



Применение данных воздушного лазерного сканирования при проведении лесоустройства

Докладчик: Альберт Васильев, директор ООО «ЦКТИУ» (Россия, Пермь)

06.07.2022

Способы таксации леса

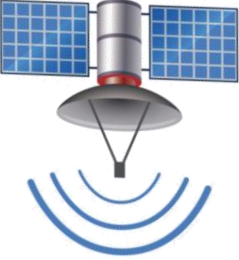
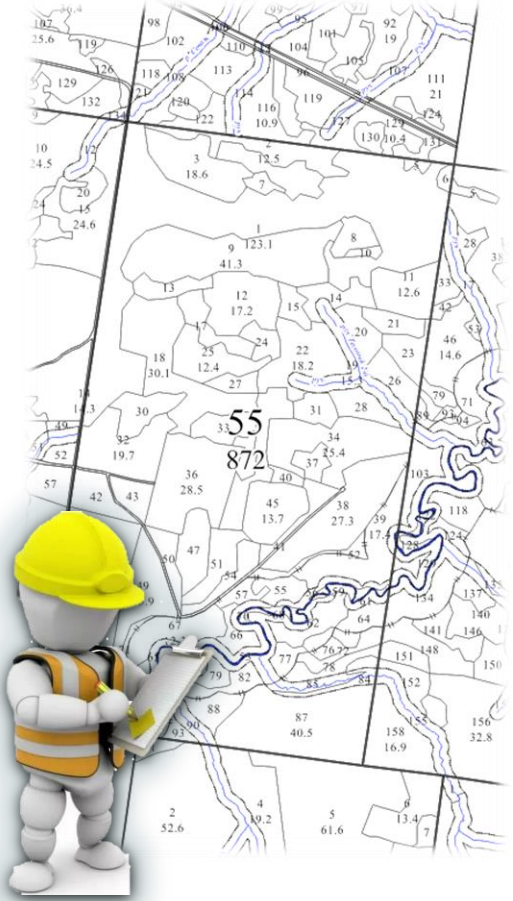



По действующей лесоустроительной инструкции (Приказ Минприроды РФ от 29.03.2018)

1. *Глазомерный*
2. *Глазомерно-измерительный*
3. *Дешифровочный*
4. *Актуализации*



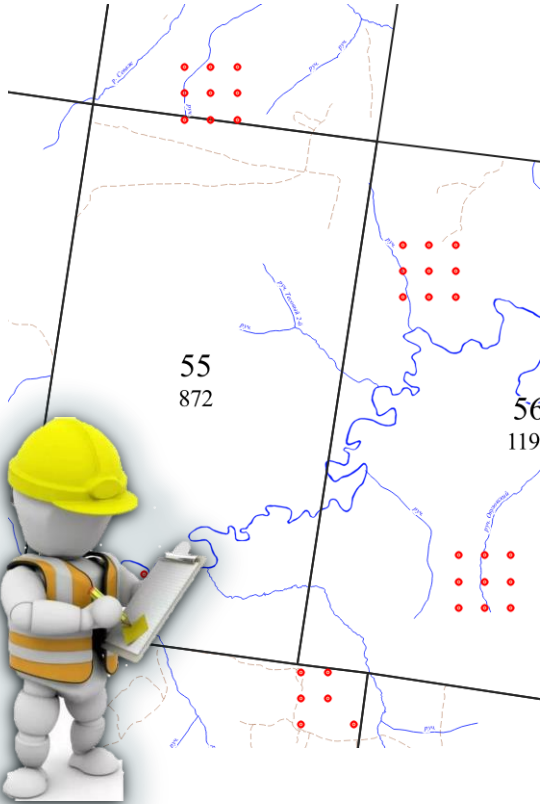



По проекту ЛУИ (regulation.gov.ru ID проекта 02/08/03-22/00125880)

1. *Наземные*
2. *Дистанционные*
3. *Рационального сочетания*
4. *Актуализации*

Этапы производства работ по существующей технологии (до 24 мес.)

1 этап (3 мес.)	2 этап (6-9 мес.)	3 этап	4 этап (6 мес.)	5 этап (3 мес.)
Подготовительный	Полевые работы		Камеральные работы	Согласование с ОГВ
		<p>Проверка качества Заказчиком</p>	<div data-bbox="1426 439 1949 785" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 20px;"> <p>Таксационные описания; Карты; Планшеты</p> </div> 	 

Этапы производства работ по таксации лесов способом ВЛС (до 14 мес.)

1 этап (3 мес.)	2 этап (2 мес.)	3 этап (4-6 мес.)	4 этап	5 этап (3 мес.)
Подготовительный	Полевые работы	Камеральные работы	Проверка качества Заказчиком	Согласование с ОГВ
 <p>БПЛА + ВЛС + АФС</p> 		<p>Таксационные описания; Карты; Планшеты</p> 		 

Способы таксации леса

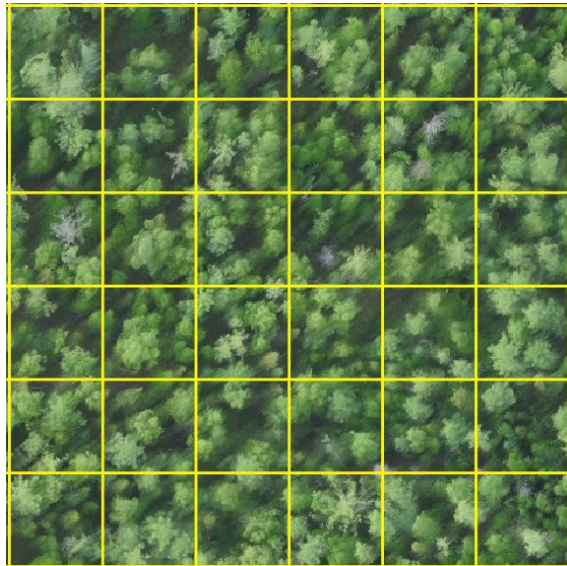
Зональный (АВА):

Единица расчета: площадь или ячейка

Параметры для расчета:

- ВЛС: высота и плотность точек растительности
- Снимки: спектральные характеристики

Расчёты осуществляются на ячейку



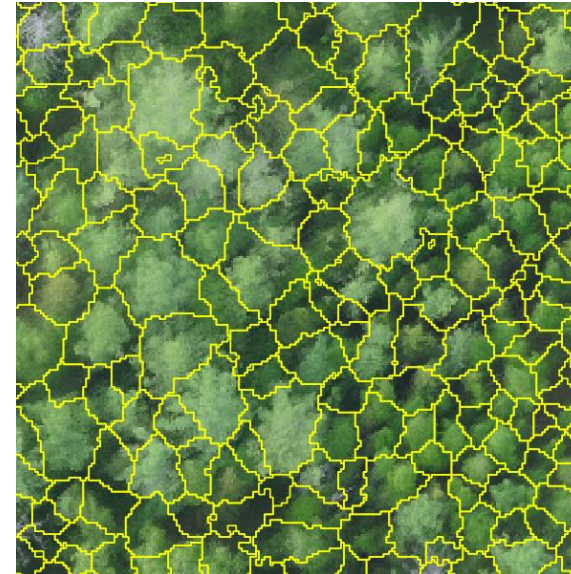
Обнаружение отдельных деревьев (ITD):

Единица расчета: отдельное дерево

Извлечение параметров отдельного дерева: высоты, средний диаметр кроны и т.д.

Автоматическое определение контура крон

Расчёты осуществляются для каждого дерева



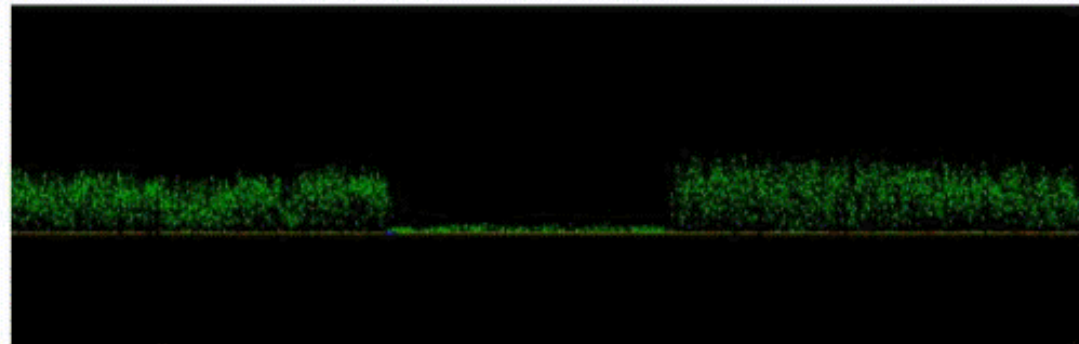
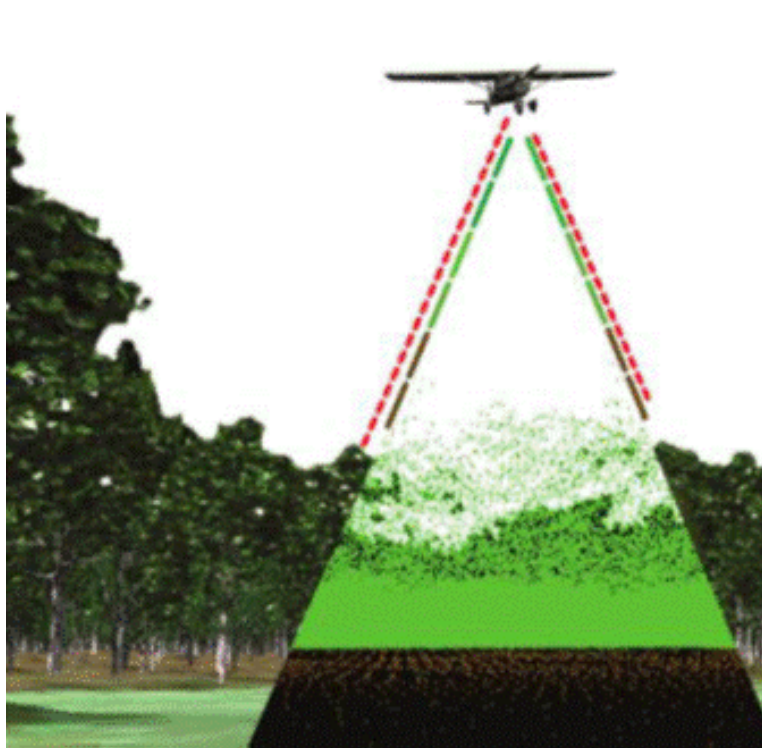
Данные дистанционного зондирования

Лазерные данные:

- облако точек 3D (x, y, z координаты) - плотность точек от 0.5 до 100 на м²

Аэрофотоснимки/спутниковые изображения:

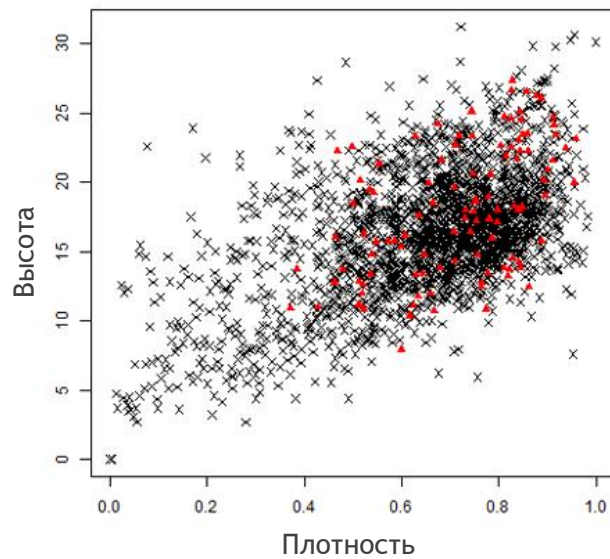
- Комбинации спектральных каналов (RGB, NIR, SWIR и т.д.)



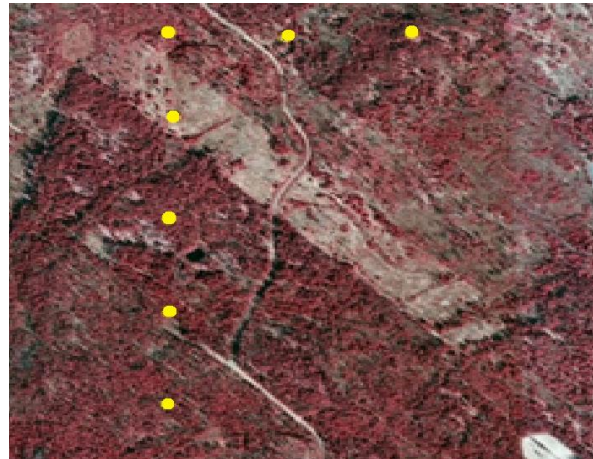
Полевые данные

- Калибровочные пробные площади для математического моделирования от 500 до 1000 шт
- Создание проекта закладки пробных площадей на основе данных лазерного сканирования для их равномерного распределения в каждом кластере.

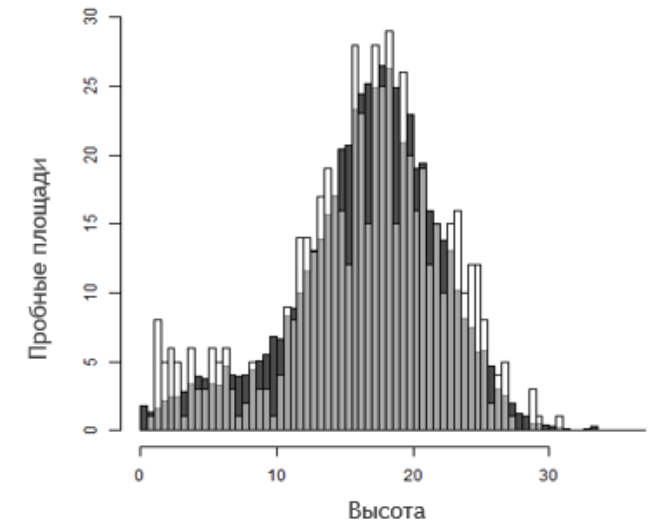
LiDAR высота/плотность



Кластер пробных площадей



Высота LiDAR



Расчётные показатели

Расчет таксационных показателей в разрезе пород для каждой ячейки сетки:

- Средний запас, м³/га
- Сумма площадей сечений, м²/га
- Средний диаметр, см
- Средняя высота, м
- Количество деревьев, шт/га
- Средний возраст, лет



OBJECTID *	Shape *	LASER_H	V	V1	V2	V3	V4	V8	V10	G	G1	G2	G3	G4	G8	G10
4	Polygon	22.75	301.7	78.6	0.5	215.1	0	0	7.5	33.3	9.3	0.1	22.9	0	0	1
5	Polygon	22.74	381.2	136.4	1	243.6	0	0	0.3	39.8	14.8	0.2	24.8	0	0	0
6	Polygon	21.82	270.8	26.8	0	235.2	0	8.6	0.2	31.5	5.1	0	25.6	0	0.8	0
7	Polygon	21.39	321.9	92.3	12.8	202.1	0	11.8	3	36.7	11.4	1.4	22.5	0	1.1	0.4

Формирование границ лесотаксационных выделов (сегментация)

- Разграничение выделов: высота (LiDAR), полнота (LiDAR), породный состав (спутниковые/аэрофото снимки)
- Формирование лесотаксационных выделов можно регулировать по параметрам заказчика
- Корректировка существующих границ лесотаксационных выделов



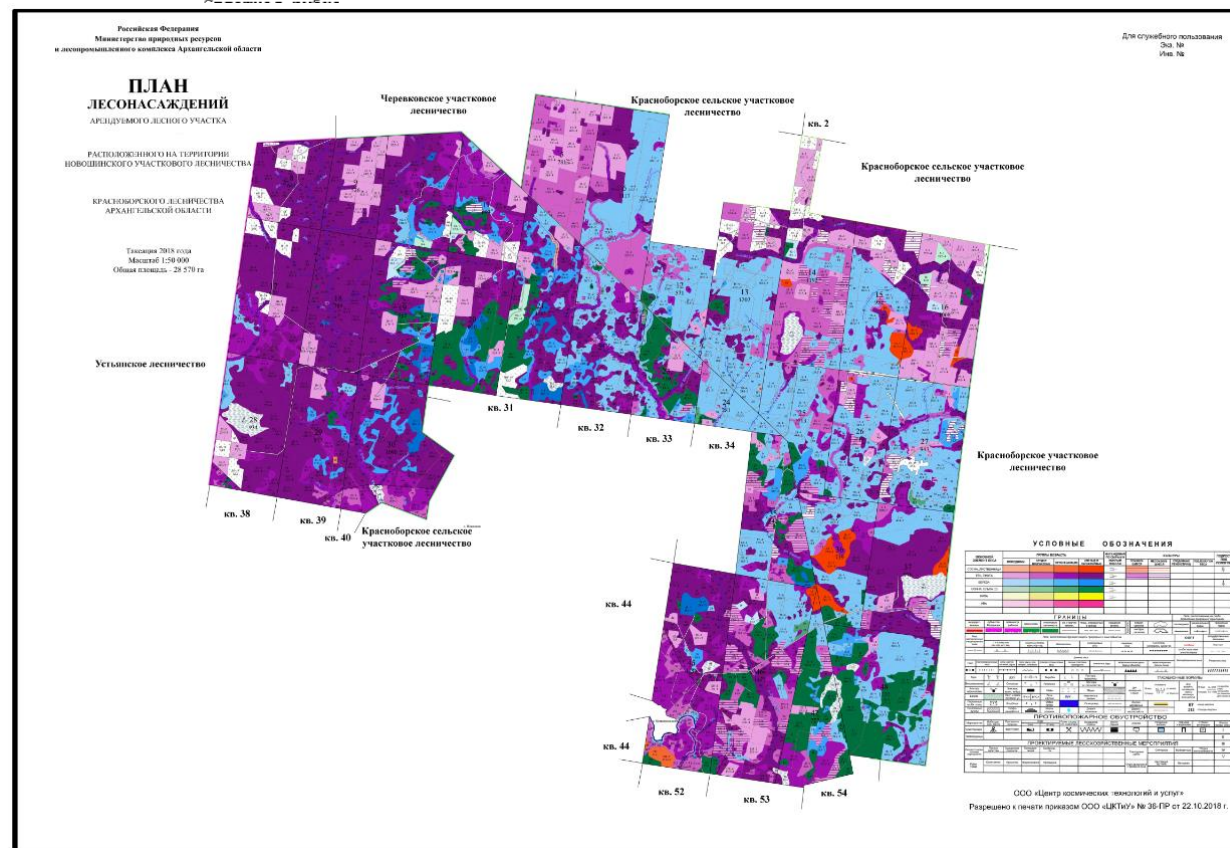
Результаты работ

Комаровское участковое лесничество
Эксплуатационные леса

Квартал 144

													Хозяйственные мероприятия										
: N	: Пло-	: Состав. Подр.	: Подл.	: Я: Вы-	: Эле-	: Воз:	: Вы-	: Ди:	: Кл:	: Гр:	: Бо:	: Тип :	: Полн:	: Запас сыраост.	: Кл.	: Запас на выделе,	: куб. м :	:	:	:	:	:	
: вы-	: шадь,	: Покров,	: почва,	: ре-	: Р: со-	: мент:	:	: ам:	: во:	: во:	: ни:	:	: ота :	: леса,	: куб. м :	: то:	: -----:	:	:	:	:	:	
: де-	: льф,	: особ.	: выш.	: Про:	: У: та :	:	: ра :	: со-	: ет:	: зр:	: зр:	: те:	: леса :	: -----:	: ва:	: су-	: ре-	: еди-	: захламлен.	:	:	:	
: ла :	: га :	: исходж.	: Кат.	: земель:	: С: Яр :	: ле-	:	: р :	: ас:	: ас:	: т :	:	: Сумм:	: на :	: общий:	: по :	: рн:	: хо-	:	: нич-	: -----:	:	
:	:	: Хар.	: лесн.	: культур:	: ус :	: са :	: ст :	: та :	: та :	: та :	:	: а пл:	: 1 :	: на :	: соста:	: ос:	: стоя:	: дин :	: ных :	: общий:	: лик-	: -----:	
:	:	: Кадастр.	: оц.	: енка :	: а :	:	:	:	:	:	:	: ТЛУ :	: сеч. :	: га :	: выдел:	: вляющ:	: ти:	: стар.	:	: дер. :	:	: вида:	:

64	7.1	7Е1П2В	1	18	Е	100	19	24	5	4	3	Е ДМ	0.9	305	2165	1516	1					
					П	75	15	20				ЧВ					217	3				
					Б	18	20										433	3				
					подрост: 9Е1П (20) 1.0 м, 3.0 тыс.шт/га, благонадежный																	
65	44	Вырубка			С							2	Е ЧЕР									
												ЧС										
					год вырубки 18																	
66	7.7	8Е1П1В	1	18	Е	120	19	24	6	4	4	Е ДМ	0.6	235	1809	1448	2					
					П	75	14	16				ЧВ					181	3				
					Б	90	19	24									181	3				
					подрост: 8Е2П (20) 1.0 м, 4.5 тыс.шт/га, благонадежный																	
67	16.3	6Б4Е	1	17	Б	55	18	20	6	3	2	Е ЧЕР	1	305	4971	2982	2					
					Е	60	15	20				ЧС					1989	1				
					подрост: 9Е1П (20) 1.0 м, 3.0 тыс.шт/га, благонадежный																	
68	2.9	8Е1П1В	1	17	Е	100	17	24	5	4	3	Е ДМ	0.5	185	536	428	1					
					П	70	14	20				ЧВ					54	3				
					Б	80	18	24									54	3				
					подрост: 8Е2П (15) 1.0 м, 4.5 тыс.шт/га, благонадежный																	
69	4.1	5Е1П4В	1	16	Е	60	16	20	3	2	2	Е ЧЕР	1	280	1148	574	1					
					П	65	14	16				ЧС					115	2				
					Б	45	16	16									459	2				
					подрост: 8Е2П (20) 1.0 м, 2.5 тыс.шт/га, благонадежный																	
70	10	8Е1П1В	1	19	Е	100	20	24	5	4	3	Е ДМ	0.8	305	3050	2440	1					
					П	75	15	20				ЧВ					305	3				
					Б	65	17	20									305	3				
					подрост: 8Е2П (15) 1.0 м, 4.0 тыс.шт/га, благонадежный																	
					ОЗУ: Водоохранная зона																	
71	5.1	5Е5Б	1	16	Е	60	15	20	3	2	3	Е ЧЕР	0.9	270	1377	688	1					
					Б	50	16	16				ЧС					689	3				
					подрост: 9Е1П (20) 1.0 м, 2.5 тыс.шт/га, благонадежный																	



Опыт использования технологии в России

- Красноборское лесничество Архангельской области
- Площадь лесного участка: 127 000 га
- Количество пробных площадей: 1209 шт.
- Данные ВЛС с плотностью 4-6 точек/кв.м (съёмка 2018 года)
- Данные АФС с инфракрасным каналом (съёмка 2017 и 2018 года)



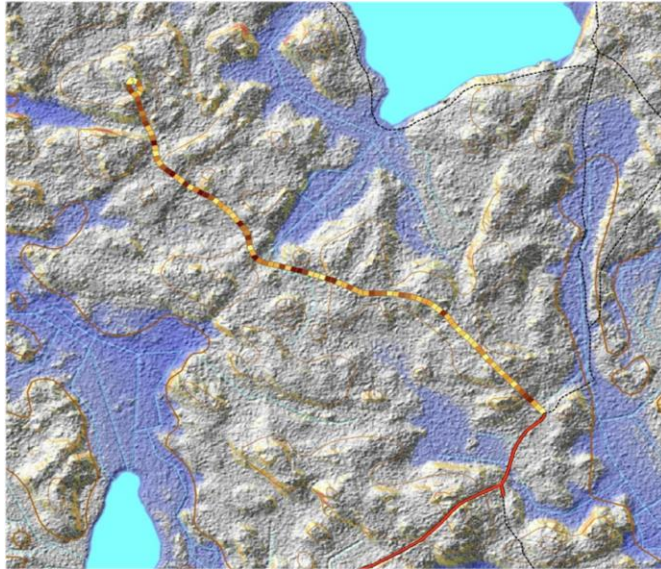
Преимущества метода

Особенности	Метод ВЛС	Таксация стандартными методами
1. Объем полевых работ при площади объекта 100 000 га	500-700 круговых площадок постоянного радиуса (9 м) со сплошным перечетом и обмером модельных деревьев	≈25 000 круговых реласкопических площадок (при S выдела 20 га) с обмером модельных деревьев и ≈1500 км таксационного хода
2. Информация о высоте древостоя	Точная цифровая модель высоты растительности на всю территорию объекта работ	Выборочное измерение модельных деревьев на пунктах таксации
3. Информация о рельефе	Точная цифровая модель рельефа	Топографические карты 1:25 000
4. Разграничение выделов	Автоматическое (сегментация)	Полностью ручное

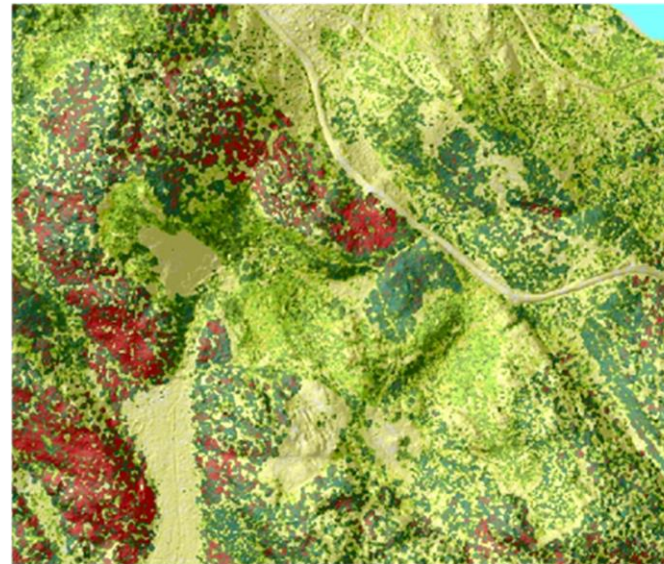
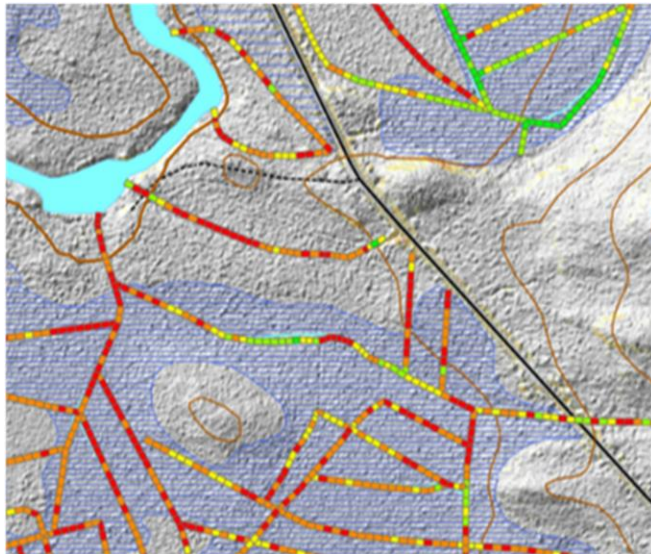
Проверка точности результатов (по данным АО «Группа «Илим»)

Показатель	Тип ошибки	Величина ошибки в зависимости от способа таксации лесов				
		Нормативная (по лесоустроительной инструкции)			ВЛС (по итогам полевой проверки)	ВЛС (по факту заготовки)
		Глазомерно- измерительный	Глазомерный	Дешифровочный		
Высота, %	Случайная (при вероятности 0,68)	±8	±10	±15	+3,5	-
Диаметр, %		±10	±12	±20	+0,9	-
Запас на 1 га, %		±15	±20	±30	+9,3	±8
Возраст, лет <40		±5	±10	±15	±5	-
41-100		±10	±15	±20	±10	
>100		±10	±25	±35	±10	
Полнота		±0,1	±0,1	±0,2	+0,1	-
Коэффициент состава преобладающей породы	±1,0	±1,5	±2,0	+1,0	±0,4	
Запас, %	Систематическая	±5	±5	±10	+9	+4,2

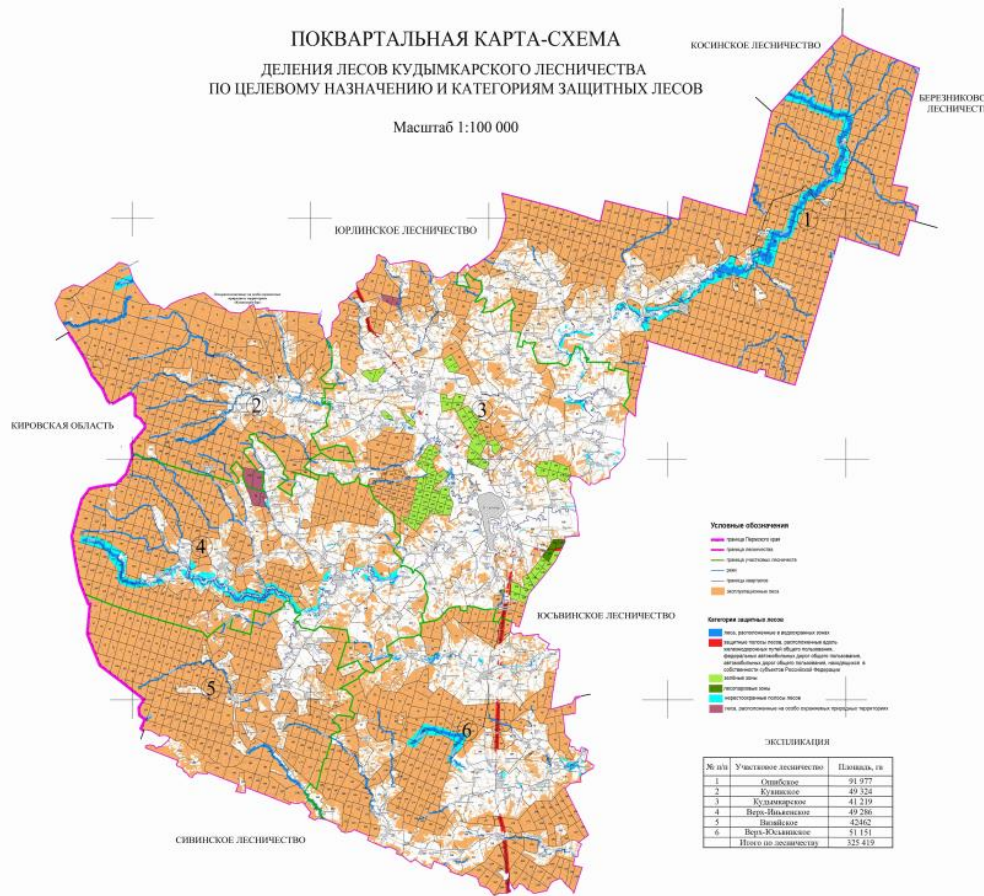
Дополнительные данные



- Цифровая модель рельефа (ЦМР)
- Проектирование лесных дорог
- Проектирование гидромелиоративной сети
- Расчет индекса заболоченности
- Модель высоты крон (СНМ)



Подсчёт объёма накопленного углерода («нулевой уровень») для участия в лесоклиматических проектах с перспективой выхода на биржу карбоновых кредитов



Расчёт накопленного углерода в Кудымкарском лесничестве

№ п/п	Участковое лесничество	Объем накопленного углерода, тонн
1	Верх-Иньвенское	331 926,7
2	Верх-Юсьвинское	623 232,8
3	Визяйское	353 808,6
4	Кувинское	538 230,3
5	Кудымкарское	355 273,2
6	Ошибское	981 434,4
Итого по Кудымкарскому		3 183 905,9

