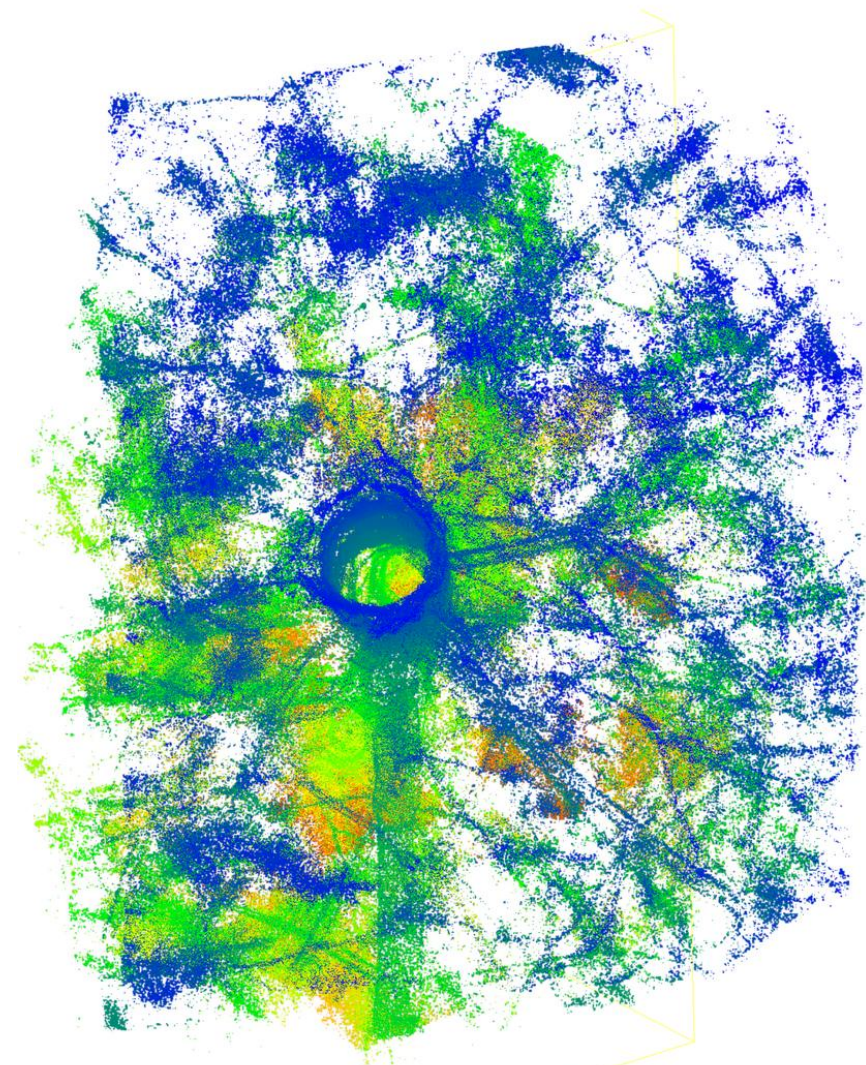
- наземный лазерный сканер Trimble X7;
- полевой контроллер (планшет) Trimble T100x;
- набор вех с мишенями;
- ПЭВМ в настольном исполнении;
- штативы;
- рулетки.

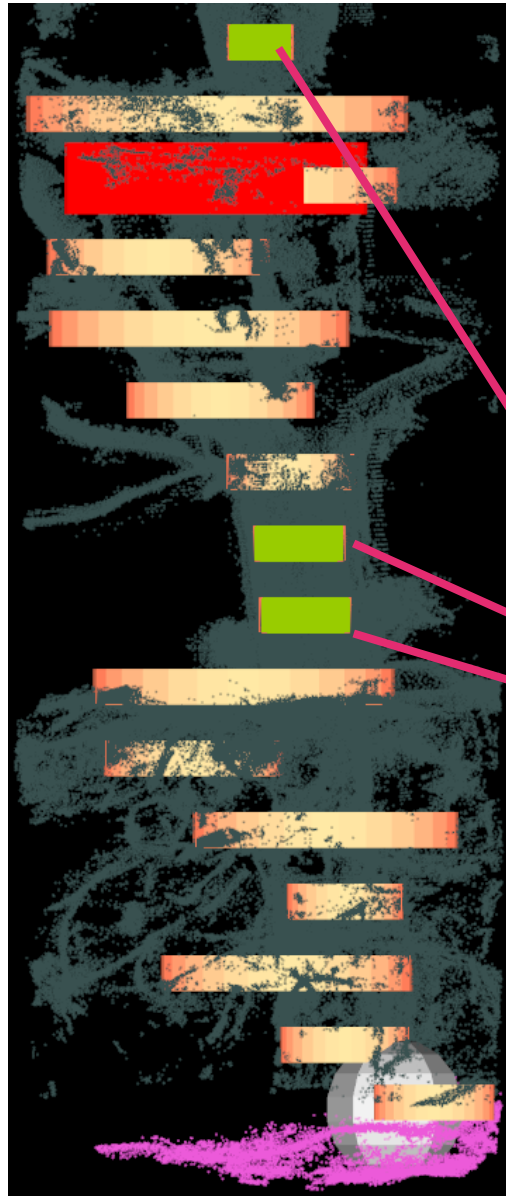


Использованное программное обеспечение, языки программирования и среды разработки:

- Trimble Perspective;
- Cloud Compare;
- 3D Forest;
- FreeCAD;
- RStudio (R);
- ImageJ.

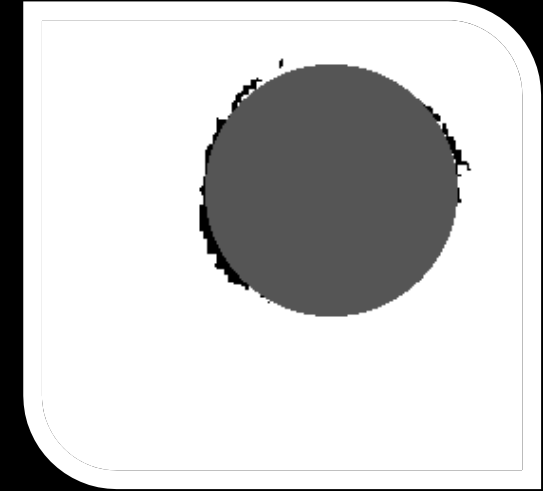
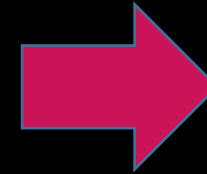
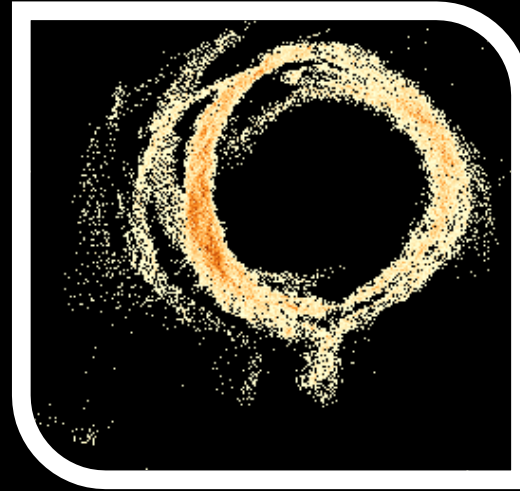
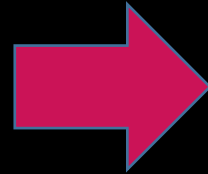
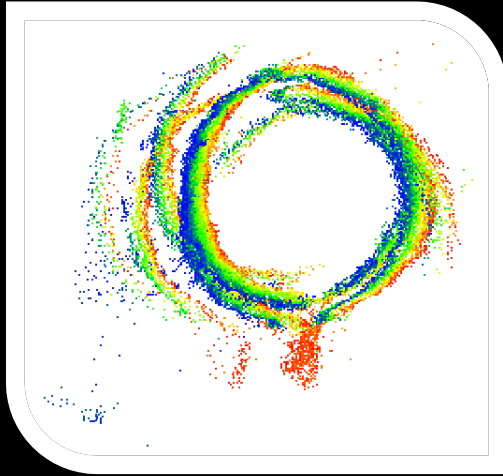
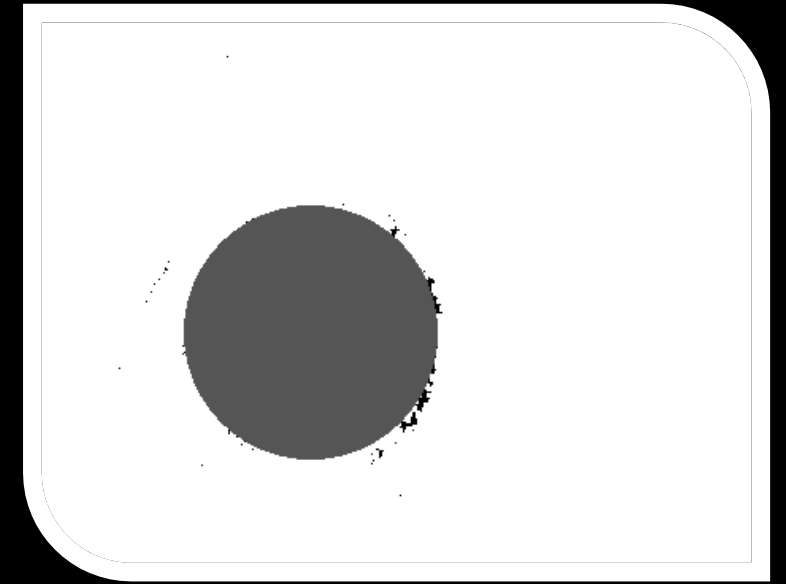
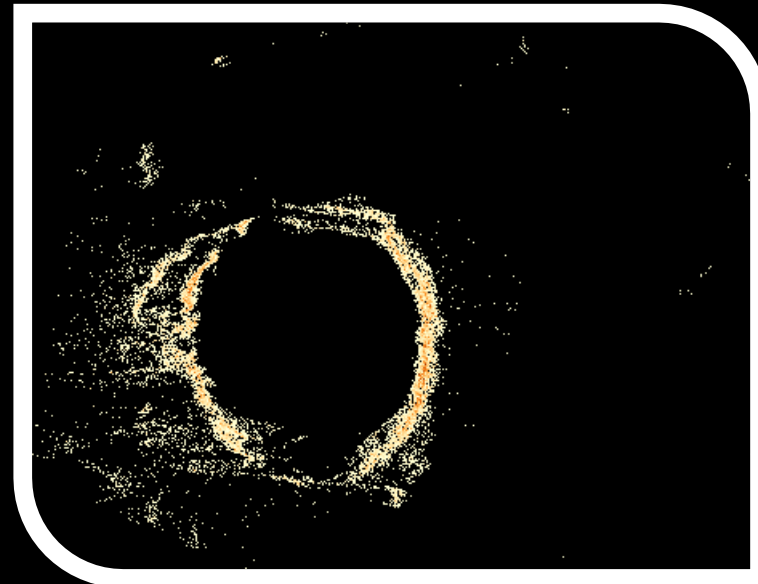
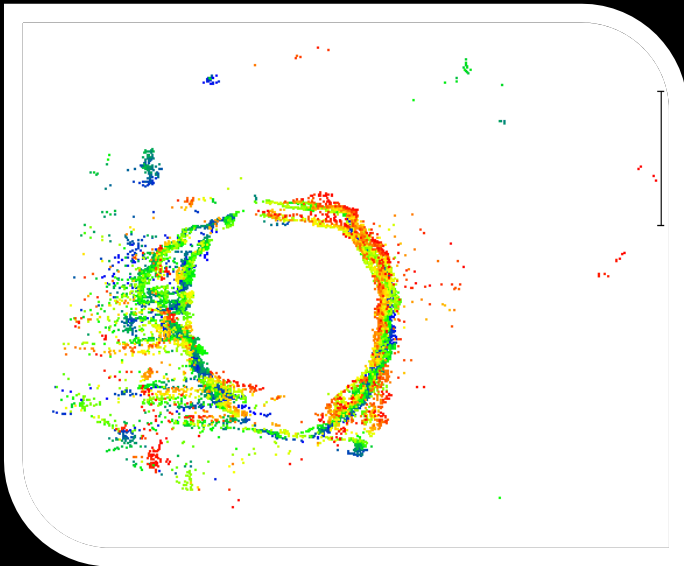


Визуализация фрагмента облака точек на исследуемый участок**Общий вид****Пример слоя облака точек, отображенного в ложных цветах**

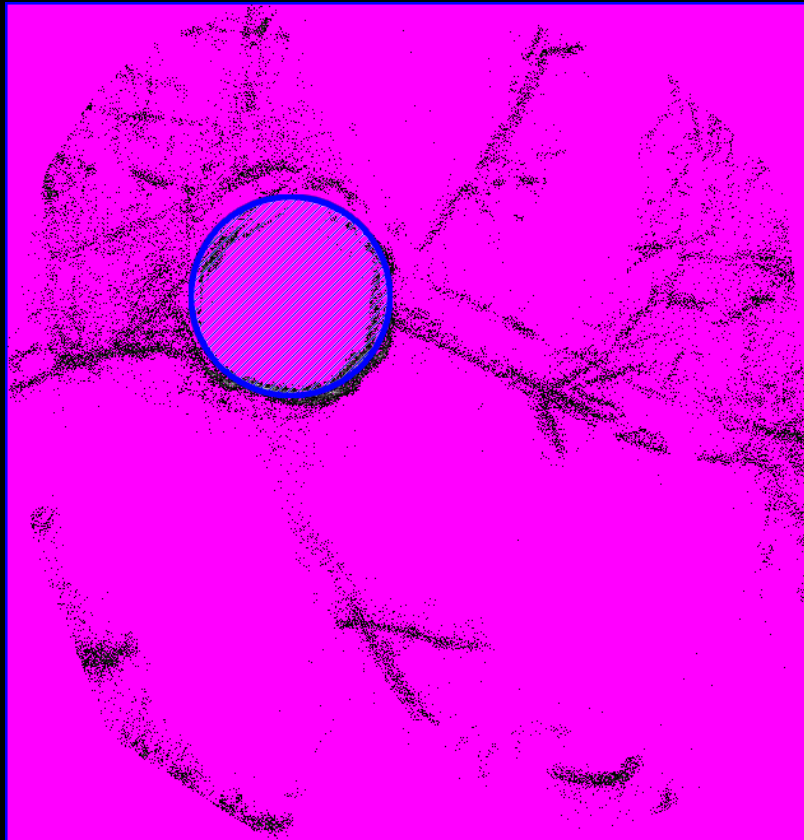


Значение диаметра ствола на уровне груди составило 0,42 м при использовании алгоритма на основе рандомизированного преобразования Хафа (200 итераций) и 0,44 м при использовании алгоритма на основе метода наименьших квадратов (МНК) по Гауссу-Ньютону, что не соответствует действительности.

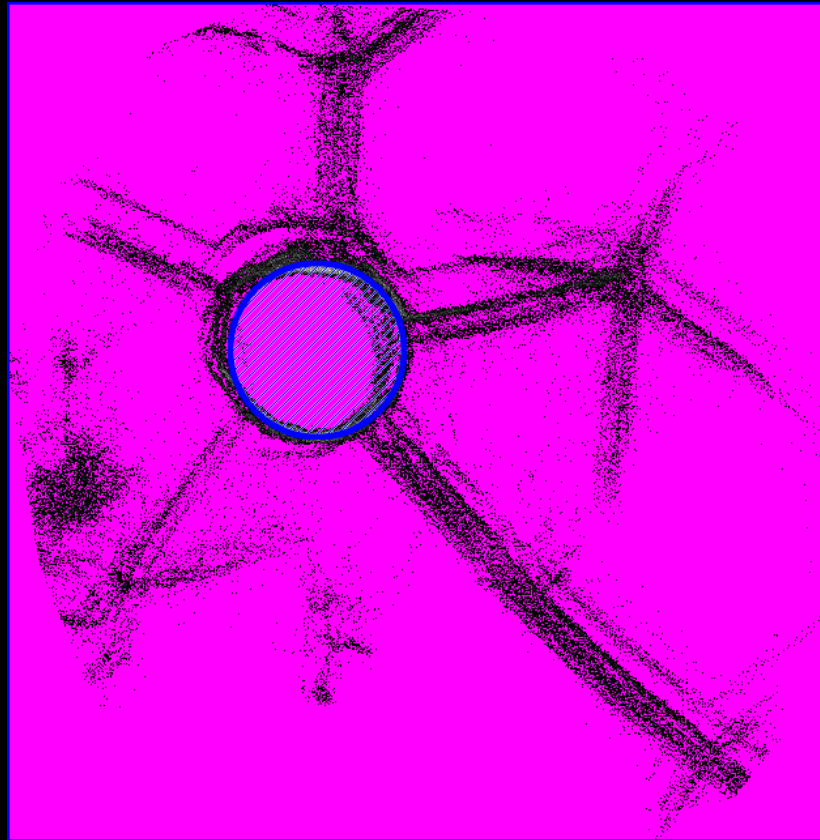
Слои облака точек, для которых восстановленное с помощью рандомизированного преобразования Хафа значение отличается не более чем на 10% от значений, полученных в ходе контактных измерений

Проекция слоя**Результат растеризации с накоплением****Результат бинаризации и аппроксимации****1****2**

Результат успешного детектирования ствола и определения его диаметра на высоте 0,3 м

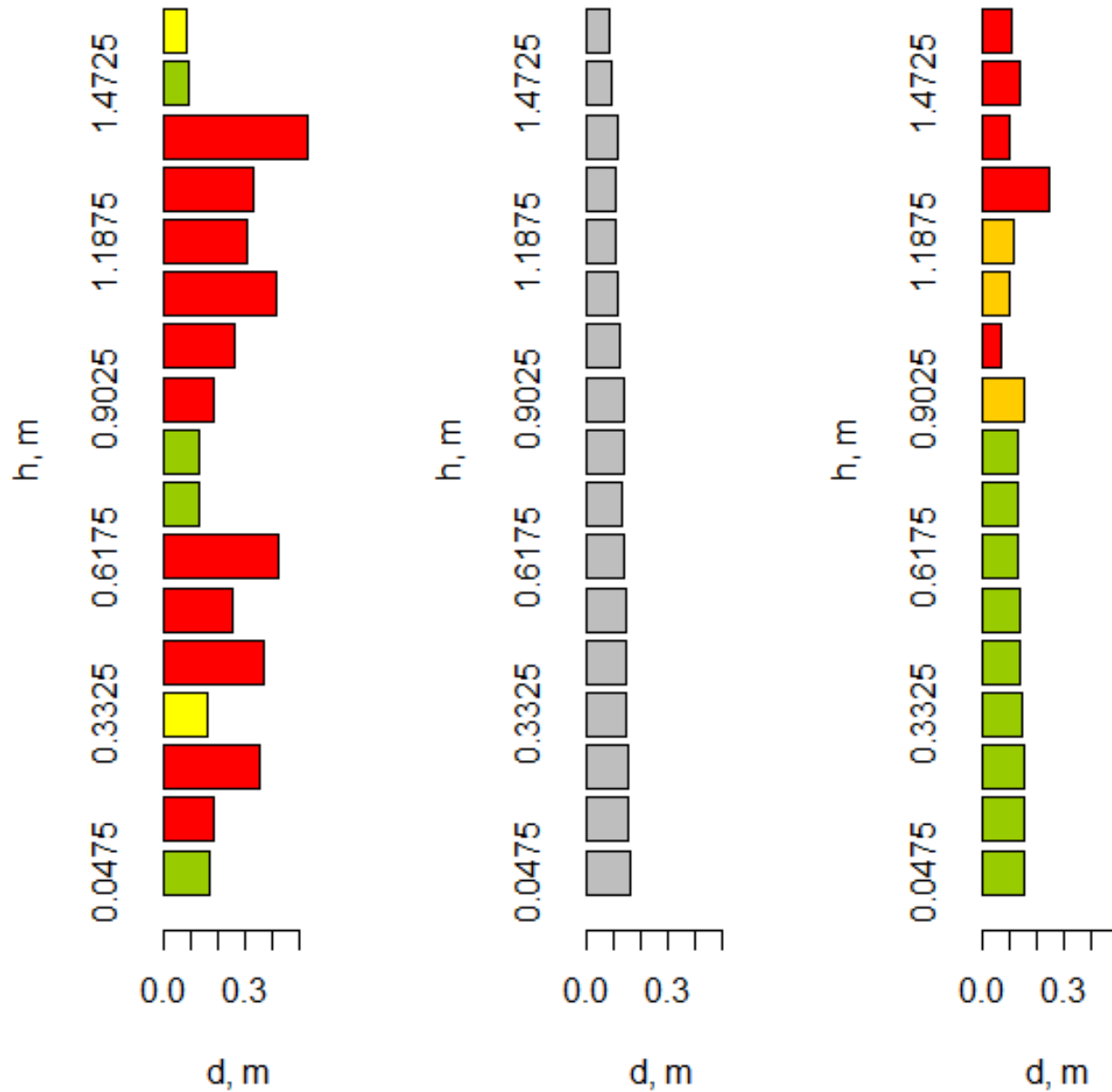


Результат успешного детектирования ствола и определения его диаметра на высоте 0,7 м



Пример ошибки идентификации фитоэлементов на высоте 1,4 м из-за фрагментированности образа ствола в облаке точек





В качестве примера показаны результаты прямых измерений диаметра ствола сосны на высотах до 1,6 м над уровнем земли (в середине) и результаты восстановления значений диаметра ствола для соответствующих слоев облака точек согласно алгоритму на основе преобразования Хафа (слева) и усовершенствованному алгоритму на основе МНК (справа).

Красным цветом выделены слои, для которых расхождение между восстановленными и измеренными контактными значениями составляет более 10%, **желтым** – от 5 до 10%, **зеленым** – менее 5%.

d – диаметр ствола, м

h – высота над уровнем земли, м



- ❖ Существенные ошибки определения диаметра ствола (более 10%) выявлены для слоев выше мутовок, где от ствола отходят крупные практически вертикально ориентированные ветви.
- ❖ Изменение положения ствола при воздействии на деревья ветра, отразившееся в появлении дублирующих контуров во всех слайсах, расположенных выше 0,5 м от уровня земли, практически не оказало отрицательного воздействия на результаты аппроксимации при использовании процедуры накопления.
- ❖ Полученные результаты показывают, что относительно простые реализации подходов к оценке диаметра ствола по данным наземного лазерного сканирования могут давать удовлетворительные результаты при учете геометрических особенностей сканирования и введении в состав алгоритмов соответствующих блоков коррекции (прежде всего, проецирования с накоплением и очистки результирующих растров).

Спасибо за внимание!

Контакты:

Мателенок Игорь Владимирович

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

E-mail: igor_matelenok@mail.ru