



СГУиТ
СИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

ЗСО ИЛ СО РАН
– филиал ФИЦ КНЦ СО РАН

Разработка современных технологий дистанционного зондирования лесов

Арбузов С. А., Дубовик Д. С., Трубина Л. К.

Применение данных дистанционного зондирования

Тематические задачи	Извлекаемые данные, картографируемые объекты	Масштаб	Примеры исходных данных
➤ Оперативный мониторинг пожаров, оценка пожароопасности.	Температура подстилающей поверхности, температура воздуха, направление ветра; очаги пожаров; площади пройденные огнем	1:1000000 – 1:2500000	Тепловой ИК диапазон. Terra/ASTER
➤ Определение границ лесов и лесистости территорий ➤ Лесорастительное районирование (определение лесорастительных зон с относительно однородными лесорастительными признаками).	Лесистость; зоны лесов с однородными лесорастительными признаками; типы лесных экосистем	1 : 200 000 – 1 : 1000 000	Terra/ASTER Landsat 8; Sentinel 2
➤ Типизация лесных сообществ. ➤ Подразделение по целевому назначению, преобладающим породам, возрасту. ➤ Выявление негативных воздействий на лесные экосистемы и изменений их состояния, участков с различной степенью нарушенности растительного покрова. ➤ Послепожарная инвентаризация. ➤ Вырубки (типы, площади, нарушения).	Участки защитных, эксплуатационных, резервных лесов; классы лесов по породному составу; гари; участки возобновленных пород; вырубки, типы рубок; участки нарушений границ, технологий вырубки, участки развития негативных последствий; территории с разной степенью нарушенности растительного покрова.	1 : 50 000 – 1 : 200 000	Landsat 8; Sentinel 1,2; Radarsat 2; Ресурс-П; Лидарная съёмка; Аэрофотосъёмка
➤ Оценка сомкнутости полога, выделение редколесий и ветровалов. ➤ Выявление неудовлетворительного лесопатологического состояния. Определение причин. Прогноз развития. ➤ Выявление очагов развития вредных организмов.	Классы лесов по сомкнутости; редколесья; ветровалы; очаги воздействия вредных организмов; ветровалы; погибшие и поврежденные лесные насаждения; очаги развития энтомопатологий.	1 : 10 000 – 1 : 50 000	Ресурс-П; Pleiades; WorldView-4; Лидарная съёмка; Аэрофотосъёмка

Исследования в области применения ДЗЗ для лесного хозяйства

1. Методика выявления изменений на основе вейвлет-преобразования при мониторинге лесных массивов по разновременным космическим снимкам высокого и среднего разрешения;
2. Методика автоматизированного дешифрирования космических снимков с помощью преобразования ТС;
3. Методика автоматизированного дешифрирования снимков с помощью дерева принятия решений;
4. Методика выделения изменений границы лесной территории;
5. Методика автоматизированного дешифрирования космических снимков, основанной на использовании функции распределения плотности вероятности яркостей изображений природных образований на многоспектральных снимках;
6. Методика автоматизированной идентификации деревьев по материалам аэро- и космических съёмок сверхвысокого пространственного разрешения;
7. Методика определения количественных характеристик древесных насаждений по материалам наземной стереофотографической съёмки;
8. *Определение высот сосны обыкновенной на плантациях географических культур в Сузунском районе Новосибирской области по материалам беспилотной аэрофотосъёмки.
По инициативе ЗСО ИЛ СО РАН – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСНЫХ МАССИВОВ ПО МАТЕРИАЛАМ СЪЕМОК ADS-40 И ВОЗДУШНОМУ ЛАЗЕРНОМУ СКАНИРОВАНИЮ

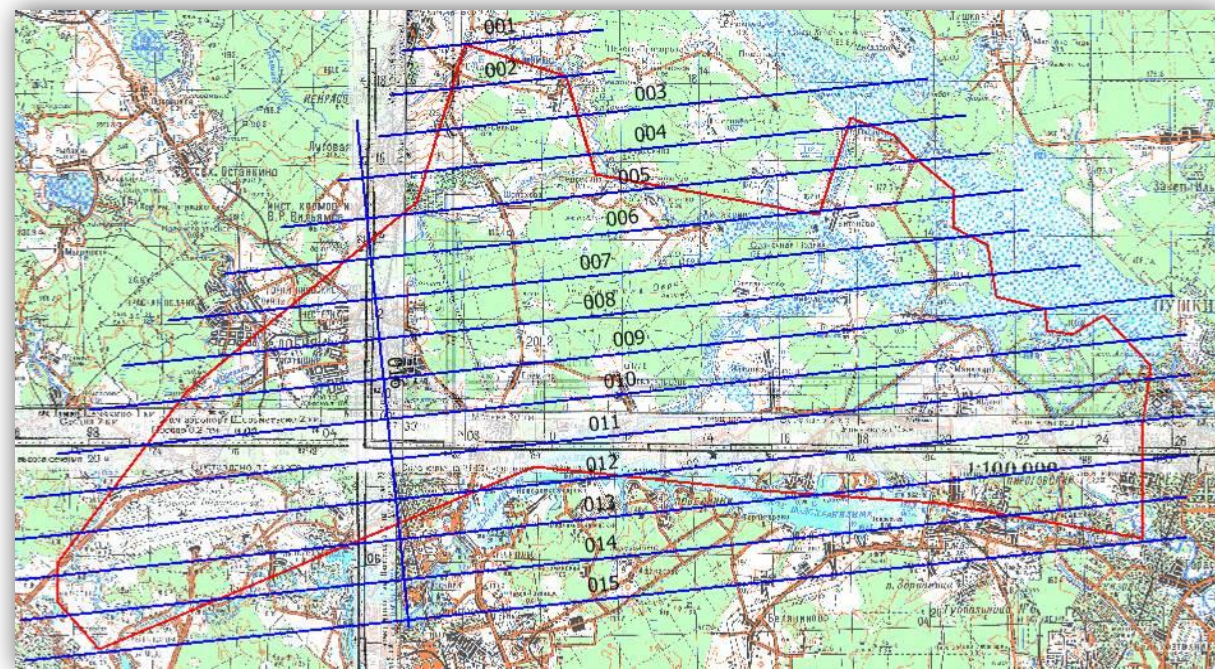


Leica ALS60



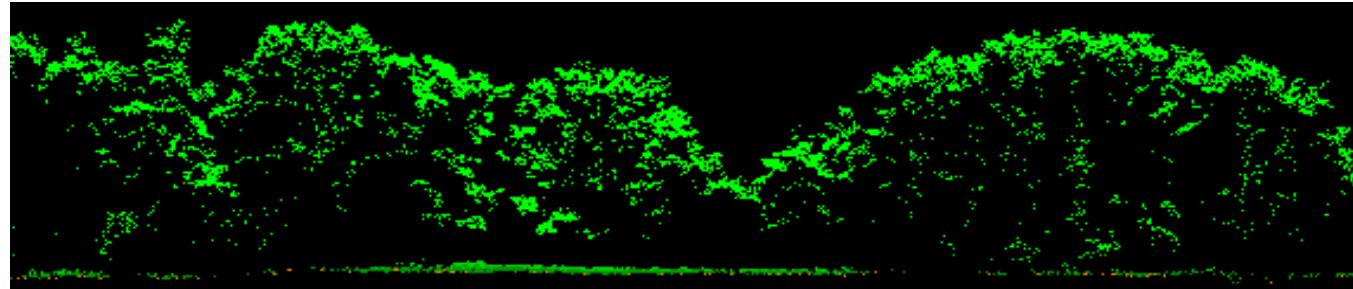
ADS 40

Высота съёмки: 3000 м;
Пространственное разрешение
снимков: 0,3 м.;
Плотность расположения ТЛО: 1/кв.м.

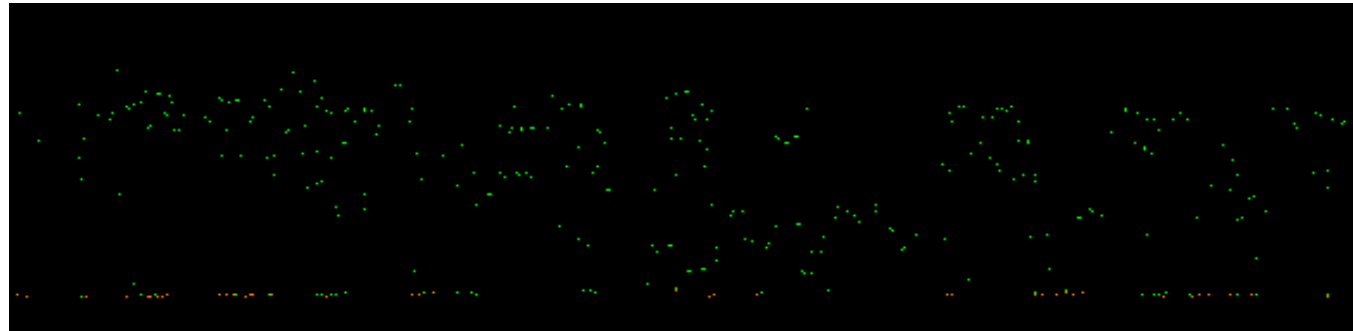


Плотность расположения ТЛО при съёмке с различных высот

Высота съёмки
- 200 м



Высота съёмки
- 3000 м

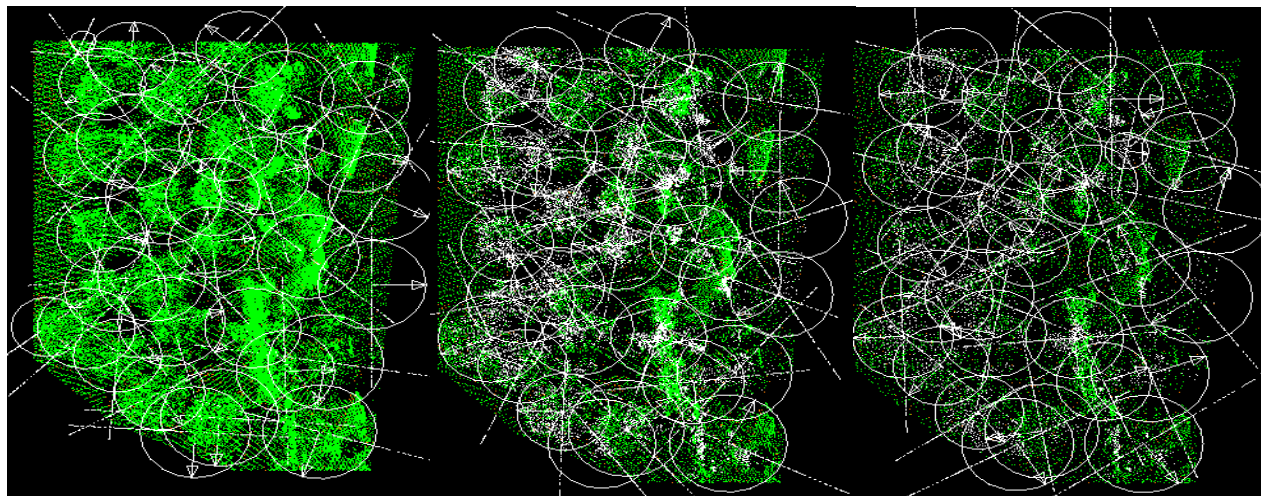


Распознавание деревьев по ВЛС

68 тло/м.кв.

34 тло/м.кв.

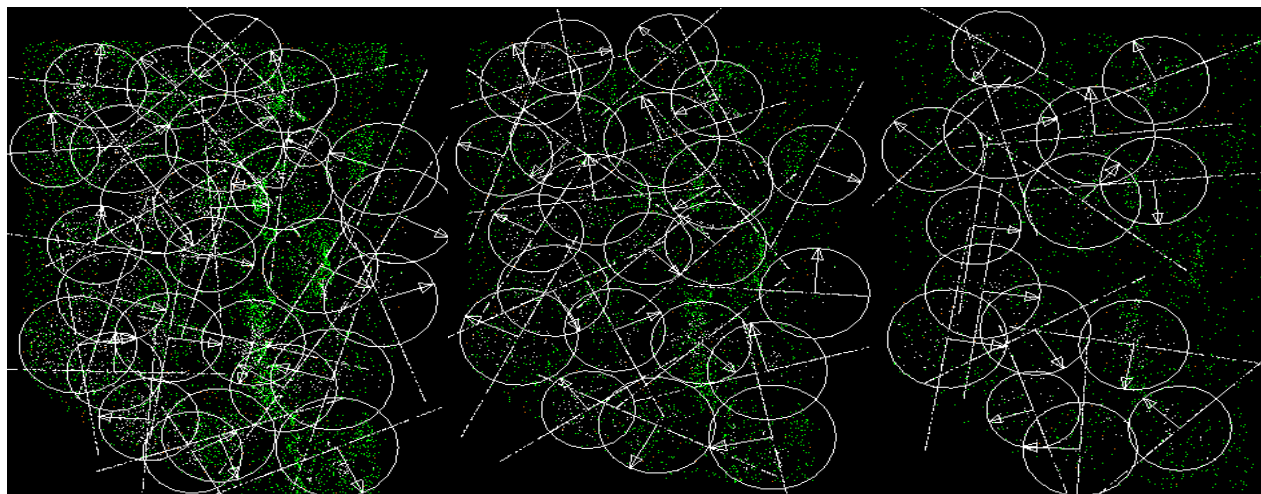
17 тло/м.кв.



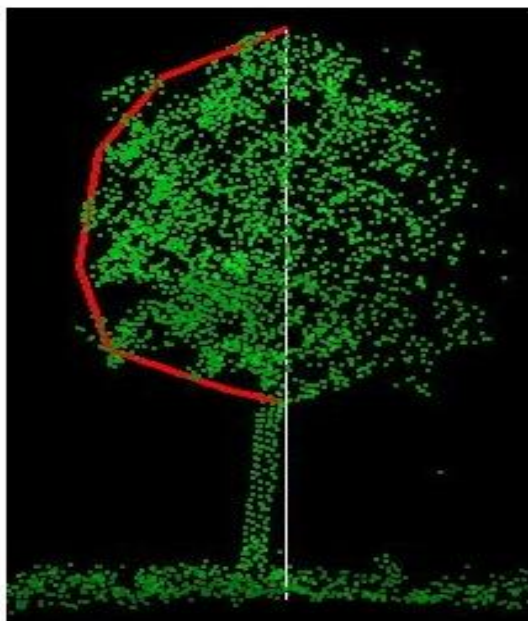
8,5 тло/м.кв.

4,2 тло/м.кв.

2,1 тло/м.кв.



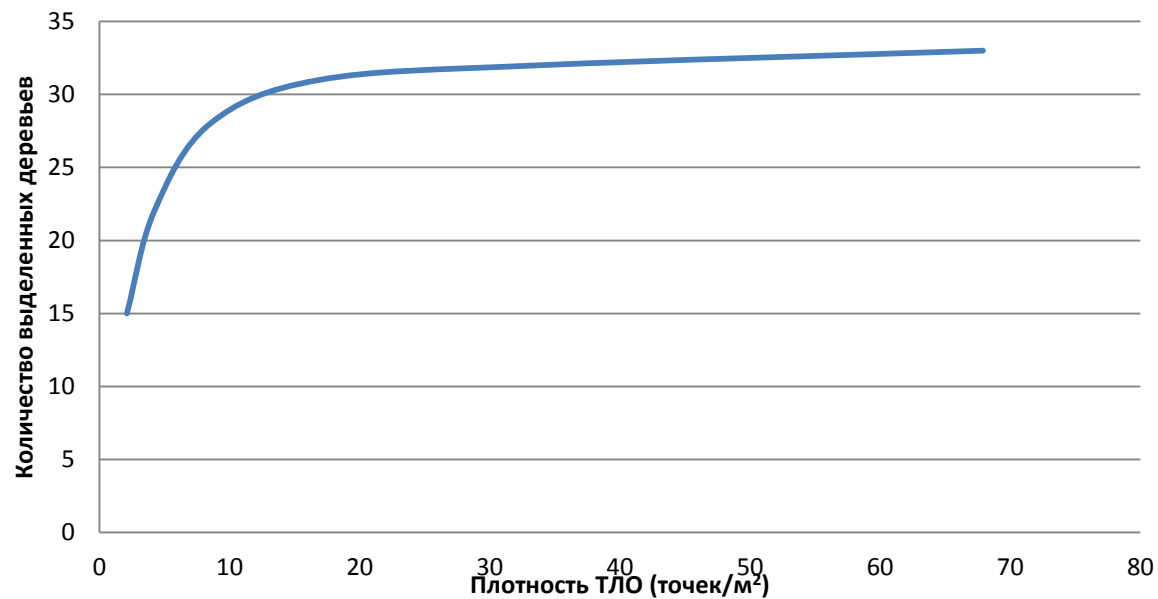
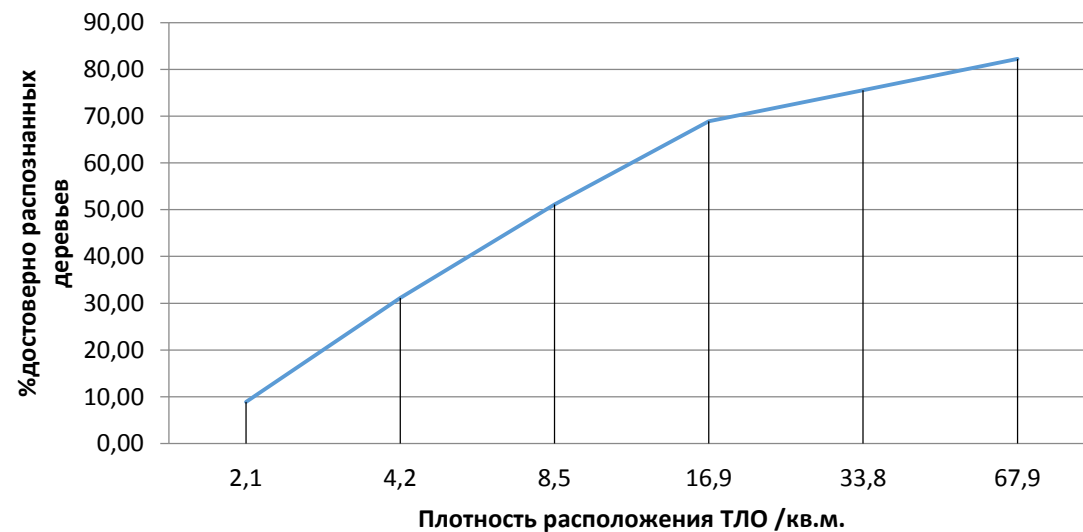
Оценка достоверности распознавания деревьев по материалам ВЛС



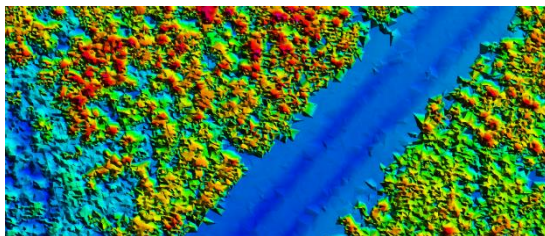
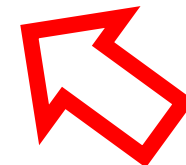
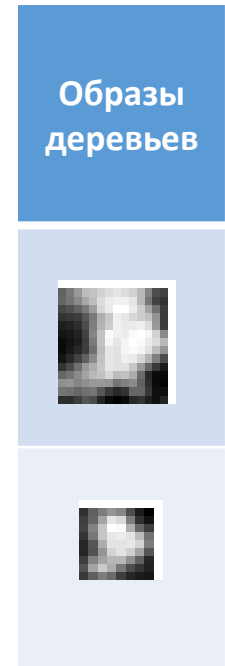
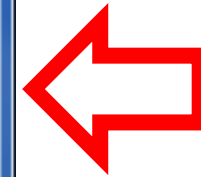
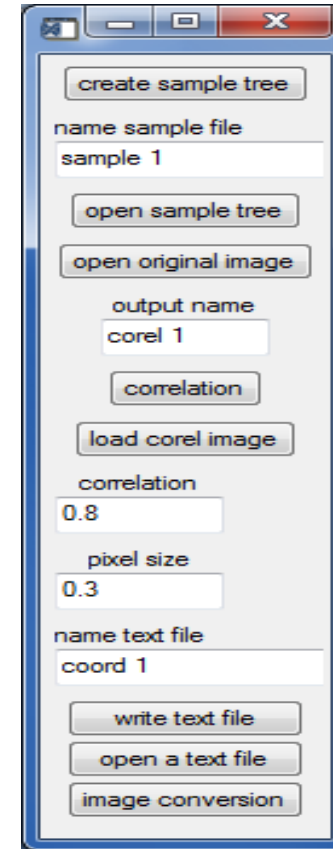
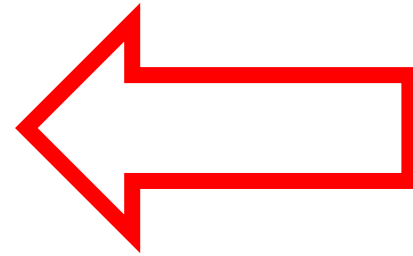
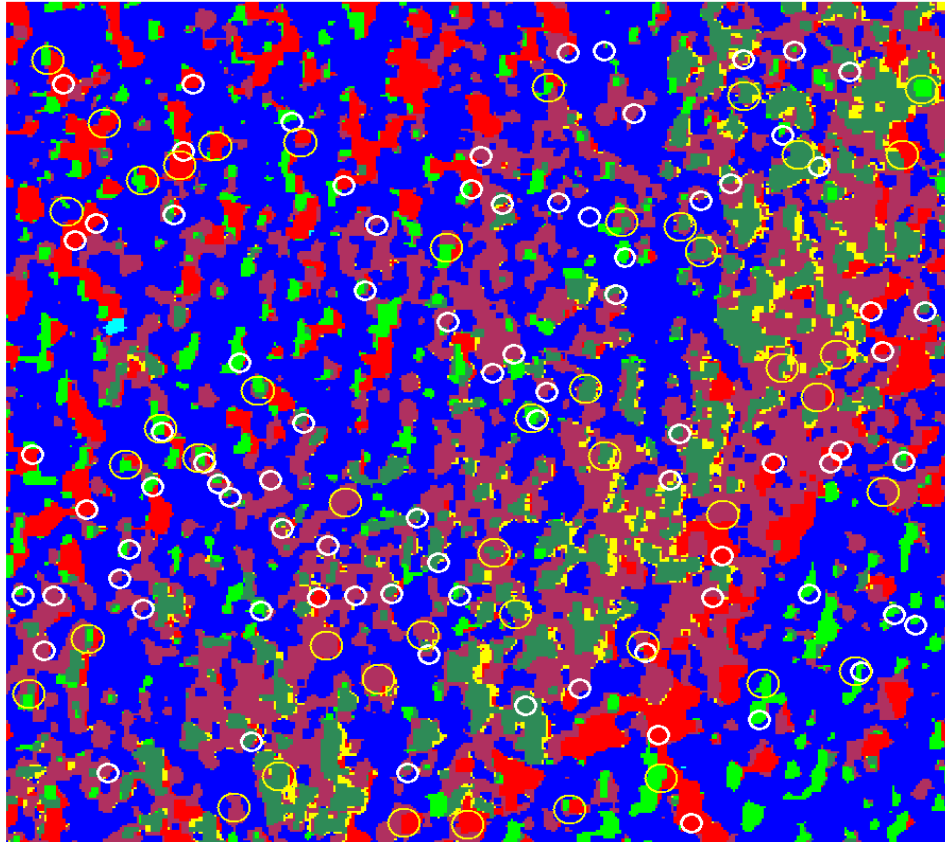
Tree type

Name: Spruce
Cell: CONIF
RPC cell: c:\terra\cell\spruce.rpc
Min height: 4.0 m
Max height: 40.0 m
Top is: 0.40 m above highest point
Width variation: 16 %

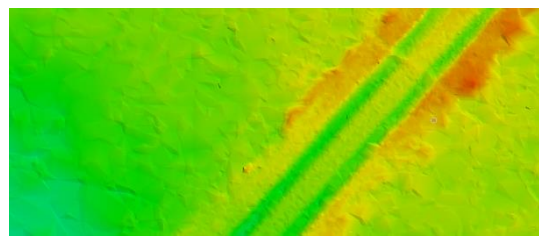
OK Cancel



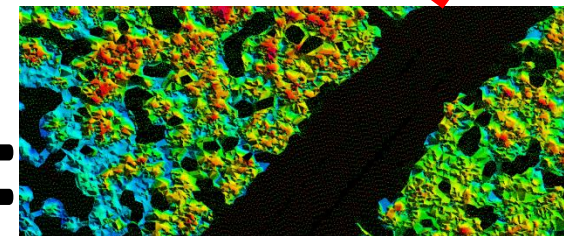
Совмещение классифицированного изображения с результатом поиска деревьев



-



=



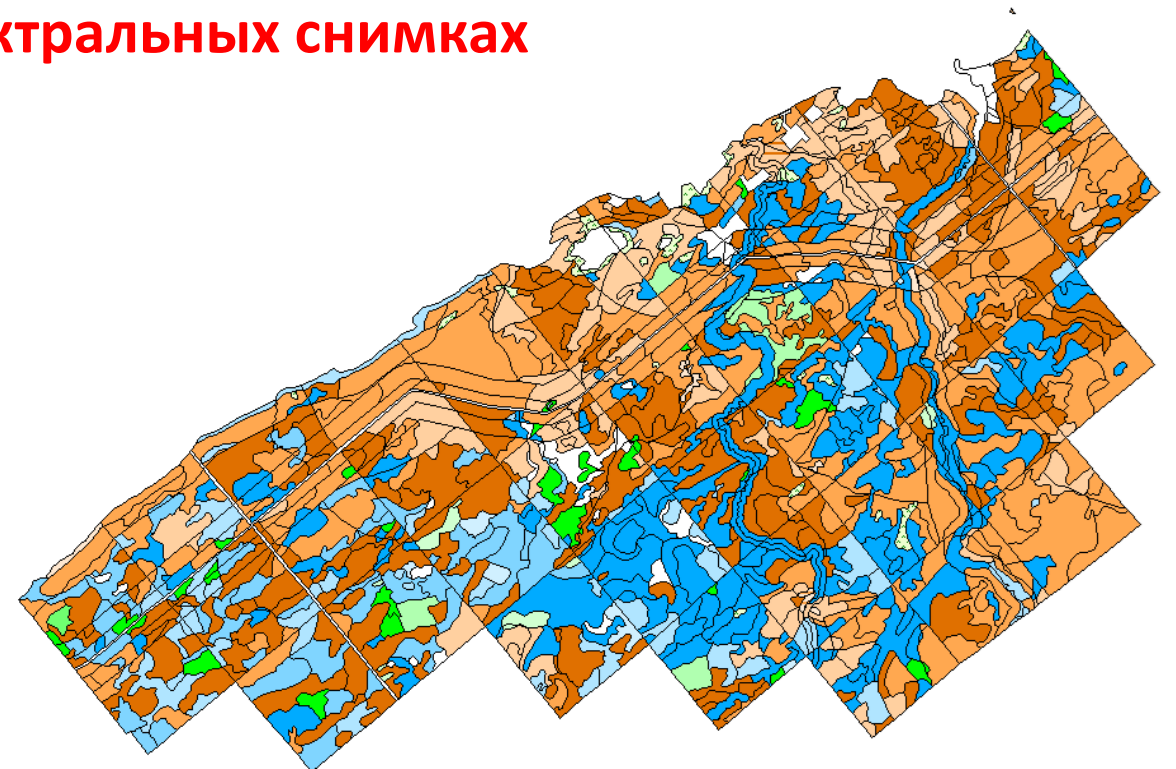
Результаты

1. Разработана методика совместного использования данных ВЛС низкой плотности и материалов аэрофотосъёмки;
2. Разработана программа для автоматизированного поиска деревьев по материалам аэрофотосъёмок;
3. Исследованы возможности методов автоматизированного дешифрирования для распознавания породного состава деревьев.

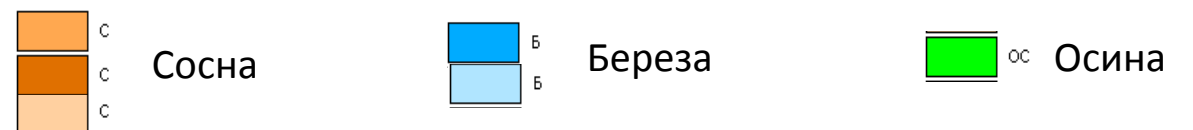
Методика автоматизированного дешифрирования космических снимков, основанная на использовании функции распределения плотности вероятности яркостей изображений природных образований на многоспектральных снимках



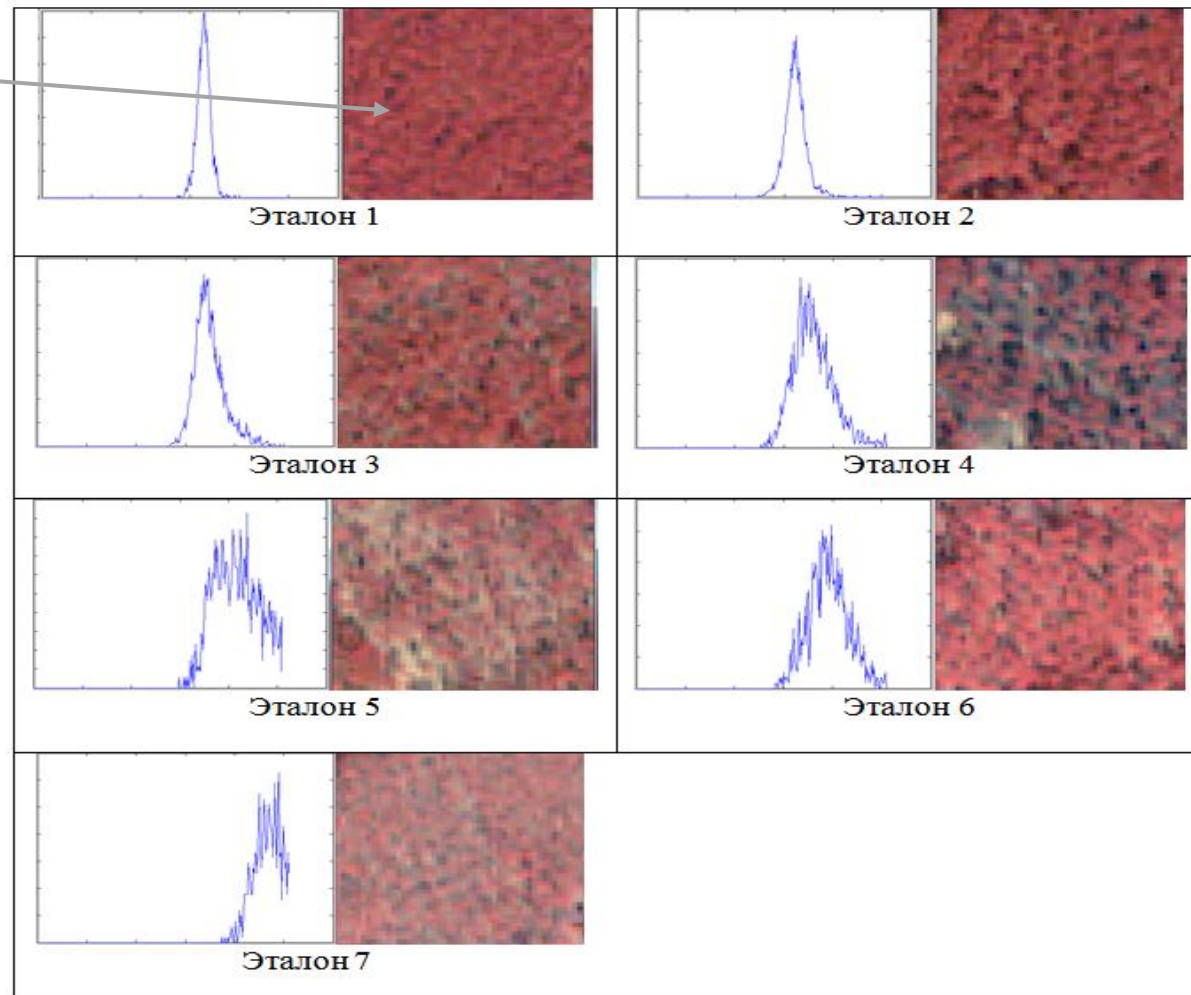
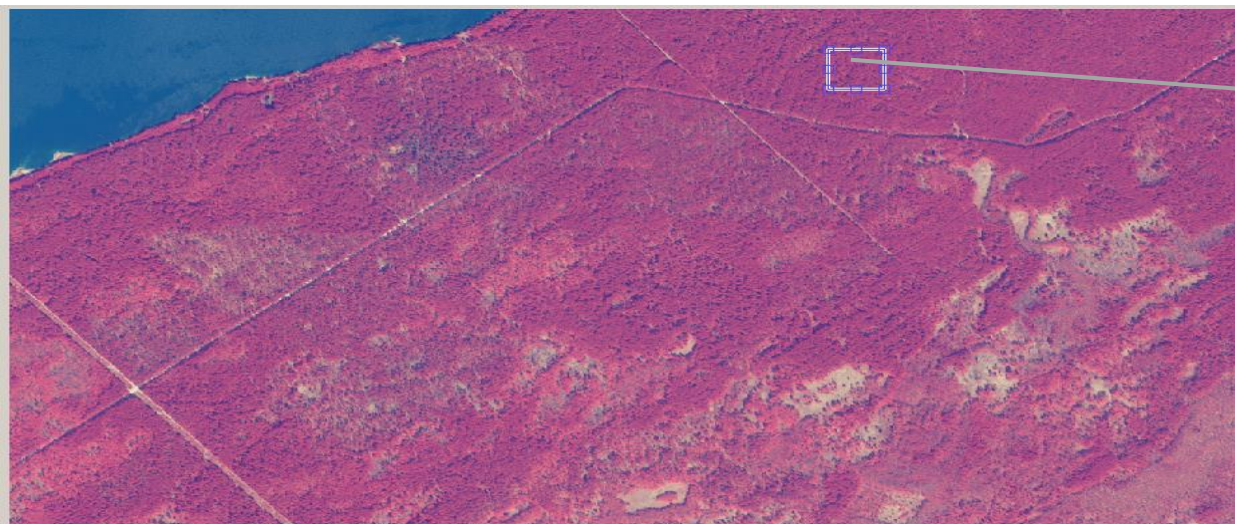
Снимок съемочной системы IKONOS



Лесостроительная карта




Плотность распределения вероятностей



		Эталон 1	Эталон 2	Эталон 3	Эталон 4	Эталон 5	Эталон 6	Эталон 7
Образцы	A	0,334	0,742	0,688	0,921	0,367	0,694	0,963
	B	0,264	0,724	0,690	0,950	0,293	0,663	0,957
	C	0,159	0,542	0,559	0,954	0,159	0,455	0,853
	D	0,164	0,552	0,573	0,954	0,192	0,486	0,851
	E	0,259	0,730	0,689	0,958	0,305	0,606	0,931
	F	0,879	0,526	0,623	0,152	0,812	0,654	0,316
	G	0,264	0,703	0,884	0,939	0,391	0,617	0,925
	H	0,609	0,913	0,874	0,658	0,698	0,937	0,873
	I	0,905	0,938	0,661	0,213	0,829	0,609	0,311
	K	0,544	0,825	0,768	0,918	0,506	0,834	0,949
	L	0,339	0,816	0,777	0,950	0,384	0,682	0,943

Результаты

1. Статистические характеристики яркостей элементов изображений сохраняют свои значения для определенных классов и функция распределения яркостей изображения объекта является устойчивым дешифровочным признаком.
2. Разработана методика получения статистических эталонов для дешифрирования многоспектральных космических снимков, и получены статистические эталоны - функции распределения яркостей для некоторых типовых объектов растительности;
3. Разработана новая методика и технологическая схема дешифрирования аэро- и космических снимков по статистическим эталонам;
4. Экспериментальные работы показали эффективность применения разработанного метода, вероятность распознавания объектов растительности достигает 90%.

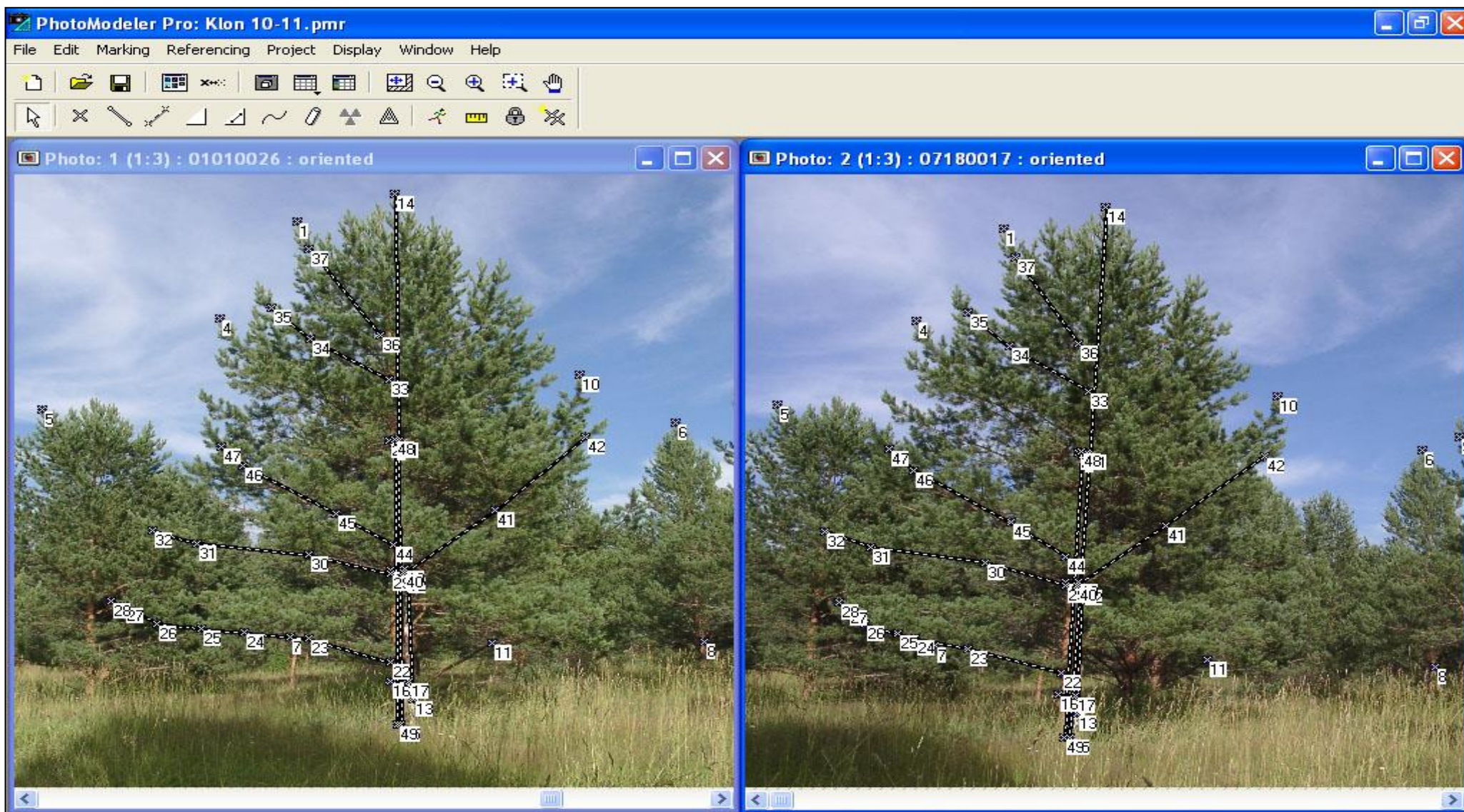
An aerial photograph of a forest canopy, showing a dense network of green and brown branches and leaves. A white grid is overlaid on the image, used for spatial analysis. The text is centered over the grid.

Определение количественных характеристик древесных насаждений по материалам наземной стереофотографической съёмки

В рамках темы: «Экспрессный анализ генетической изменчивости количественных признаков в популяциях древесных растений»

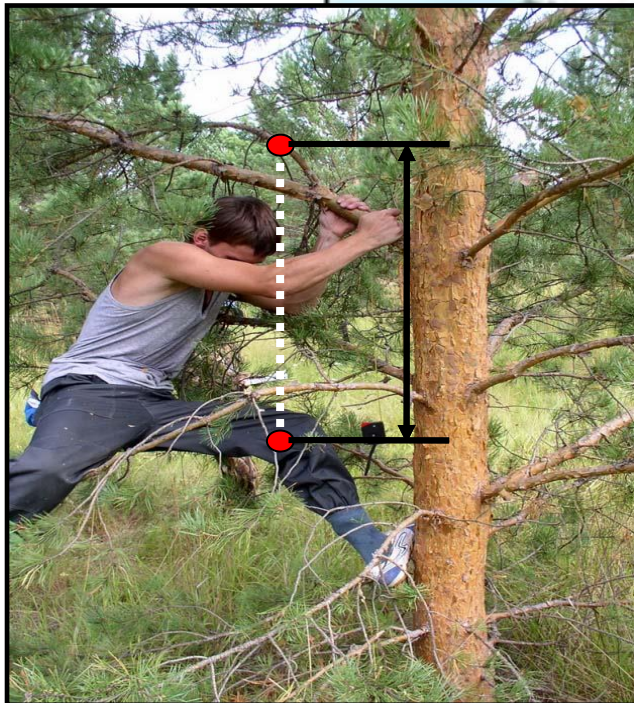
Исследования проводились в лесном хозяйстве «Озерки» на экспериментальной лесосеменной плантации сосны обыкновенной Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН в Алтайском крае.

Обработка результатов наземной съёмки



Контроль точности результатов измерений

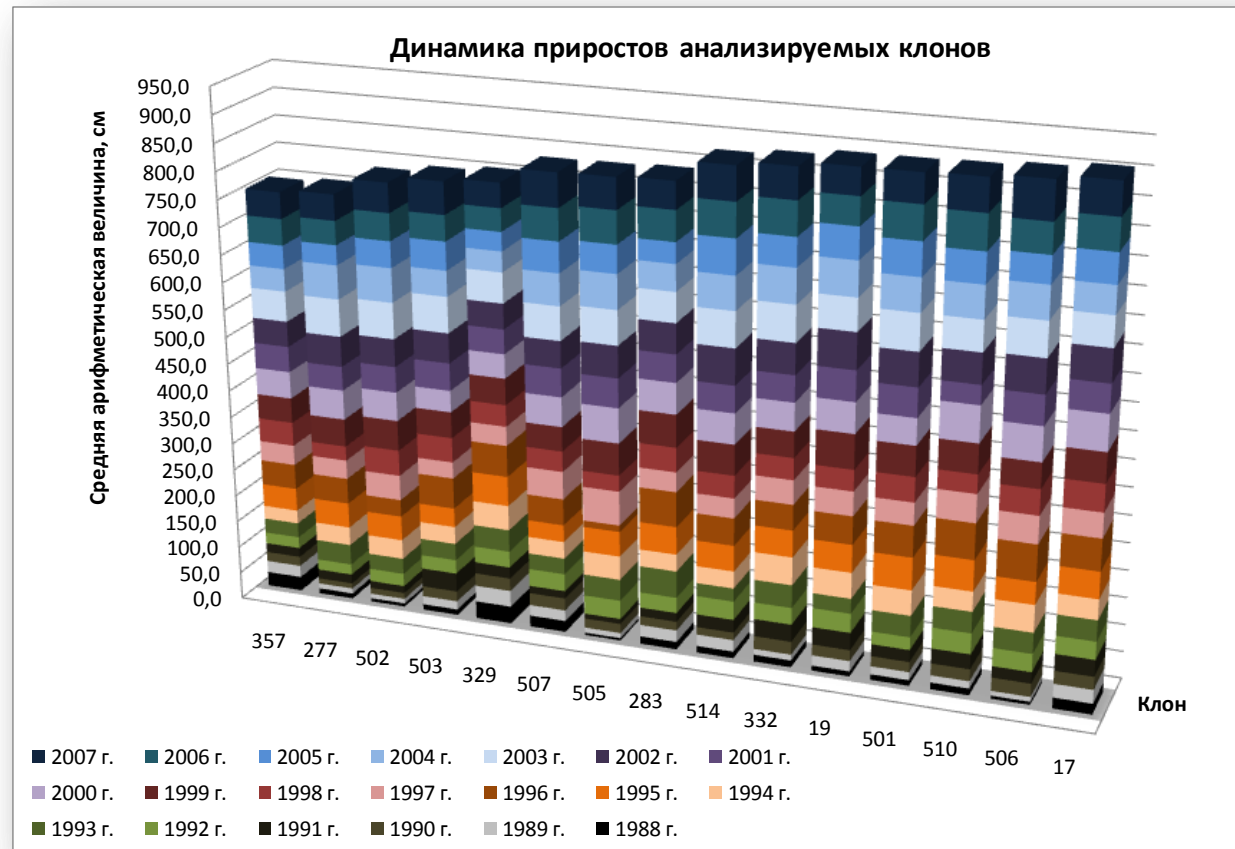
Клон 21 10-8 (базис 205 см) (01010028, 07180019)



Высота дерева (м)	
тахеометр	11,8
снимки	11,6
Ветви (м)	
Нижний ярус	
В 1	4,38
В 2	4,88
В 4	4,93
В 5	3,66
ср	4,46
Средний ярус	
В 3	3,81
В 6	4,04
В 9	4,03
ср	3,96
Верхний ярус	
В 7	2,52
В 8	3,38
ср	2,95
Количество ветвей 54	
Диаметр ствола (см) на высоте	
30,0	2,0 м
Количество шишек на ветке 8 шт	
Длина хвои ср. см	

Результаты

Определен ежегодный прирост деревьев за период 19 лет для последующего анализа влияния природно-климатических факторов



Оценка влияния различных факторов на рост сосны обыкновенной в Сузунском районе НСО по материалам беспилотной аэрофотосъёмки

- Одним из основных показателей в лесоводстве и селекции является высота ствола.
- Определение высот деревьев в центре массива традиционными методами становится затруднительным с увеличением их возраста.

Объект исследования - географические культуры сосны обыкновенной, заложенные в 1976 году на площади в 16 га, в Сузунском лесхозе.

Основные этапы работы:

- Создание планово-высотной основы с использованием ГНСС.
- Полевые контрольные измерения с использованием высотомера.
- Съёмка территории с высоты 100 метров с БПЛА Phantom 4.
- Обработка данных АФС, создание пространственных моделей (программный продукт Photoscan)
- Получение высот деревьев – по разностной модели (в среде Photoscan, затем в QGIS).
- Визуальные стереоскопические измерения высот в программном комплексе Photomod.
- Статистическая обработка результатов.

Съемочная система: DJI Phantom 4
Высота фотографирования: 70 м
Количество опорных точек: 10
Количество снимков: 889
Обработка: Photoscan, PHOTOMOD 6
Количество точек ЦМП: 41 532 146
Плотность расположения точек: 50/ кв.м.



Схема расположения опорных точек



Цифровая модель поверхности в виде массива точек высокой плотности

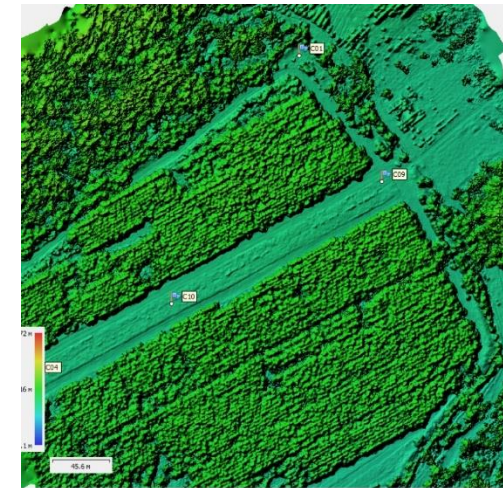


Результат классификации массива точек

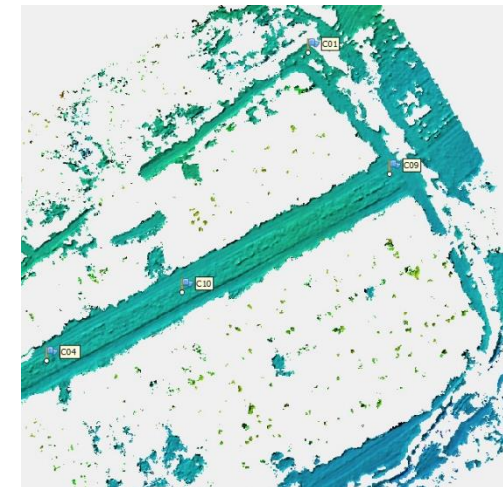
Результаты обработки в Photoscan



Пространственная модель (облако точек)



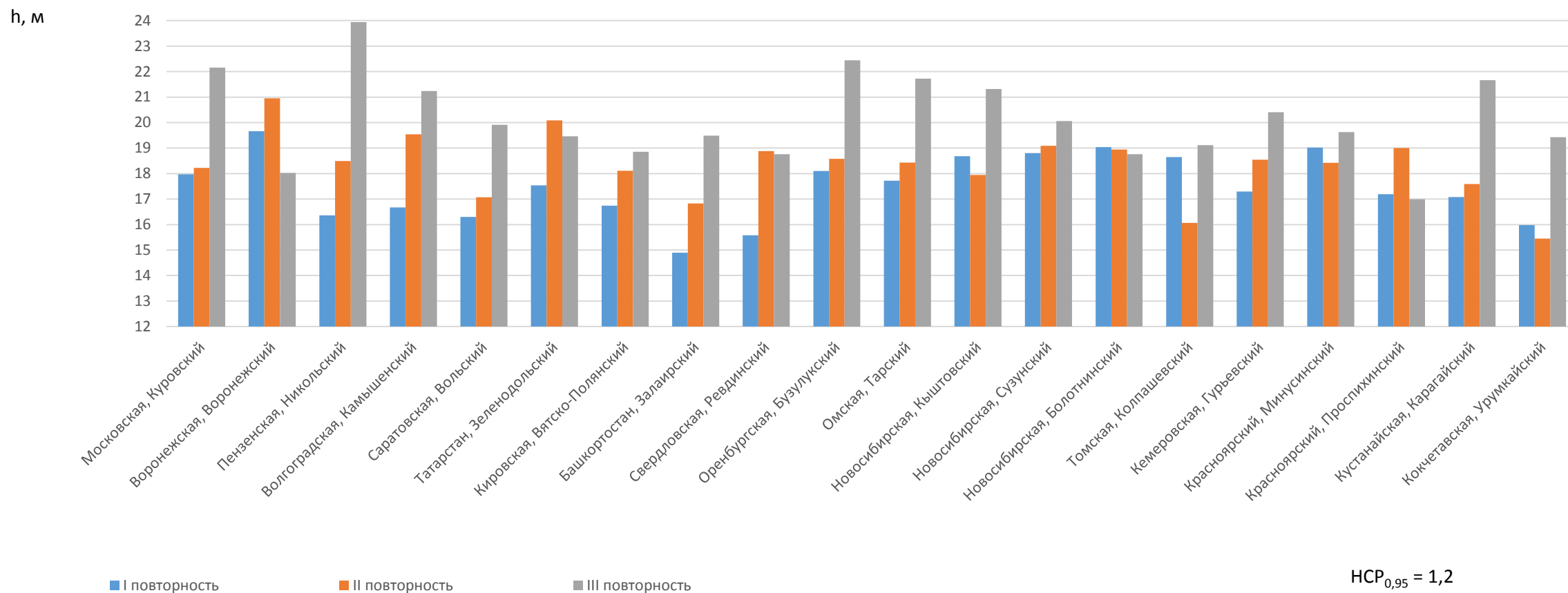
Модель поверхности



Результат фильтрации
(рельеф)

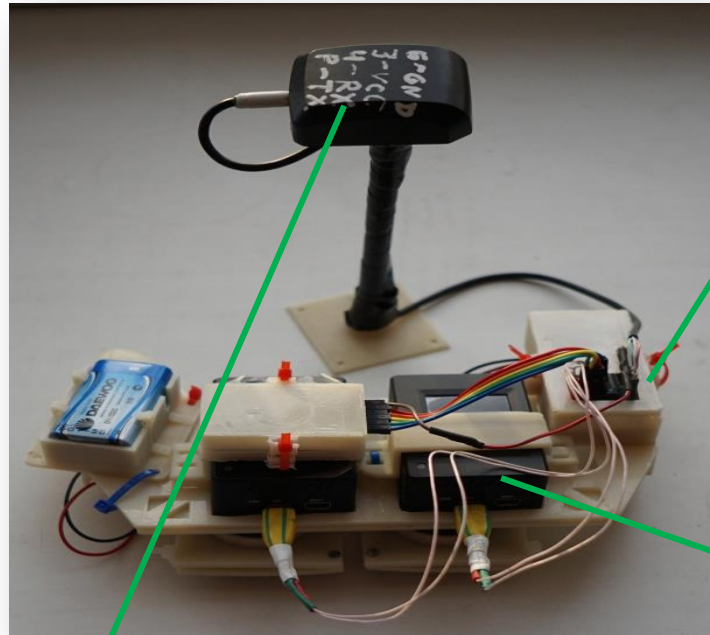
Результаты стереоскопических измерений в PHOTOMOD

✓ Получены предварительные данные о высоте деревьев по состоянию на 10 сентября 2017 года на площади 16 га.;



* Данные будут уточнены весной 2019 года

Двухканальная съёмочная система (Мультиспектральная камера)



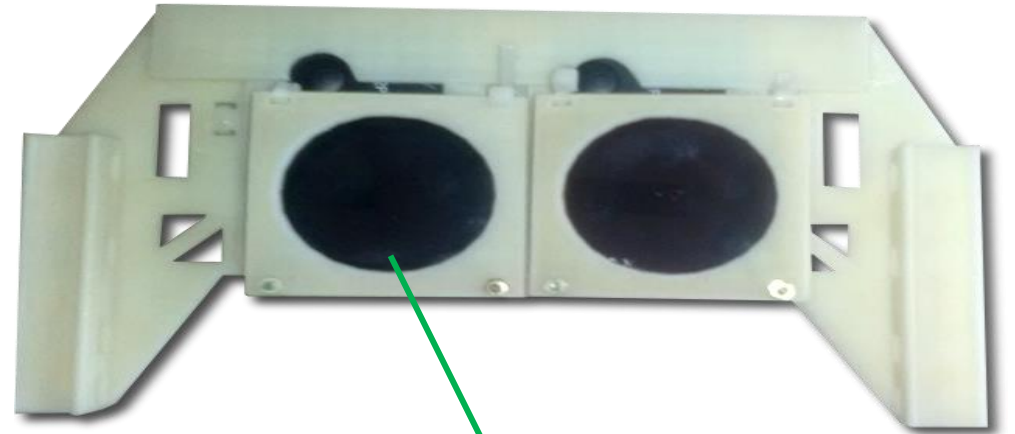
Контроллер

GPS

Камера

- Матрица – КМОП 16 мп;
- Емкость Аккумулятора - 1000mAh;
- Габариты - 59*30*41mm;
- Угол съёмки - 90°;
- Разрешение – 1980x1080;
- Вес - 60 г.

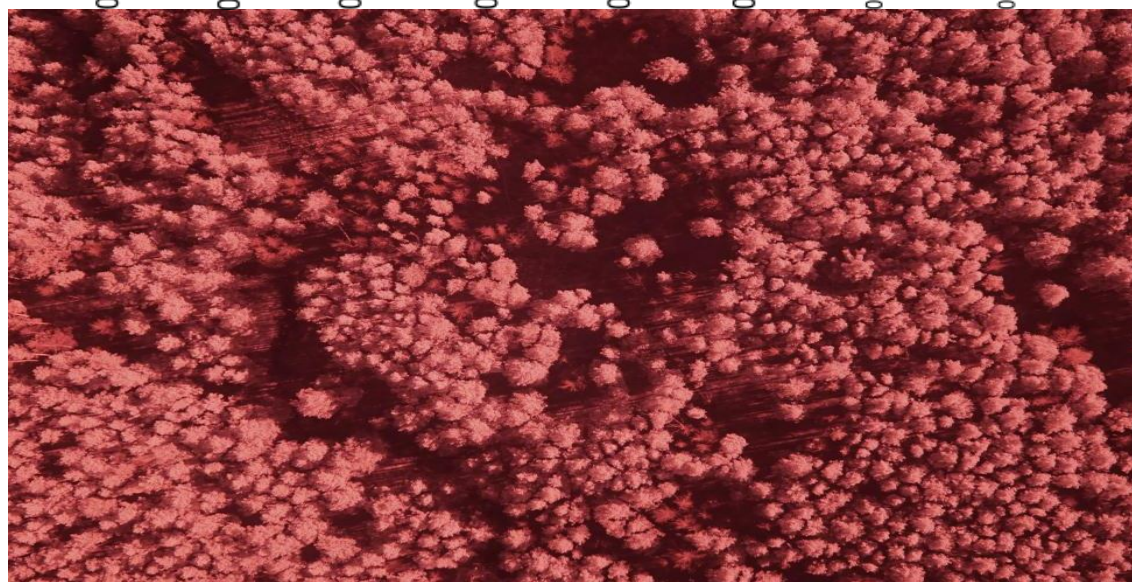
Светофильтр



Мультиспектральная камера



Dji Phantom 4



An aerial photograph of a forest with a mix of green and brown trees. Several yellow lines are drawn across the image, forming a grid-like pattern. Two red letters, 'o' and 'n', are placed on the image. The text 'Спасибо за внимание!' is overlaid in the center in yellow.

Спасибо за внимание!