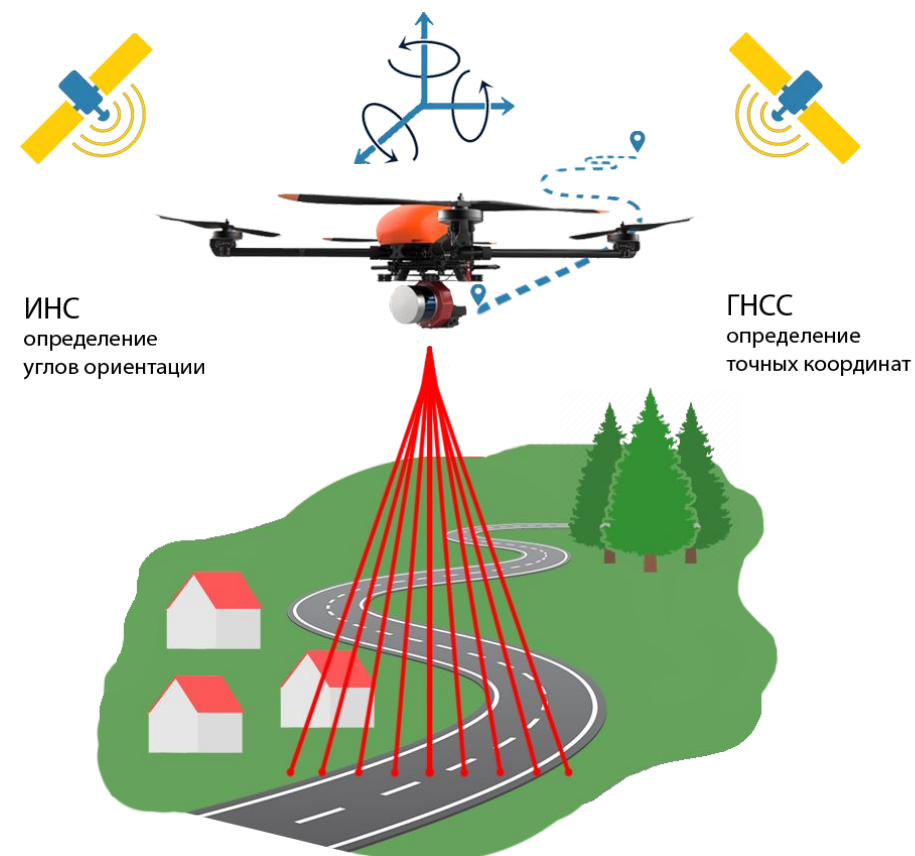
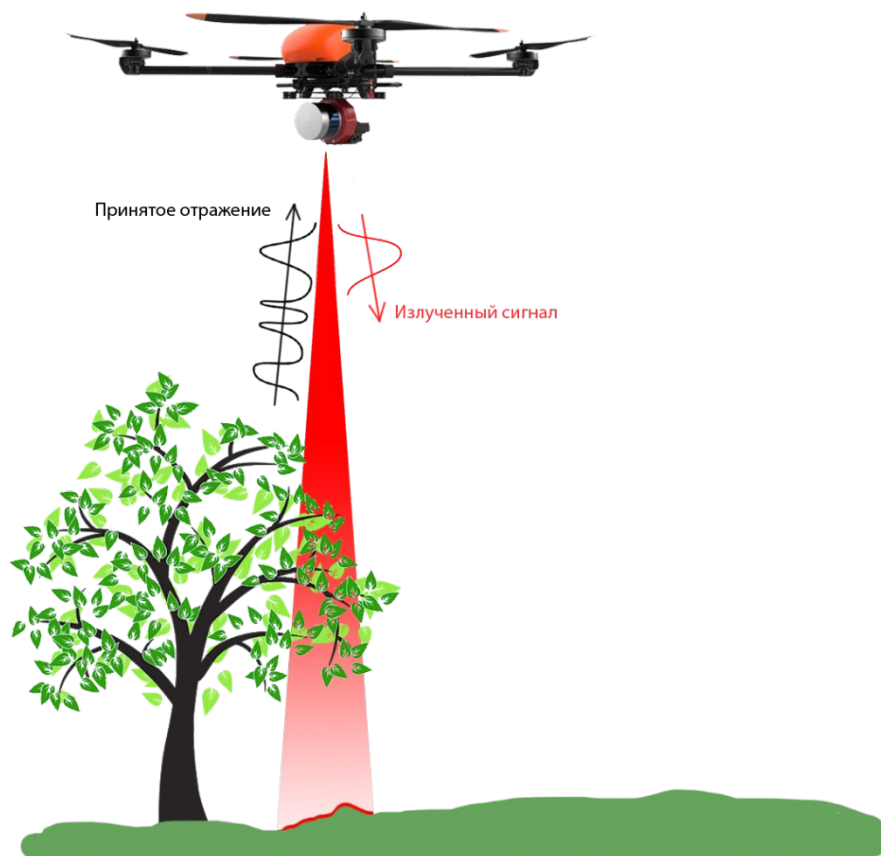


**Импортонезависимость в инженерно-геодезических  
изысканиях.  
Миф или реальность?!**



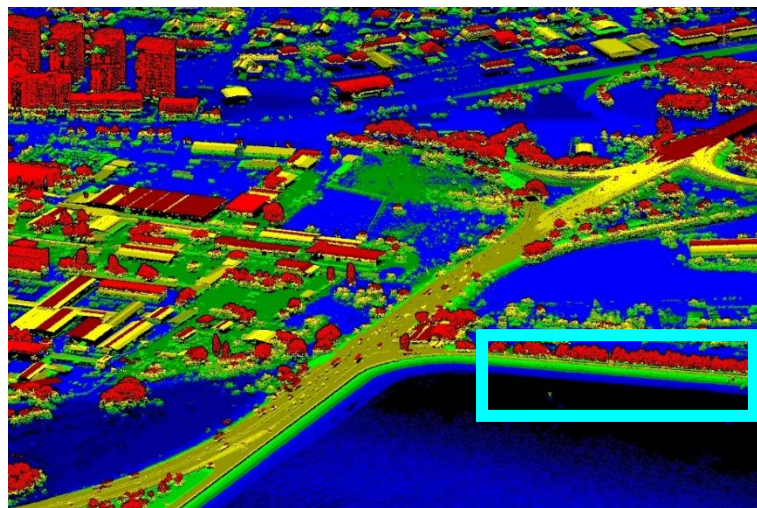
# ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ



# Сущность и принципы технологии

- Воздушное лазерное сканирование является активной съемкой. Установленный на воздушном судне (самолете, вертолете, БПЛА) LiDAR, проводит дискретное сканирование местности и объектов, расположенных на ней. При этом регистрируется направление лазерного луча и время прохождения луча.
- Текущее положение лазерного сканера определяется с помощью высокоточного ГНСС-приемника (работающего в дифференциальном режиме) совместно с инерциальной навигационной системой (IMU).
- Зная углы разворота и координаты лазерного сканера, можно однозначно определить абсолютные координаты каждой точки лазерного отражения в пространстве.

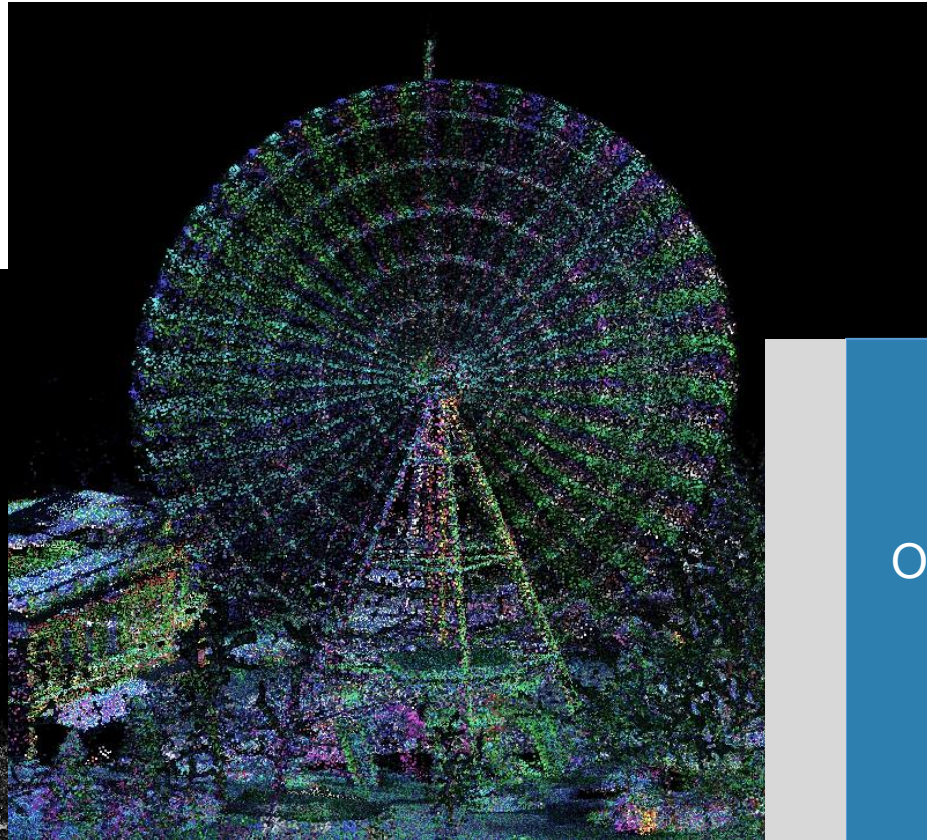
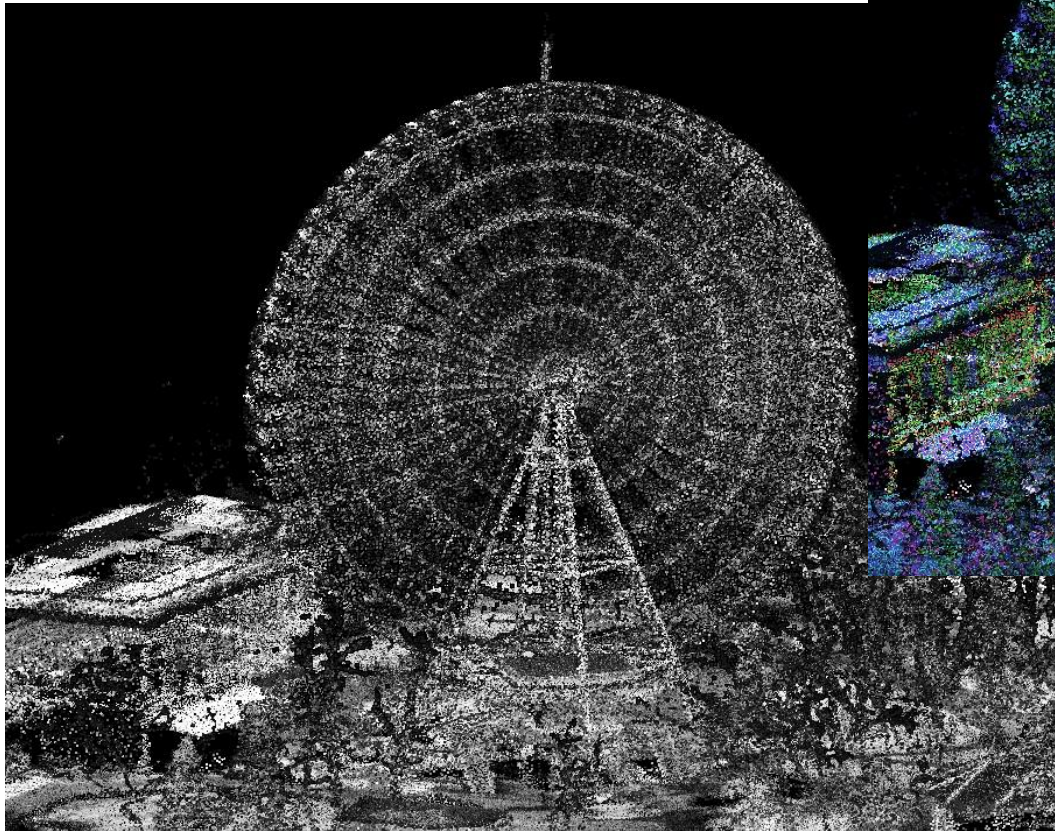
# ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ



Облако точек, полученное  
воздушным лазерным  
сканером



# ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ



Облако точек при наличии растительности

# ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Какие виды транспорта обычно используются при проведении мобильного лазерного сканирования?

## Виды носителей



Автомобильный транспорт



Железнодорожный транспорт



Пилотируемые воздушные суда



Беспилотные воздушные суда



# ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ



## Высокая скорость

Высокая скорость производства полевых работ



## Уменьшение затрат

Существенное уменьшение затрат на плано-высотное обоснование



## Камеральная часть

Перенос основного объема работ по созданию пространственных данных в камеральные условия



## Автоматизация

Камеральная обработка данных для получения цифровой модели рельефа производится практически полностью в автоматическом режиме



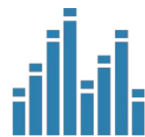
## Рельеф под листвой

Лазерное сканирование позволяет получать точную и детальную трехмерную модель местности, в том числе под кронами деревьев



## Трёхмерная модель

Детальность и точность получаемой информации позволяет зафиксировать абсолютно все формы рельефа, присутствующие в зоне съемки, и получить трехмерные модели всех наземных объектов



## Упрощение обработки

При совмещении с камерами существенно возрастает скорость фотограмметрической обработки за счет отсутствия необходимости в фототриангуляции



## В любом месте

Возможность съемки труднодоступных и опасных объектов, безориентирной местности (пустыни, песчаные или заболоченные территории)

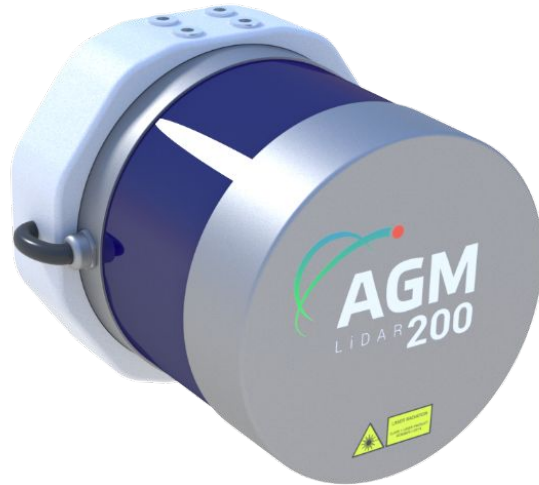


## Не зависит от освещения

Лазерное сканирование можно проводить в любых условиях освещения, в том числе ночью

# ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР АГМ-МС1

воздушный лазерный сканер для беспилотных воздушных судов



*Решение отвечает тенденциям сформировавшегося рынка лазерных средств измерений.*

*Устройство укомплектовано бюджетными компонентами с целью снижения входного порога в технологию для основной массы пользователей*

*АГМ-МС1 ожидается сертификации в ФГУП ВНИИФТРИ с целью внесения в Государственный реестр средств измерений*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

точность определения координат: от **5** см

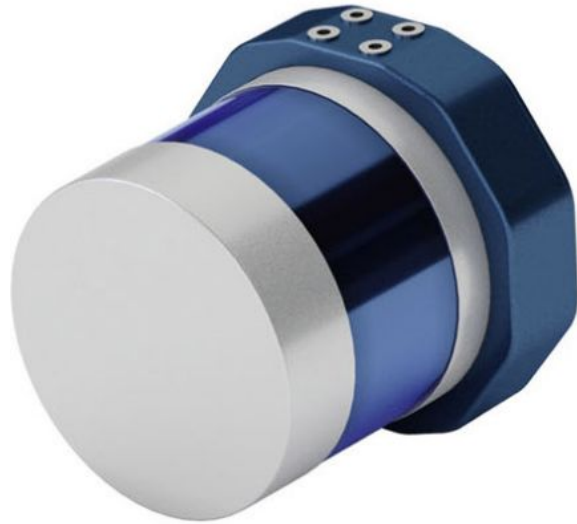
максимальная дальность сканирования: **200** м

возможность интеграции одной фотокамеры



# ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР АГМ-МС3

лазерный сканер для беспилотных воздушных судов



*Первый российский лазерный сканер для БВС*

*АГМ-МС3 внесен в Государственный реестр средств измерений, свидетельство об утверждении типа средств измерений № 72932*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

точность определения координат: от **3** см

максимальная дальность сканирования: **200** м

возможность интеграции двух фотокамер

## КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки включено программное обеспечение, разработанное ООО «АГМ Системы»

### AGM Scan Works

вывод данных лазерного сканирования

### AGM Pos Works

вычисления траекторий движения

# ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР АГМ-МС5

лазерный сканер наземных транспортных средств



*АГМ-МС5 планируется к сертификации в ФГУП ВНИИФТРИ с целью внесения в Государственный реестр средств измерений*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

точность определения координат: от **3** см

максимальная дальность сканирования: **300** м

возможность интеграции панорамной камеры

## КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки включено программное обеспечение, разработанное ООО «АГМ Системы»

### AGM Scan Works

вывод данных лазерного сканирования

### AGM Pos Works

вычисления траекторий движения

# ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР АГМ-ВС35

лазерный сканер для пилотируемых и беспилотных  
воздушных судов



*Универсальное решение для  
пилотируемой и беспилотной  
авиации*

*АГМ-ВС35 планируется к  
сертификации в ФГУП  
ВНИИФТРИ с целью внесения в  
Государственный реестр  
средств измерений*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

точность определения координат: от **3** см

максимальная дальность сканирования: **500** м

возможность интеграции двух фотокамер

## КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки включено программное обеспечение,  
разработанное ООО «АГМ Системы»

### AGM Scan Works

вывод данных лазерного  
сканирования

### AGM Pos Works

вычисления траекторий  
движения

# ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР АГМ-ВС55

воздушный лазерный сканер для пилотируемых воздушных судов



*Первый российский лазерный сканер для пилотируемых воздушных судов.*

*Серийный образец АГМ-ВС55 прошел калибровку ФГУП ВНИИФТРИ, сертификат калибровки № 8/832-231-19*

*Осуществляется внесение в реестр средств измерений*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

точность определения координат: от **3** см

максимальная дальность сканирования: **2850** м

возможность интеграции различных типов фотокамер

## КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки включено программное обеспечение, разработанное ООО «АГМ Системы»

### AGM Scan Works

вывод данных лазерного сканирования

### AGM Pos Works

вычисления траекторий движения

### AGM Planner

создание полётного плана

### AGM Scan Control

управление компонентами ВС55 в процессе съемки

# ВЛС и ЦАФС с применением пилотируемой авиации















Воздушное лазерное сканирование и цифровая аэрофотосъемка с использованием пилотируемой авиации



# ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ



# Сравнение беспилотных летательных аппаратов для АФС и ВЛС

														
Название	Matrice 600 Pro	DJI Matrice 300	Геоскан401	АТЛАС НАРТО АСК	R.A.L. HYDRA	FKAR 007	VoJet VT10	VoJet VT7	Supercam SK35DF	ЭРА-54Д	Supercam SK200H	IDS-5	ПТБРО	ДИАМ 20
Тип	Гексакоптер	Квадрокоптер	Квадрокоптер	Октокоптер	Гексакоптер	Комбинированный	Самолет	Самолет	Самолет с вертикальным взлетом	Комбинированный (конвертоплан)	Комбинированный (конвертоплан)	Самолет	Самолет	Самолет с вертикальным взлетом
Тип двигателя	Электрический	Электрический	Электрический	Электрический	Электрический	Электрический	Бензиновый	Электрический	Электрический	Электрический/Бензиновый	Электрический/Бензиновый	Бензиновый	Бензиновый	Бензиновый
Страна производитель	Китай	Китай	Россия г. Санкт-Петербург	Россия г. Санкт-Петербург	Россия г. Москва	Россия г. Санкт-Петербург	Китай, продавец г. Москва	Китай, продавец г. Москва	Россия г. Ижевск	Россия г. Москва	Россия г. Ижевск	Россия г. Уфа	Россия г. Москва	Россия г. Санкт-Петербург
Реальное время полета при нагрузке 2 кг	20 мин	32 мин (реальное на испытаниях 27 мин)	35-40 мин (на реальном объекте при темп. -8 и ветре 5-7м/с отлетал 37 минут с двумя ракетами развешенными)	35-40 мин (на тестовом полете с нагрузкой 2 кг при темп. -2 и ветре 5-7м/с расход 1100 Вт/ч, на борту 800 Вт/ч)	35 мин	20 минут с нагрузкой 2 кг	2,5 часа	2,5 часа, реально 1ч 40 мин	1ч 20 мин	2,5 часа	7 часов (по ТТХ), реально др 5ч	10 часов	7 часов реально 5ч	13 часов
Скорость на взлете	30 км/час (8 м/с)	36 км/час (10 м/с)	36 км/час (10 м/с)	36 км/час (10 м/с)	43 км/час (12 м/с)	70-110 км/ч (20-30 м/с)	80-120 км/ч (22-33 м/с)	80-100 км/ч (22-28 м/с)	70-100 км/ч (22-28 м/с)	80-120 км/ч (22-33 м/с)	80-120 км/ч (22-33 м/с)	80-120 км/ч (22-33 м/с)	80-120 км/ч (22-33 м/с)	80-120 км/ч (22-33 м/с)
Дальность радиосигнала	3,5 км	5-7 км	10 км	3-5 км	10 км Опционально др 30 км.	10 км	др 40 км	др 40 км	20 км Опционально др 50 км.	20 км Опционально др 50 км.	20 км Опционально др 50 км.	20 км Опционально др 50 км.	20 км	без ограничений
Максимальная нагрузка	6 кг	2,7 кг	2,5 кг	5 кг	3 кг	2 кг	5 кг	5 кг	2,5 кг	3 кг	5 кг	8 кг	5 кг	8 кг
Максимальная скорость ветра	8 м/сек	12 м/сек	12 м/сек	12 м/сек	25 м/сек	12 м/сек при посадке	10 м/сек	12 м/сек	15 м/сек	20 м/сек	Н/Д (предположительно до 20 м/сек)	15 м/сек	15 м/сек	12 м/сек
Площадь съемки линейки за 1 вылет, высота 150м, ширине 200 м	172 га	380 га	380 га	400 га	500 га	600 га	4860 га	3000 га	2590 га	4860 га	9700 га	20 000 га	9700 га	
Протяженность маршрута	8,6 км	19,2 км	19,2 км	20 км	25 км	30 км	243 км	150 км	130 км	243 км	500 км	1000 км	500 км	
Температура эксплуатации	-10°...+40°	-20°С...+50°С	-20°С...+40°С (опционально до -40°С)	-20°С...+30°С	-30°С...+60°С	-20°С...+50°С	-20°С...+40°С	-20°С...+40°С	-45°С...+45°С	-30°С...+40°С	-40°С...+45°С	-40°С...+50°С	-40°С...+50°С	-40°С...+50°С
Срок поставки	20 дней	20 дней	60 дней	60 дней	60 дней	60 дней	90 дней	90 дней	90 дней	90 дней	90 дней	90 дней	90 дней	90 дней

## Лазерные сканеры АГМ-МС3.200, установленные на БПЛА Геоскан401



Полетное время.....до 40 мин.  
Эффективная высота съемки..... до 150 м  
Средняя скорость носителя .....40 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м  
Площадь съемки за один вылет..... 200-350 га  
Плотность точек лазерного отражения.....100-200 на м.кв.

Радиус съемки до 5 км, либо 25 км линейного объекта.



## Лазерные сканеры АГМ-МС3.200, установленные на БПЛА DJI Matrice 600 Pro



Полетное время.....до 27 мин.  
Эффективная высота съемки..... от 25 до 150 м  
Средняя скорость носителя .....40 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м  
Площадь съемки за один вылет..... 100-200 га  
Плотность точек лазерного отражения.....100-200 на м.кв.

Радиус съемки до 5 км, либо 10 км линейного объекта.

## Лазерные сканеры АГМ-МС3.200, установленные на Luftera LQ5



- Полетное время.....до 35 мин.
  - Эффективная высота съемки..... от 25 до 150 м
  - Средняя скорость носителя .....40 км/ч
  - Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м
  - Площадь съемки за один вылет..... 150-300 га
  - Плотность точек лазерного отражения.....100-200 на м.кв.
- Радиус съемки до 5 км, либо 25 км линейного объекта.

## Лазерные сканеры типа АГМ-МС3.200, установленные на БПЛА Supercam S350



Полетное время.....до 3 часов.  
Эффективная высота съемки..... до 160 м  
Средняя скорость носителя .....85 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м  
Площадь съемки за один вылет .....10-20 км.кв.  
Плотность точек лазерного отражения.....40 - 50 на м.кв.

Радиус съемки до 50 км, либо до 100 км при наличии прямой видимости направленной антенны.

## Лазерные сканеры типа АГМ-МС3.200, установленные на БПЛА Supercam SX350



Полетное время.....до 2 часов.  
Эффективная высота съемки..... до 160 м  
Средняя скорость носителя .....85 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м  
Площадь съемки за один вылет .....10-20 км.кв.  
Плотность точек лазерного отражения.....40 - 50 на м.кв.

Радиус съемки до 50 км, либо до 100 км при наличии прямой видимости направленной антенны.

## Лазерные сканеры типа АГМ-МС3.200, установленные на БПЛА Птеро



Полетное время.....до 8 часов.  
Эффективная высота съемки..... до 160 м  
Средняя скорость носителя .....85 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м  
Площадь съемки за один вылет .....70-110 км.кв.  
Плотность точек лазерного отражения.....40 - 50 на м.кв.

Радиус съемки до 50 км, либо до 100 км при наличии прямой видимости направленной антенны.

## Лазерные сканеры типа АГМ-МС3.200, установленные на БПЛА ИДС5



Полетное время.....до 8 часов.  
Эффективная высота съемки..... до 160 м  
Средняя скорость носителя .....90 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м  
Площадь съемки за один вылет .....80-120 км.кв.  
Плотность точек лазерного отражения.....40 - 50 на м.кв.

Радиус съемки до 50 км, либо до 100 км при наличии прямой видимости направленной антенны.

## Лазерный сканер АГМ-МС3.200 на БПЛА Кречет Аэромакс



Полетное время.....до 4 часов.  
Эффективная высота съемки..... до 160 м  
Средняя скорость носителя .....100 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования....до 320 м  
Площадь съемки за один вылет .....40-50 км кв.  
Плотность точек лазерного отражения.....40 - 50 на м кв.

Дальность съемки до 150 км

## Лазерные сканеры АГМ-МС3.200 и АГМ-ВС35 на БПЛА Геоскан701



Полетное время.....до 13 часов.  
Эффективная высота съемки..... 150 - 400 м  
Средняя скорость носителя .....120 км/ч  
Ширина коридора лазерного сканирования...300 - 500 м  
Площадь съемки за один вылет .....100-150 км кв.  
Плотность точек лазерного отражения.....40 - 50 точек на  
м кв.

Дальность съемки до 550 км



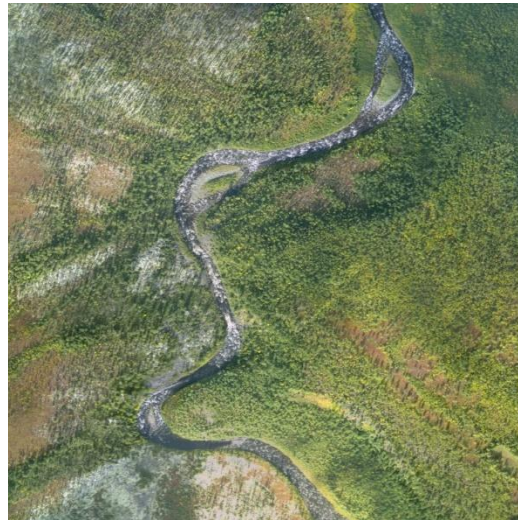
# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Картография, инженерно-геодезические изыскания и маркшейдерские работы



МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

цифровая модель рельефа по данным воздушного лазерного сканирования (светотеневая отмывка)



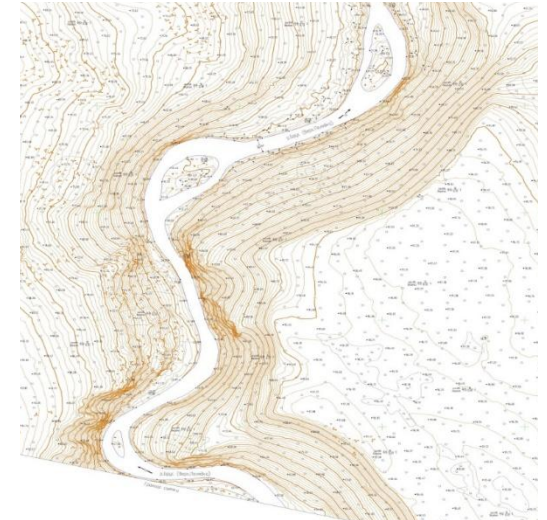
ОРТОФОТОПЛАН

цифровой ортофотоплан



ЦИФРОВОЙ РАСТР

цифровой растр интенсивности отраженного сигнала воздушного лазерного сканера



ТОПОПЛАН

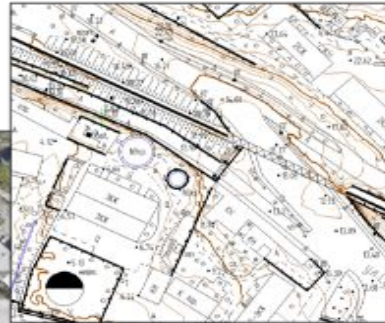
цифровой топографический план

# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Градостроительное планирование и проектирование



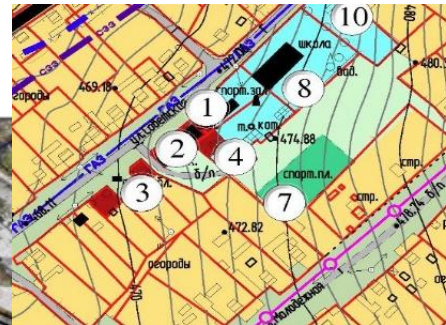
ОРТОФОТОПЛАН



ТОПОПЛАН



КОМБИНИРОВАННАЯ  
МОДЕЛЬ



ПРОЕКТ ПЛАНИРОВКИ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

# Технологический процесс

## • 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

- Получение разрешений
- Калибровка системы (при необходимости)
  - Создание сети базовых станций GNSS
  - Установка и проверка оборудования
- Разработка плана полета (маршруты, высоты,

р

### ▶ 2. СБОР ДАННЫХ

- Инициализация IMU, GNSS, лазерного сканера, камер
- Выполнение полетов и съемок согласно плану
  - Визуальная и программная оценка полноты съемки
- Копирование данных с бортовых накопителей всех видов
- Сбор данных с наземных базовых станций GNSS



### ▶ 3. ПОСТОБРАБОТКА

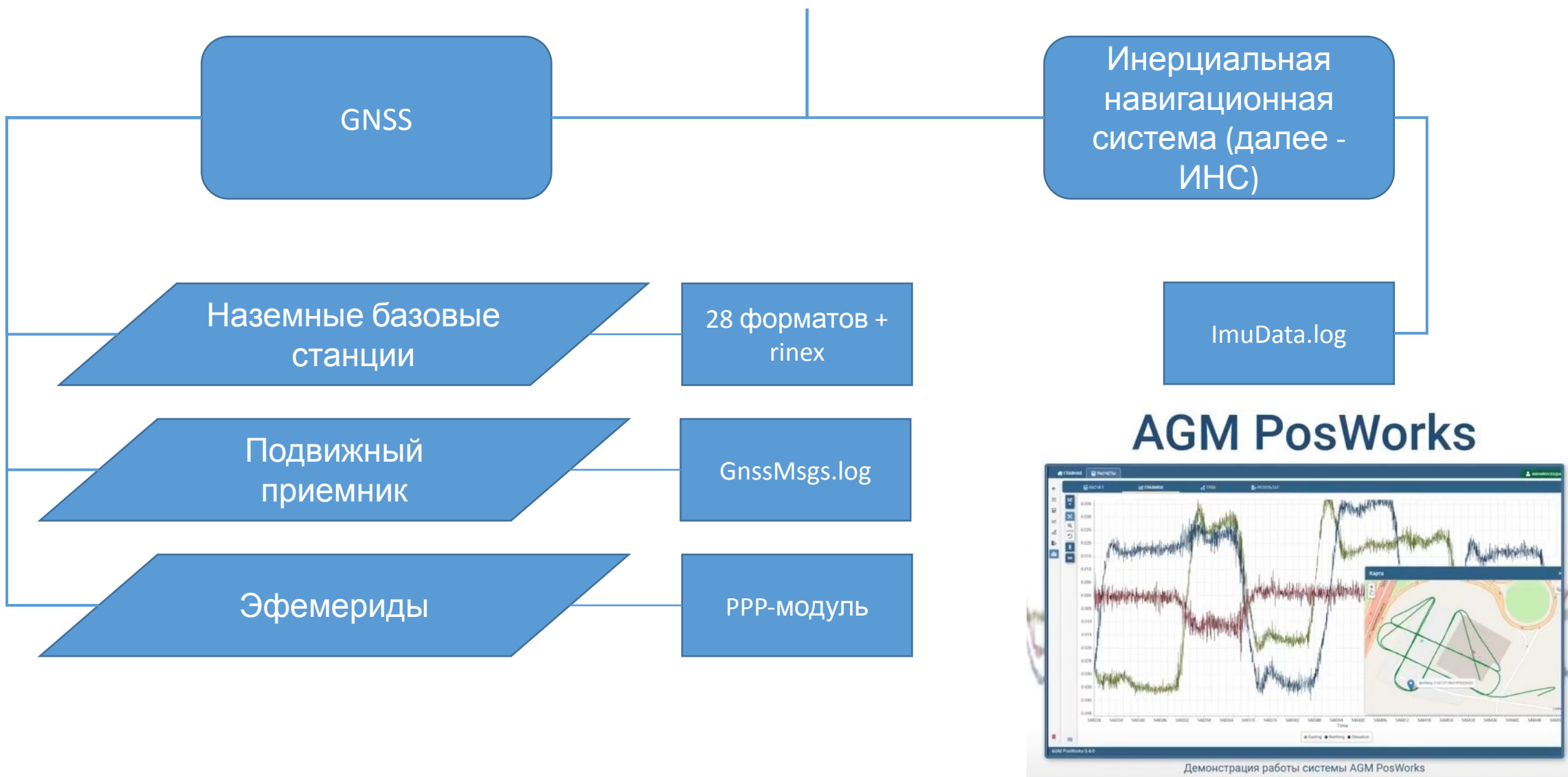
- Расчет траектории полета, координат и углов разворота снимков
  - Геопозиционирование измерений лазерного сканера
  - Трансформация данных в систему координат проекта

### ▶ 4. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

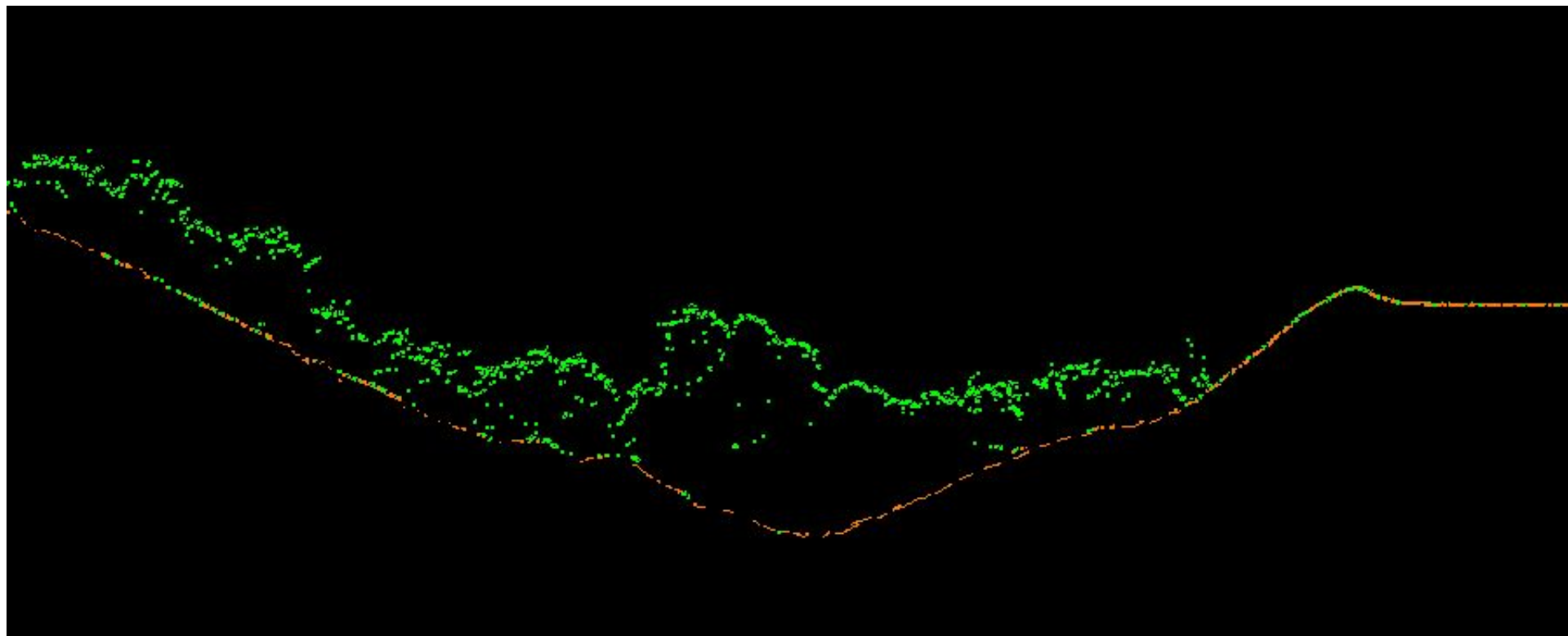
- Создание проекта и сегментация данных
  - Классификация точек сканирования
- Выделение поверхностей истинной земли, расчет относительной высоты растительности, сооружений и пр.
- Создание ортофотомозаики из цифровых снимков
- Камеральное дешифрирование, выделение контуров и структурных линий
  - Создание рельефа земной поверхности
  - Создание цифровой модели местности
- Создание тематических ГИС-слоев или CAD-объектов

модели

# Исходные данные для расчета траектории полета БПЛА в сервисе AGM PosWorks Web

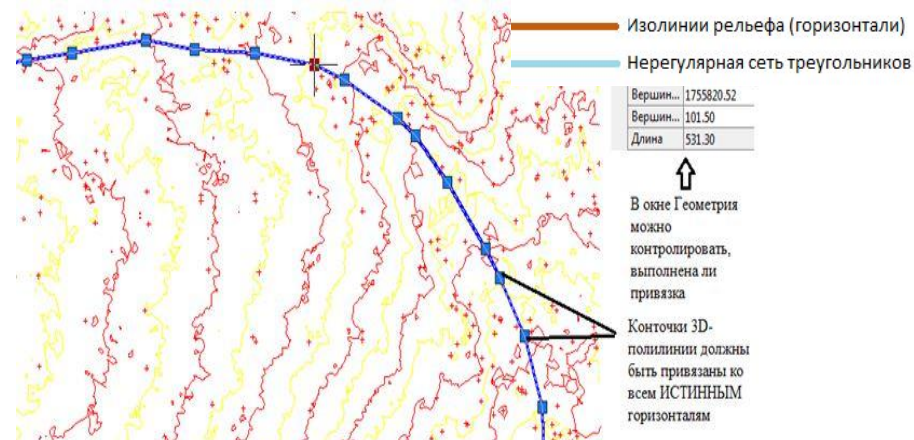
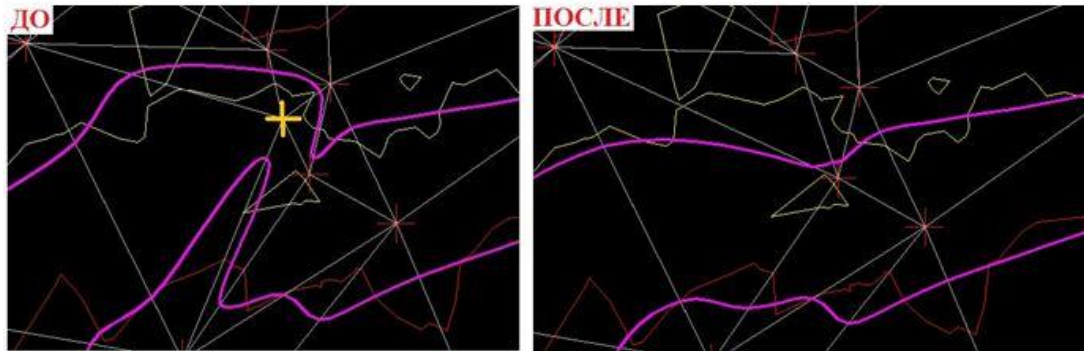
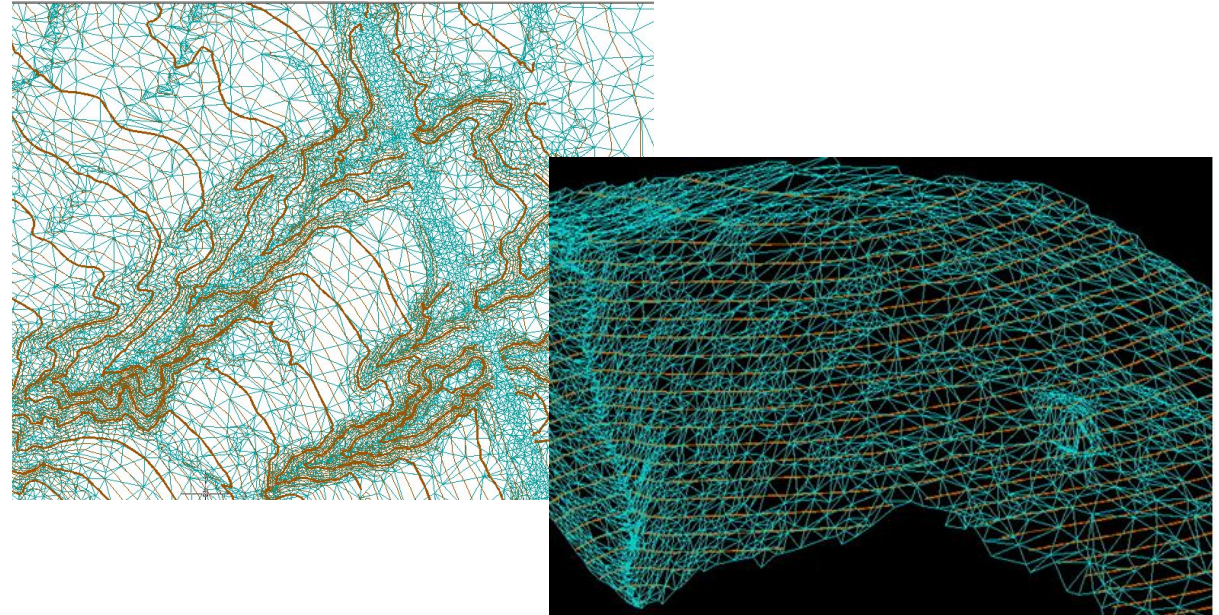
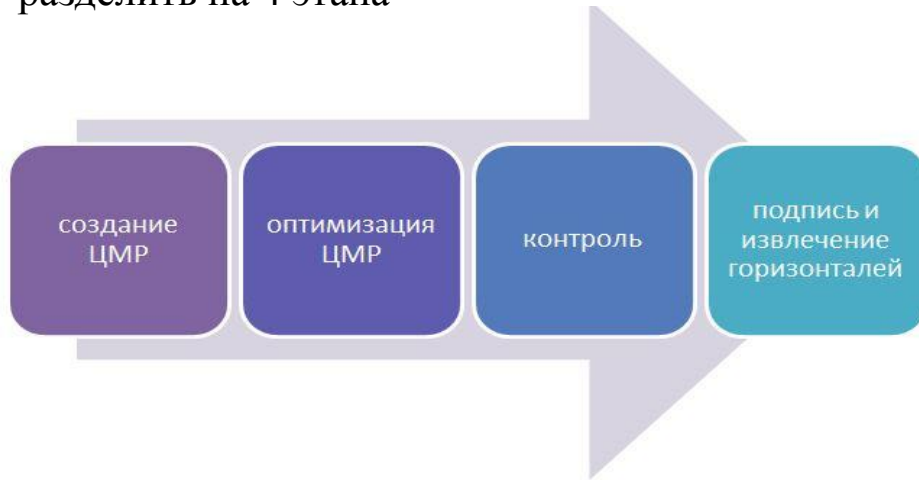


# Классификация облака ТЛО.

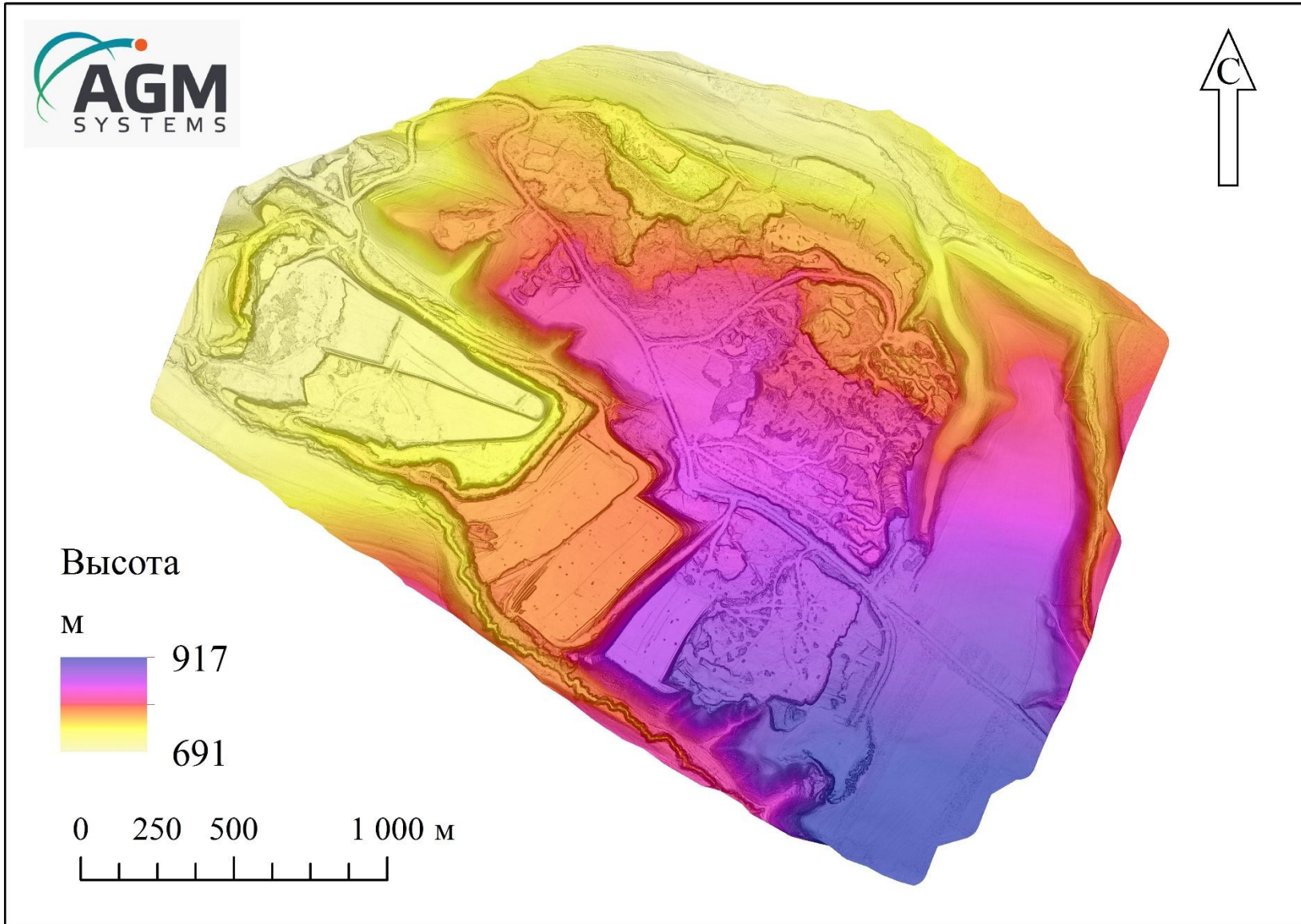


# Один из этапов построения инженерно-топографического плана – создание, оптимизация и корректировка цифровой модели рельефа

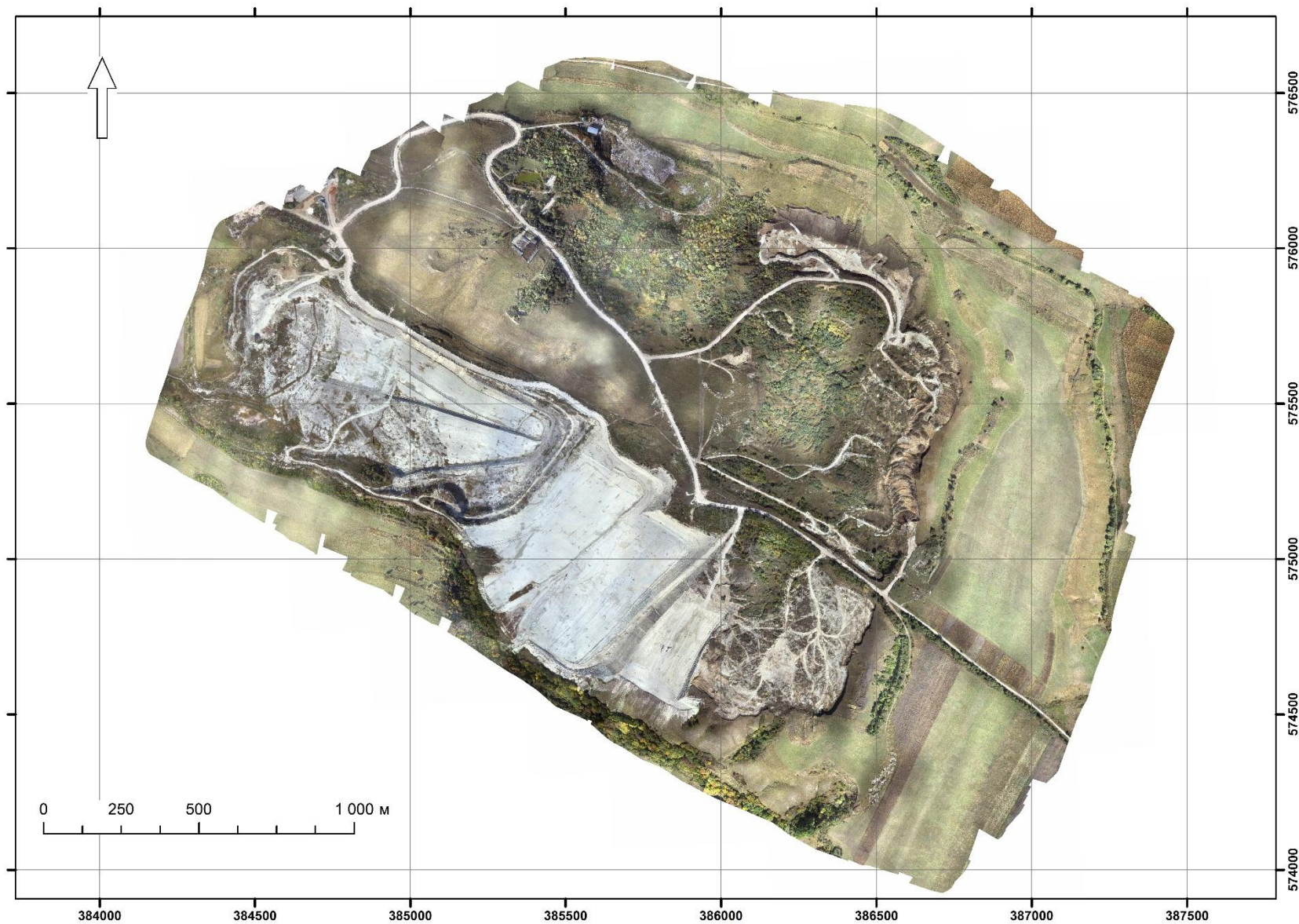
Работа с 3D-поверхностью является самой трудоемкой и одной из важнейших составляющих при создании. Условно ее можно разделить на 4 этапа



# Цифровая модель рельефа



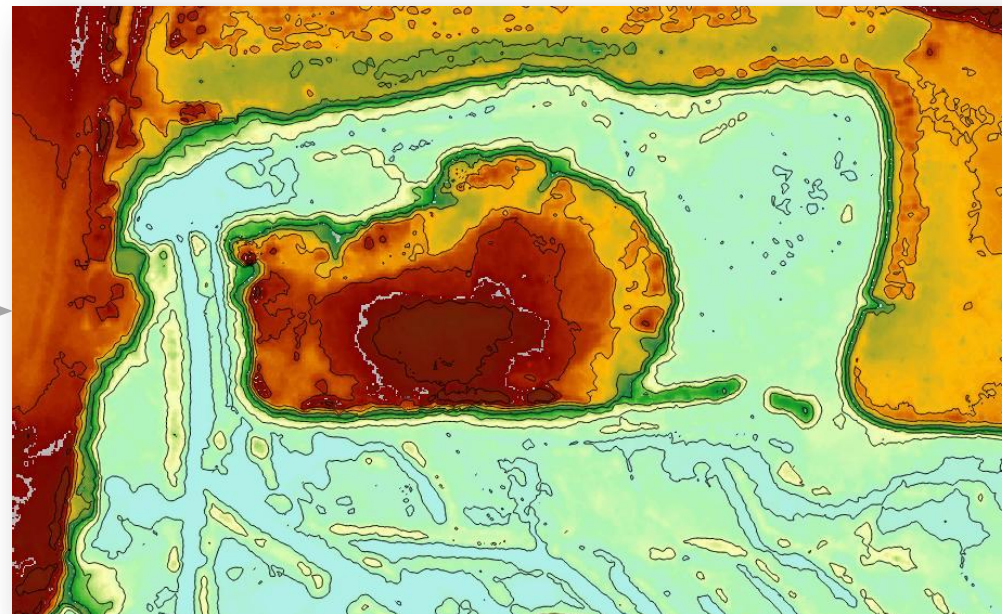
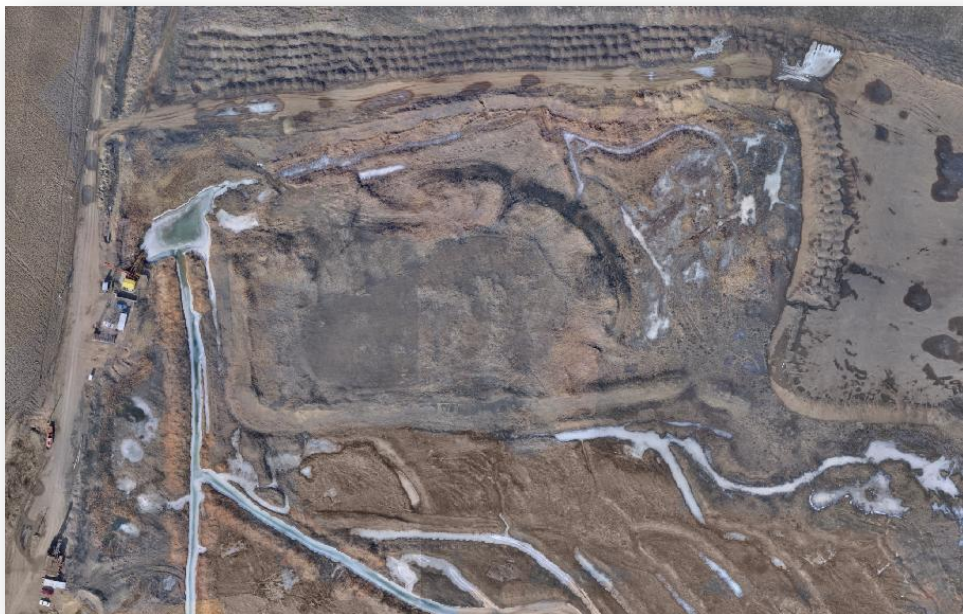
# Создание цифровых ортофотоплани





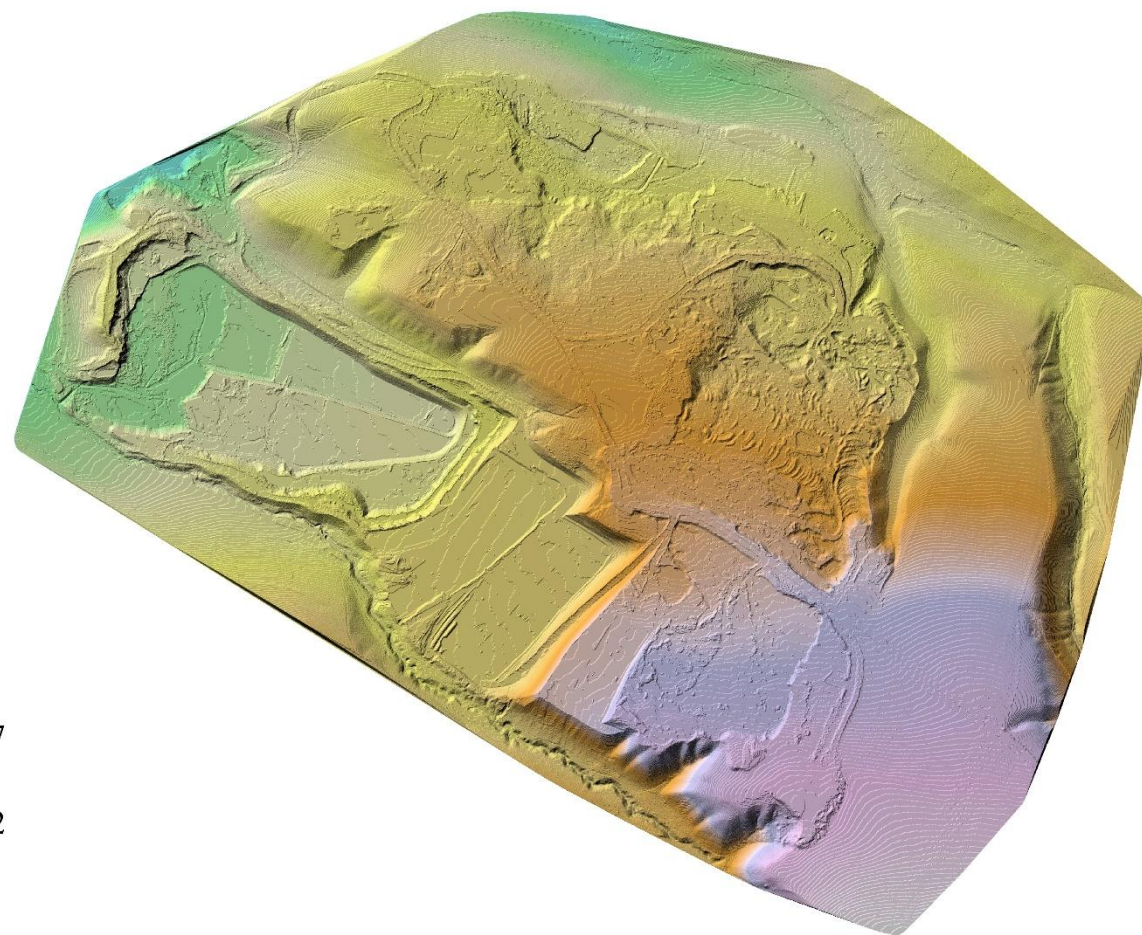
# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Мониторинг месторождений полезных ископаемых



# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

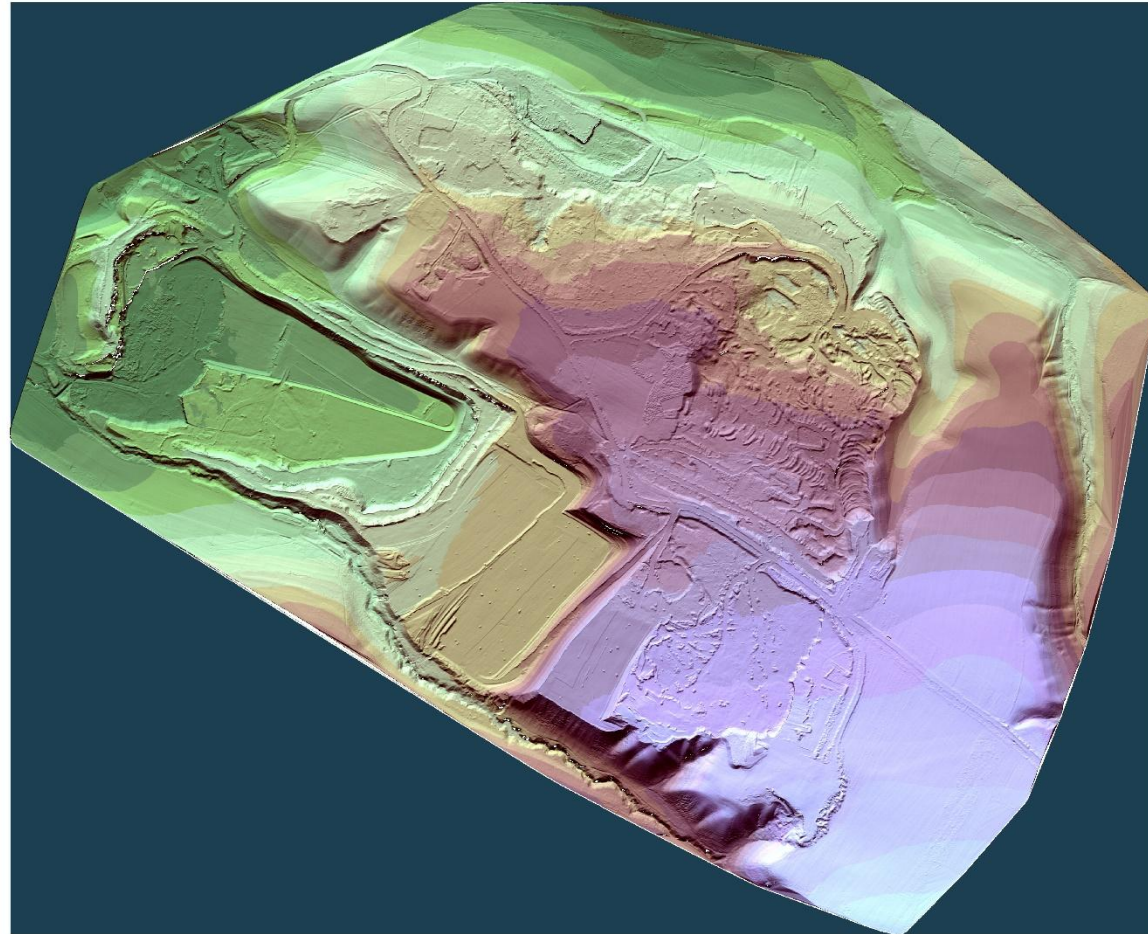
Мониторинг месторождений полезных ископаемых



Высота  
м, БС  
897  
672

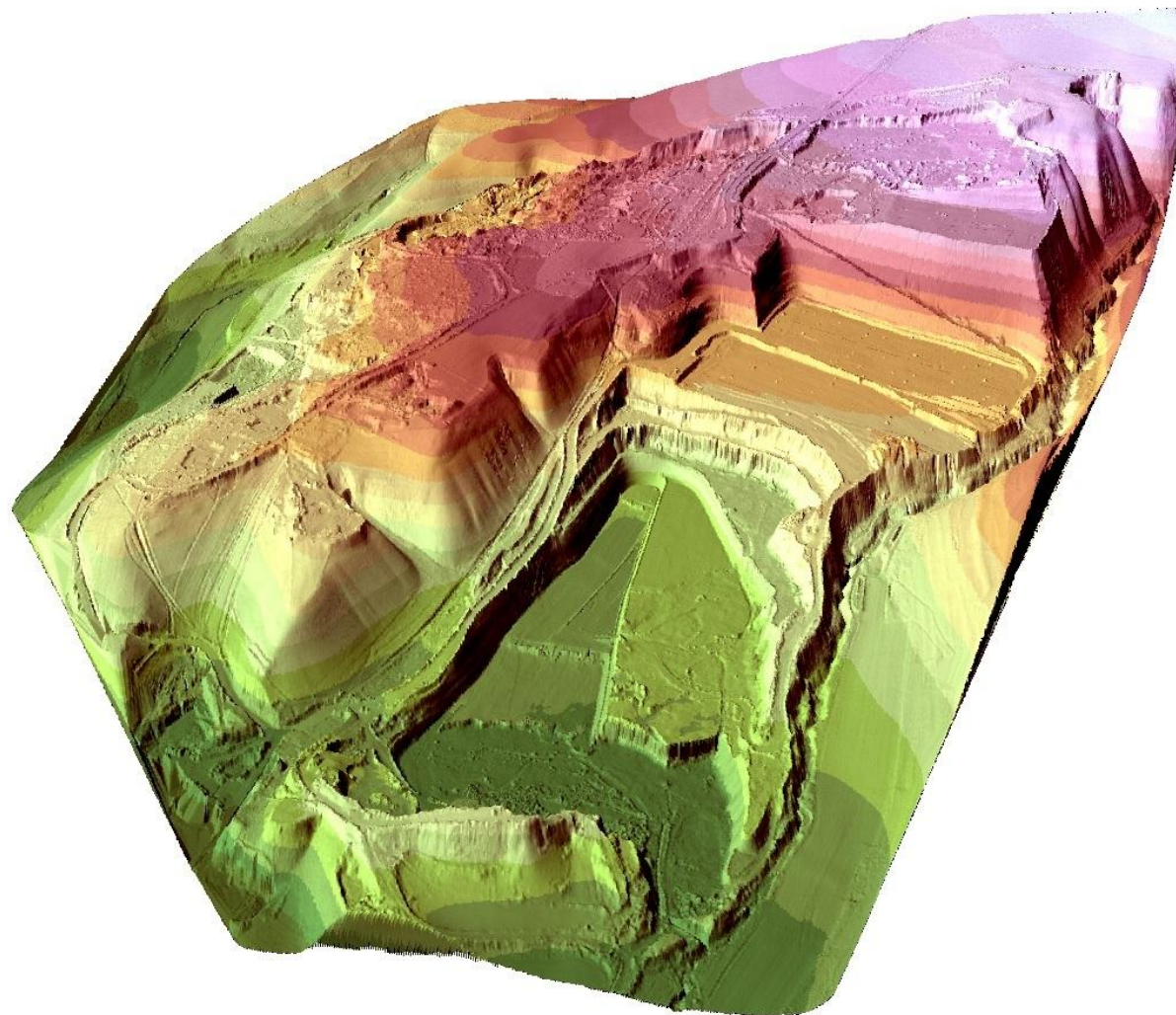
# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Мониторинг месторождений полезных ископаемых



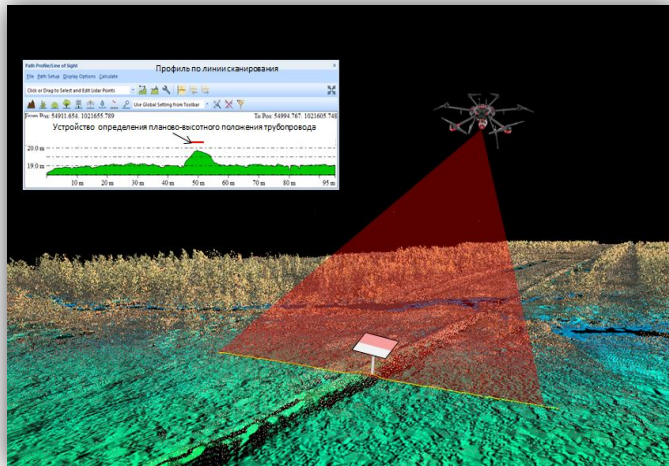
# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Мониторинг месторождений полезных ископаемых

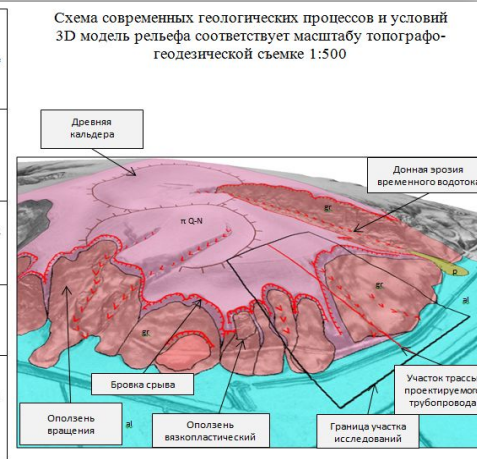


# ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

## Мониторинг опасных геологических процессов ОГП



Класс	Вид	Тип	Эталонная модель	Геоморфологический образ на лазерном скане
1	2	3	4	5
Грантсипроходный	Оползни	Вращения		
		Плоского смещения		
Грантсипроходный	Оползни	Вязкопластический		
Поверхностно-водный	Эрозия	Донная временными водотоками (овражная)		



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ  
АФС/ВПС

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ОГП

ПОИСК ЭТАЛОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Дешифрирование Основной алгоритм: Распознавание опасных геологических процессов (ОГП) по их характерным признакам. Алгоритм дешифрирования - поиск эталонных моделей на цифровой модели рельефа. Выделение ОГП производится по первичным признакам.



# Да поможет нам святой Красовский!

**Владимир Александрович Брусило**

**АГМ СИСТЕМЫ**

**Тел.+7 918 120 10 45**

**[brusilo.va@agmsys.ru](mailto:brusilo.va@agmsys.ru)**

