

A wide-angle landscape photograph showing a mountain valley. In the foreground, there are rocky, moss-covered slopes. The middle ground features a dense forest of evergreen trees. In the background, large, flat-topped mountains rise under a heavy, grey sky. A faint rainbow is visible in the distance, bridging the valley. The overall tone is somber and atmospheric.

Изучение возможности применения портативных устройств для получения информации о тундровой растительности

Арсентьева М.В.,
Алексеев Н.А.
МГУ имени М.В. Ломоносова,
Географический факультет

Цель:

изучение возможности применения портативных устройств для сбора высокодетальных данных с целью анализа и мониторинга сезонной и многовременной динамики растительных сообществ

Проблематика

- Спутниковые данные: недостаточное пространственное разрешение и сложность многоярусного, неоднородного покрова для анализа — ограничивают применение в практических задачах
- БПЛА, типа DJI Phantom: не позволяют снимать подлесок, подрост и нижние ярусы из-за плотного древостоя и густоты растительности
- Ограничение использования БПЛА на территории РФ: БПЛА >150 г требуют регистрации и согласования полетов, что препятствует сбору данных о растительных сообществах

Территория и данные



Апробация методики сбора данных осуществлялась на территории Полярно-альпийского ботанического сада имени Н.А. Аврорина

Объекты:

- Отдельные растительные объекты
- Лесной участок
- Туристическая экспозиция «Альпийская горка»
- Питомник интродуцированных многолетних травянистых растений
- Склоны

Используемые портативные устройства

БПЛА: DJI NEO

Смартфоны: iPhone 14, Vivo V29e 5G, Samsung Galaxy S23 FE, Xiaomi Redmi 12

Камера: Nikon COOLPIX B500

Методы съемки. БПЛА

Дрон: DJI Neo

Режимы съемки: фото и видео в ручном режиме пилотирования, траектория движения – по галсам

Высота полета: от 1.0 до 2.5 м над поверхностью растительности

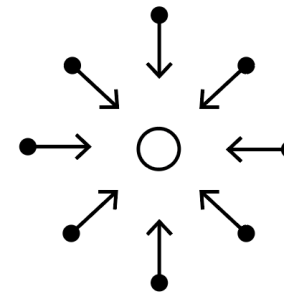
Время съемки: не более 30 минут на одном заряде



Методы съемки. Смартфон и камера

1. Отдельные растительные объекты и экспериментальные площадки

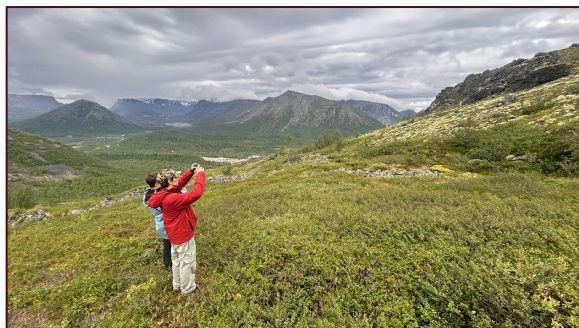
Полное покрытие кадром в форме «купола»
— несколько рядов съемки с
последовательным перекрытием



2. Съемка склонов

Формирование рядов кадров с увеличенным
перекрытием:

- из фиксированной точки съемки
- со смещением камеры по
горизонтальной оси.



Результаты. Смартфон и камера.

Склоны

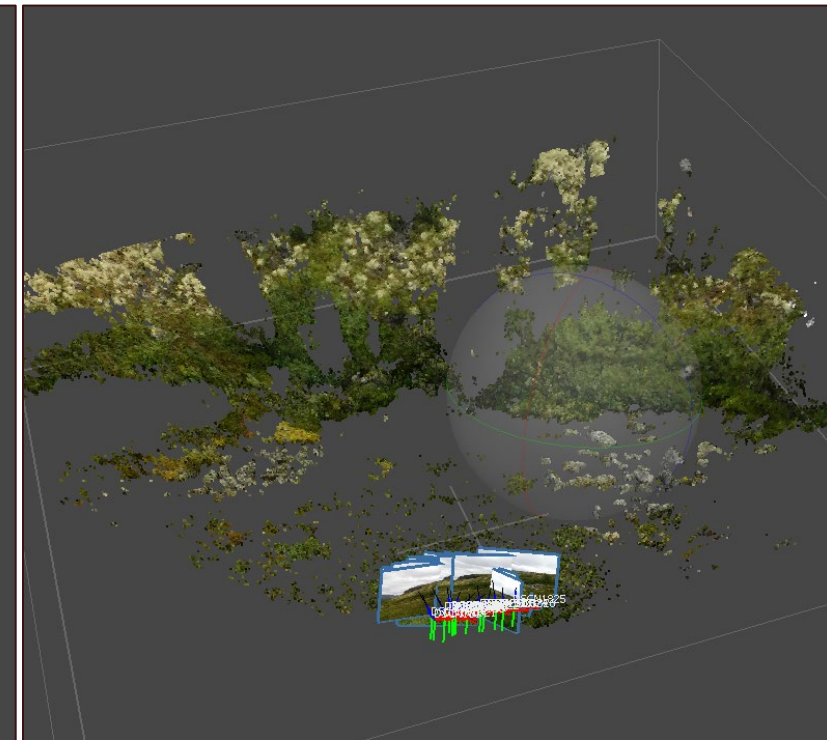
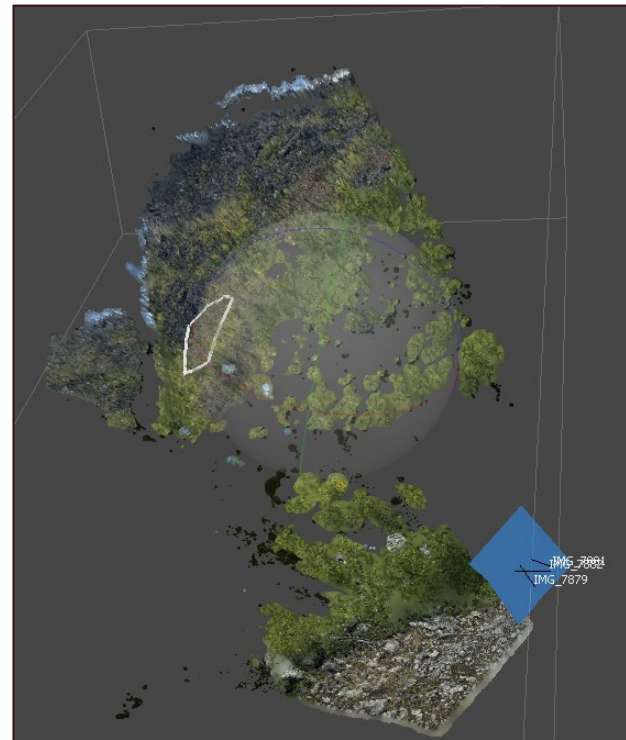


Съемка наклонных поверхностей проводилась с использованием смартфонов в двух режимах:

- из фиксированной точки
- со смещением камеры вдоль горизонтальной оси

Созданные облака точек после фотограмметрической обработки различаются по объему данных и пространственной ориентации отдельных фрагментов

Извлечение метрически значимых параметров напрямую из сырых облаков точек без дополнительной обработки невозможно



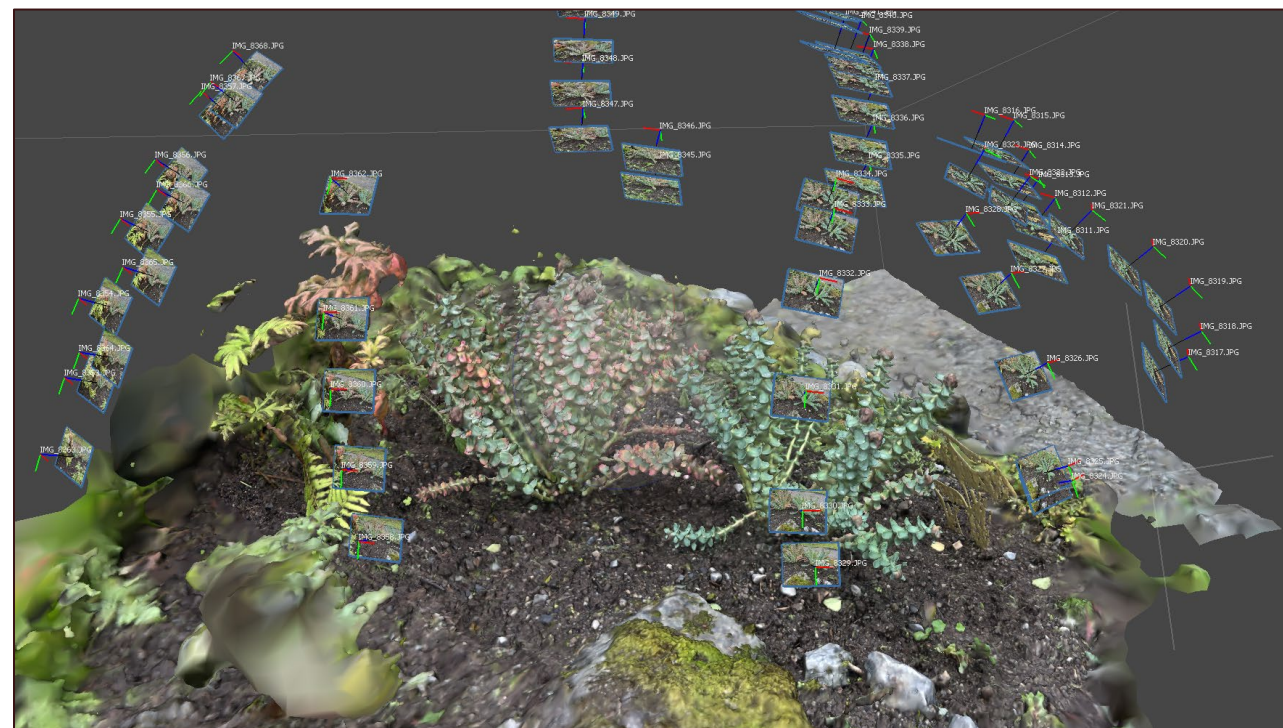
Результаты. Смартфон и камера. Отдельные объекты



Съемка отдельных растительных объектов проводилась с использованием смартфонов путем формирования «купола» из кадров, что позволяло реконструировать трехмерные модели. Полученные облака точек обеспечивают извлечение базовых структурных характеристик, однако внутренние алгоритмы интерполяции Agisoft Metashape, в процессе реконструкции, приводят к сглаживанию микрорельефа и утрате мелкомасштабных

В отличие от полученных высокополигональных моделей, сырые облака точек сохраняют исходную дискретность данных, что повышает их информативность для анализа

Данный подход не заменяет традиционный подход каталогизации видов растительности с помощью гербария, но представляет ценный инструмент для визуализации и демонстрации морфологических особенностей растений в образовательных целях

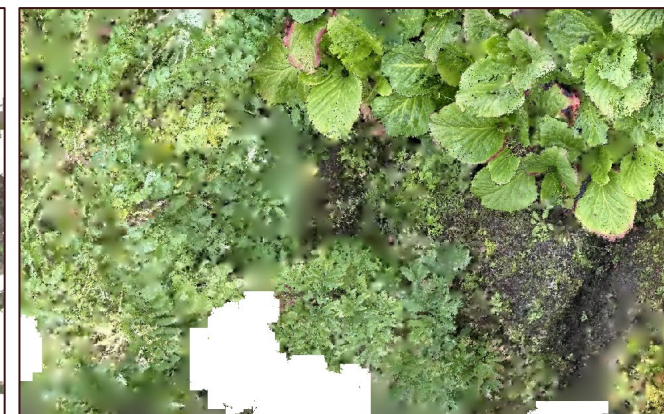
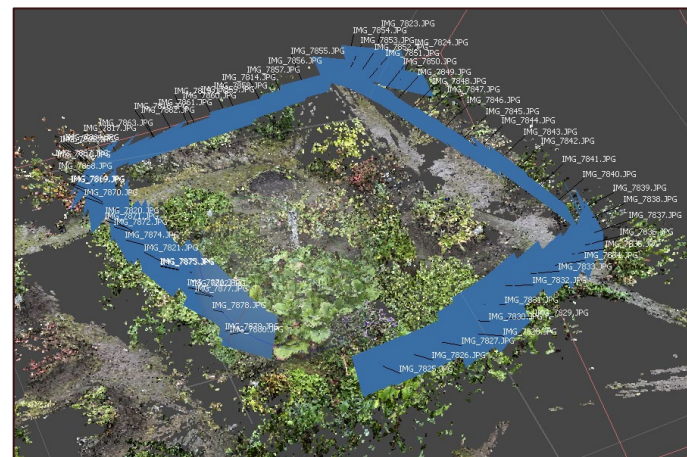


Результаты. Смартфон и камера. Питомник интродуцированных многолетних травянистых растений



В рамках первой экспериментальной съемки с использованием смартфонов был отснят небольшой фрагмент участка питомника

Результаты содержат пробелы в данных, артефакты интерполяции и локальное сглаживание в полученной мозаике, однако сформированное облако точек обладает достаточной полнотой для проведения предварительного анализа и дальнейшей работы



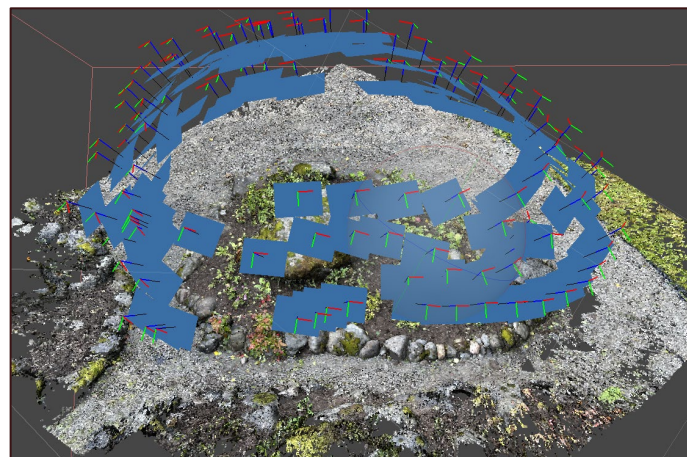
Результаты. Смартфон и камера. Альпийская горка



В последующих экспериментах съемка с использованием смартфонов проводилась с модифицированной траекторией, формировался купол из снимков, и на объектах меньшего размера, что привело к повышению качества реконструкции

При этом сохраняется проблема геометрических искажений модели

Без опорных контрольных точек и дополнительной обработки метрические параметры извлекаются с погрешностью, однако данные позволяют фиксировать фенологическое состояние растительности и анализировать структурные характеристики напрямую из облака точек



Результаты. БПЛА. Лесной участок

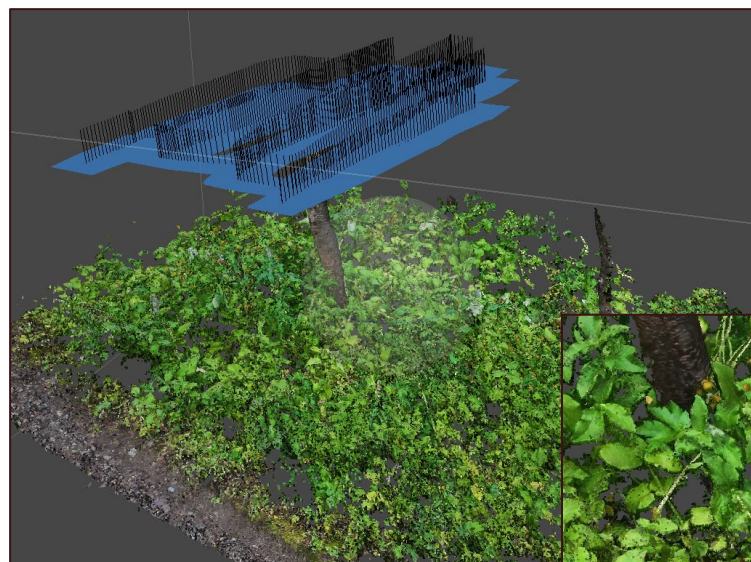


Съемка нижнего травяно-кустарничкового яруса лесного участка проводилась с БПЛА двумя способами:

- ручная фиксация отдельных кадров
- непрерывная видеозапись участка

При фотограмметрической обработке установлено, что видеопоток обеспечивает более стабильное перекрытие кадров по сравнению с ручным методом

Дополнительные преимущества видеосъемки: сокращение времени на полет и снижение энергозатрат батареи, что позволяет охватывать существенно большие площади

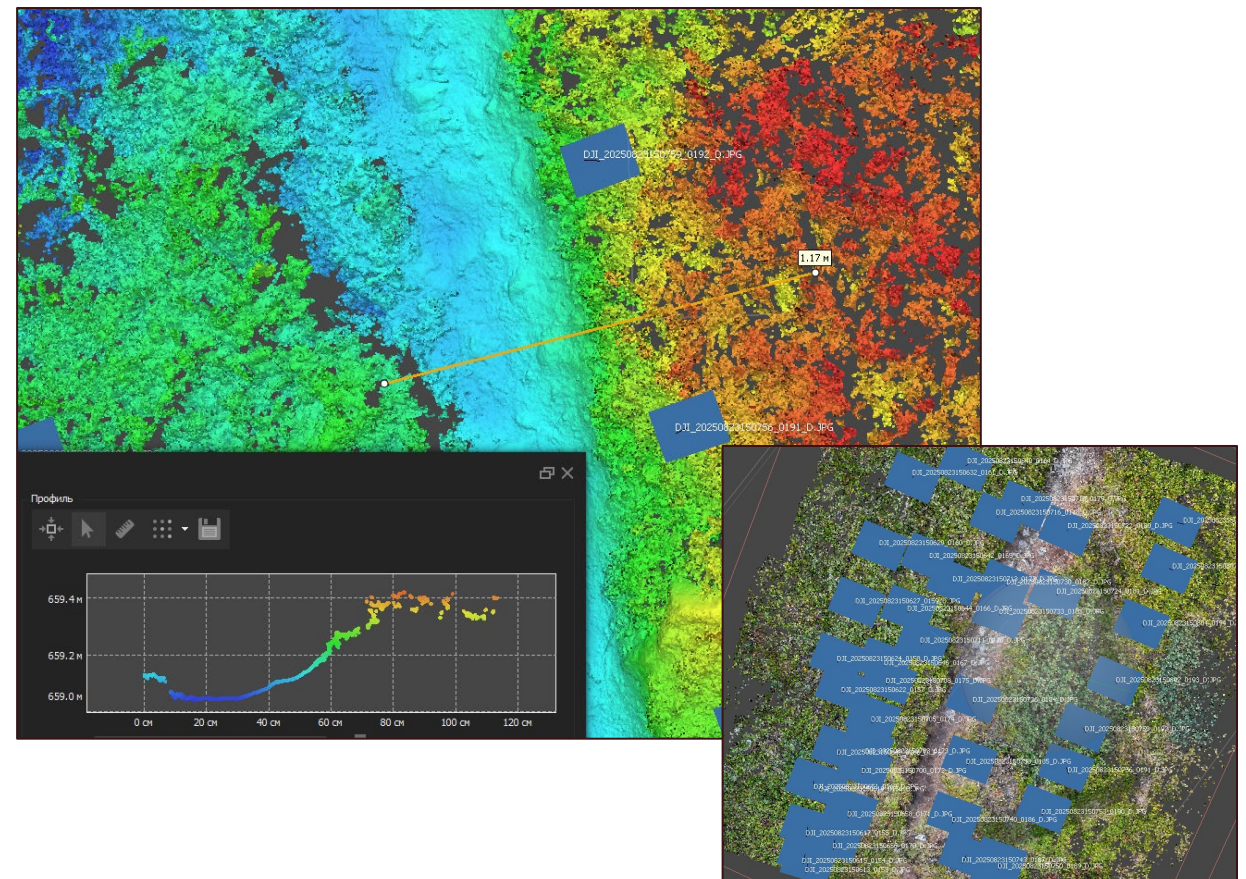


Результаты. БПЛА.

Фиксация вытаптывания растительного покрова

Оценка потенциала использования данных с малогабаритного БПЛА для мониторинга вытаптывания и нарушения проективного покрытия растительности на тропинках склонах проводилась на основе плотных облаков точек

Несмотря на ограничения (ветер, приводящий к неустойчивости траектории полета, повышенному расходу заряда батареи и неравномерному перекрытию кадров) сформированы модели тропинок и прилегающей растительности, наглядно демонстрирующие степень нарушенности и вытаптывания растительных объектов



Потенциал использования данных



Без дополнительной обработки плотных облаков точек, полученных с БПЛА DJI Neo, смартфонов и цифровых камер, возможно напрямую извлекать метрические параметры растительности, структурные характеристики. Однако такие данные обеспечивают высокую временную разрешающую способность и позволяют надежно фиксировать фенологические состояния в конкретные моменты, что существенно для анализа многовременной и сезонной динамики растительности

Анализ современной научной литературы выявил значительный потенциал применения портативных устройств для сбора данных о растительном покрове, включая:

- оценку проективного покрытия
- количественную оценку биомассы
- измерение диаметра стволов деревьев и объема кроны
- комплексный фенотипический анализ отдельных растений

Выводы

- Ортогональная аэросъемка с БПЛА (как в фото-, так и в видеорежиме) обеспечивает данные с существенно меньшими геометрическими искажениями по сравнению с наземной съемкой на смартфон или фотоаппарат, без необходимости дополнительных преобразований
- Видеосъемка демонстрирует высокую эффективность в условиях ограниченного времени работы БПЛА: минимизирует энергозатраты, упрощает контроль траектории и обеспечивает непрерывное покрытие
- При наземной съемке отдельных растительных объектов на смартфон достижение приемлемого покрытия возможно при многоракурсном подходе («купол» из нескольких рядов), что позволяет проводить дальнейшую обработку и анализ
- Несмотря на присутствующие искажения, полученные на смартфоны и камеру данные отражают состояние растительного покрова, обеспечивая возможность многолетнего и сезонного мониторинга динамики растительных сообществ



Контакты:

Арсентьева М.В., аспирант: arsentyevamv@gmail.com

Алексеевко Н.А., доцент, к.г.н.: valtuz@mail.ru



Коллектив авторов выражает благодарность
руководству ПАБСИ имени Н.А. Аврорина КНЦ РАН
за предоставленную возможность проведения исследования на территории Ботанического сада