

# **Беспилотный аэросъемочный комплекс «Птеро»: опыт разработки и применения**

Май 2013 г.

# Состав комплекса



- БЛА "Птеро"
- Аэросъемочное оборудование
- Наземное оборудование (пусковая установка, рабочее место оператора)
- Программно-аппаратный комплекс управления полетом
- ПО для обработки и анализа данных аэросъемки

# Беспилотный авиационный комплекс



Характеристика	Птеро-Е4/Е5	Птеро-См
Силовая установка	вентильный электромотор	ДВС
Автопилот	Micropilot	PteRoBot
Минимальная безопасная высота полета	80 м	
Практический потолок	3000 м	
Крейсерская скорость	100 км/ч	
Взлетная масса БЛА с полной нагрузкой	20 кг	
Масса полезной нагрузки	до 5 кг	
Время полета	1 ч	8 ч
Взлет	с пневматической катапульты	
Посадка	на парашюте с амортизирующей подушкой	
Площадка для взлета и посадки	100 x 70 м	
Влажность	до 95%	
Диапазон температур	-35...+ 40°C	

# Аэросъемочное оборудование



## Цифровая фотокамера

Модель	Nikon D800
Датчик изображения	CMOS, 36x 24 мм
Разрешение	7360x4912 пикселей
Объектив	Nikon AF Nikkor 50mm f/1.4D
Угол поля зрения	40° x 27°



## Тепловизор

Модель	InfraTec VarioCAM 640 hr
Датчик изображения	микроболометрический в фокальной плоскости, не охлаждаемый
Разрешение	640x480 пикселей
Спектральный диапазон	7,5..14 мкм
Диапазон измеряемых температур	-40 ... 1200°C
Температурное разрешение	лучше, чем 0,08 °C
Точность измерений	+/- 1,5 К в диапазоне (0..100) °C, +/- 2% в диапазоне (<0 или >100) °C
Объектив	12,5 мм
Угол поля зрения	65° x 51°



# Назначение комплекса

- Плановая аэрофотосъемка площадных и линейных объектов
- Перспективная аэрофотосъемка площадных и линейных объектов
- Тепловизионная аэросъемка
- Съемка в видимом диапазоне со вспышкой в темное время суток для оперативной диагностики и поиска мест аварий
- Универсальный носитель для произвольной полезной нагрузки (в рамках указанных массогабаритных и эксплуатационных ограничений)

# География работ



**Более 20 регионов на территории  
Российской Федерации**

Картографическая основа: Росреестр, Gis-Lab.info

# **Дистанционная диагностика инженерных сооружений**

# Дистанционная диагностика ВЛ

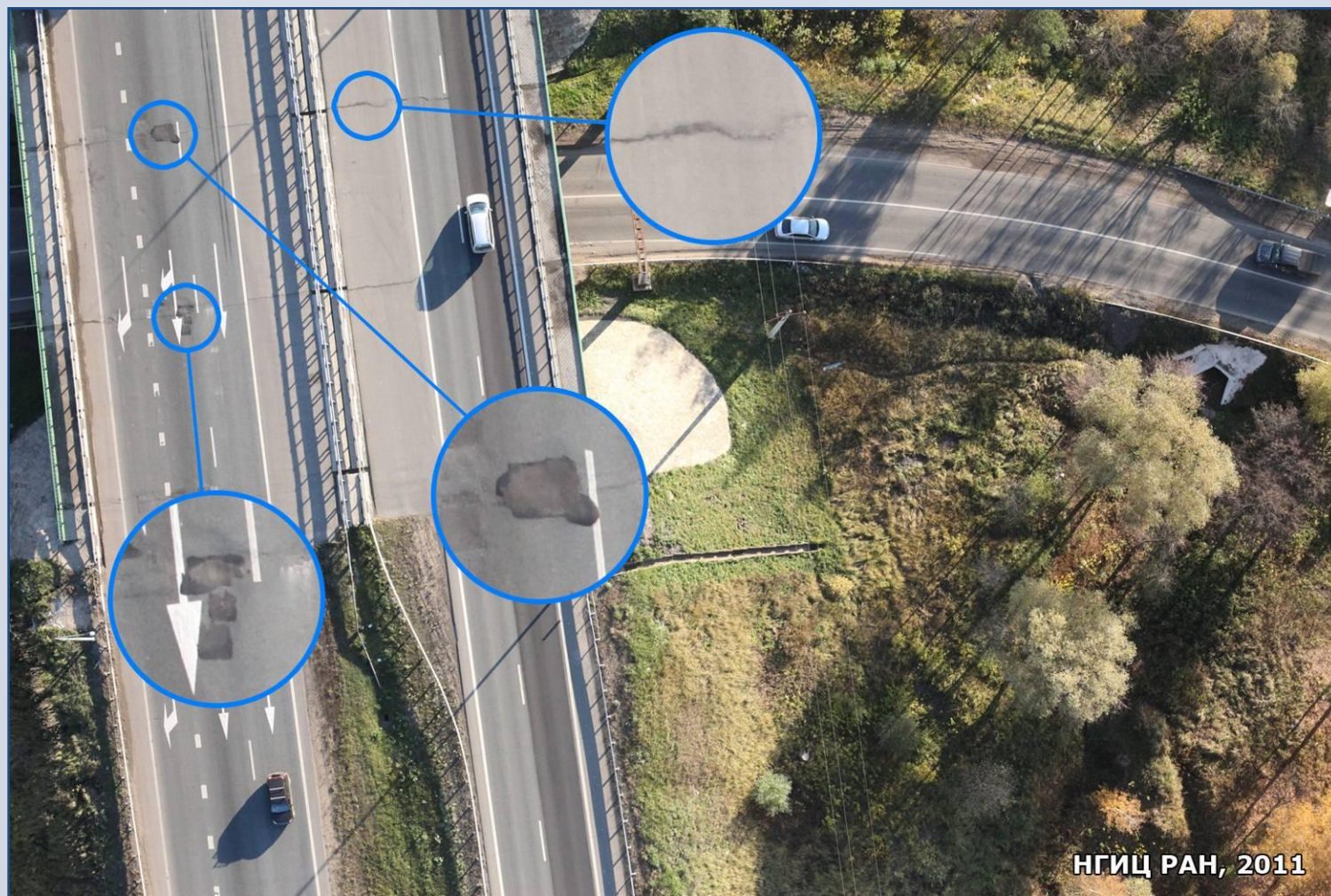




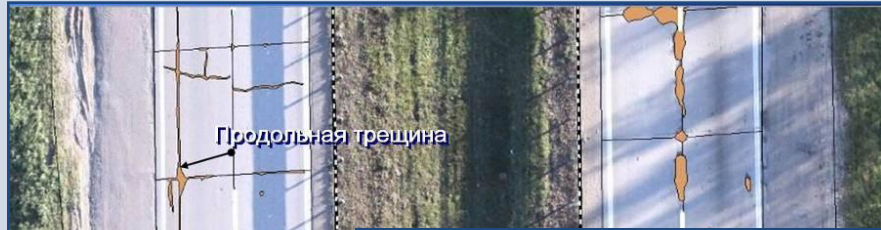
# Дистанционная диагностика ВЛ



# Дистанционная диагностика автомобильных дорог



# Дистанционная диагностика автомобильных дорог



Создание карт дефектов дорожного полотна, расчет статистических параметров

The screenshot displays a GIS application interface for road defect analysis. It includes a data table, a map of road segments, and a bar chart.

Shape	Field_name	Id	Точки	Точки_1	кв. м	кол	Гид_defect	Id_1	Name	Name1	Адрес
Polygon	0	1	606	0	1	606	105	337	продольные трещины	дефект	0.75977
Polygon	0	1	606	0	1	606	107	347	разрывные поперечны	дефект	0.049811
Polygon	0	1	606	0	1	606	108	345	разрывные поперечны	дефект	0.12152
Polygon	0	1	606	0	1	606	109	354	разрывные поперечны	дефект	0.12152
Polygon	0	1	606	0	1	606	110	355	разрывные поперечны	дефект	0.079311
Polygon	0	1	606	0	1	606	111	357	продольные трещины	дефект	0.51546

The map view shows road segments numbered 1 through 9. Segment 6 is highlighted in red, indicating a defect. The bar chart on the right shows the distribution of defects across segments, with the y-axis representing the number of defects (0 to 1000) and the x-axis representing the segment numbers (1, 5, 10, 6, 2, 7, 3, 8, 4, 9). The legend indicates that green bars represent 'Area' and red bars represent 'Area\_def'.

Исходные данные: 7 402 800,236 6 074 369,814 Meters

Идентификатор: <Top-level layer>

Имя: 52

Shape: Polygon

ID: 164

Имя: продольные трещины

Имя: дефект

Статистика

Сумма: 5,4

Количество: 1

Среднее арифметическое: 5,4

Максимум: 5,4

Минимум: 5,4

Дисперсия: 0

Ср. квадрат: 29,16

Номер участка

Номера участков

Работа выполнена в НГИЦ РАН,  
2011-2012 г.

# Реализованные проекты

- диагностическое обследование 200 км ВЛ «Владикавказ II – Грозный» и «Чир-Юрт - Грозный» (330 кВ) МЭС Юга ОАО «ФСК-ЕЭС», 2011 г.
- съемка 22 км участка федеральной трассы М-2 «Крым» для НГИЦ РАН, 2011 г.
- экспериментальная съемка 18 км участка магистрального газопровода и компрессорной станции Комсомольского ЛПУ для ООО «Газпром трансгаз Югорск», 2012 г.
- съемка Большой ледовой арены в Олимпийском парке для ООО «Альпинтех», 2012 г.
- тестовое диагностическое обследование 3 км ВЛ «Зубцово – Погорелое Городище-1» (35 кВ) для ОАО «Тверьэнерго», 2012 г.
- мониторинг строительства Олимпийских объектов для ГК «Олимпстрой», 2011-2013 гг.

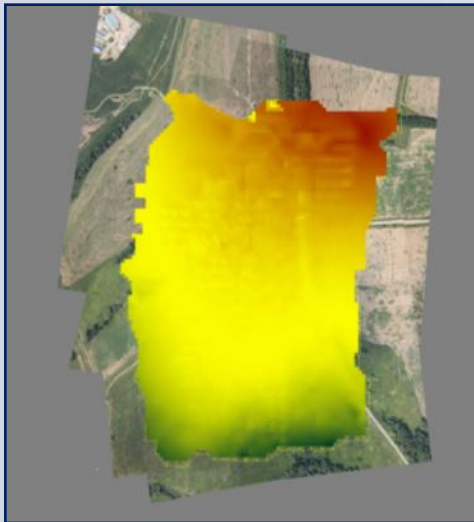
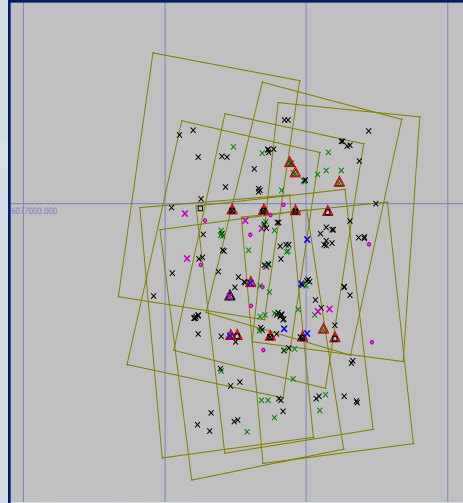
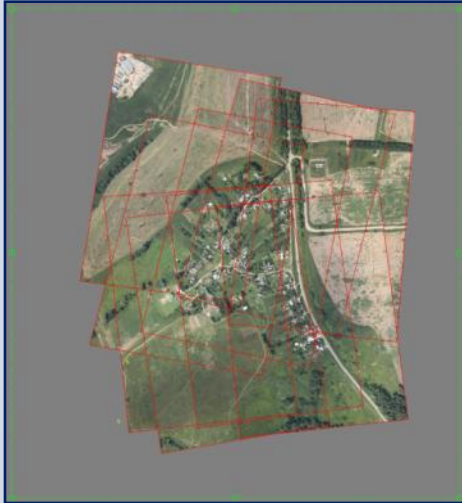
# Топографические задачи

# Построение ортофотопланов



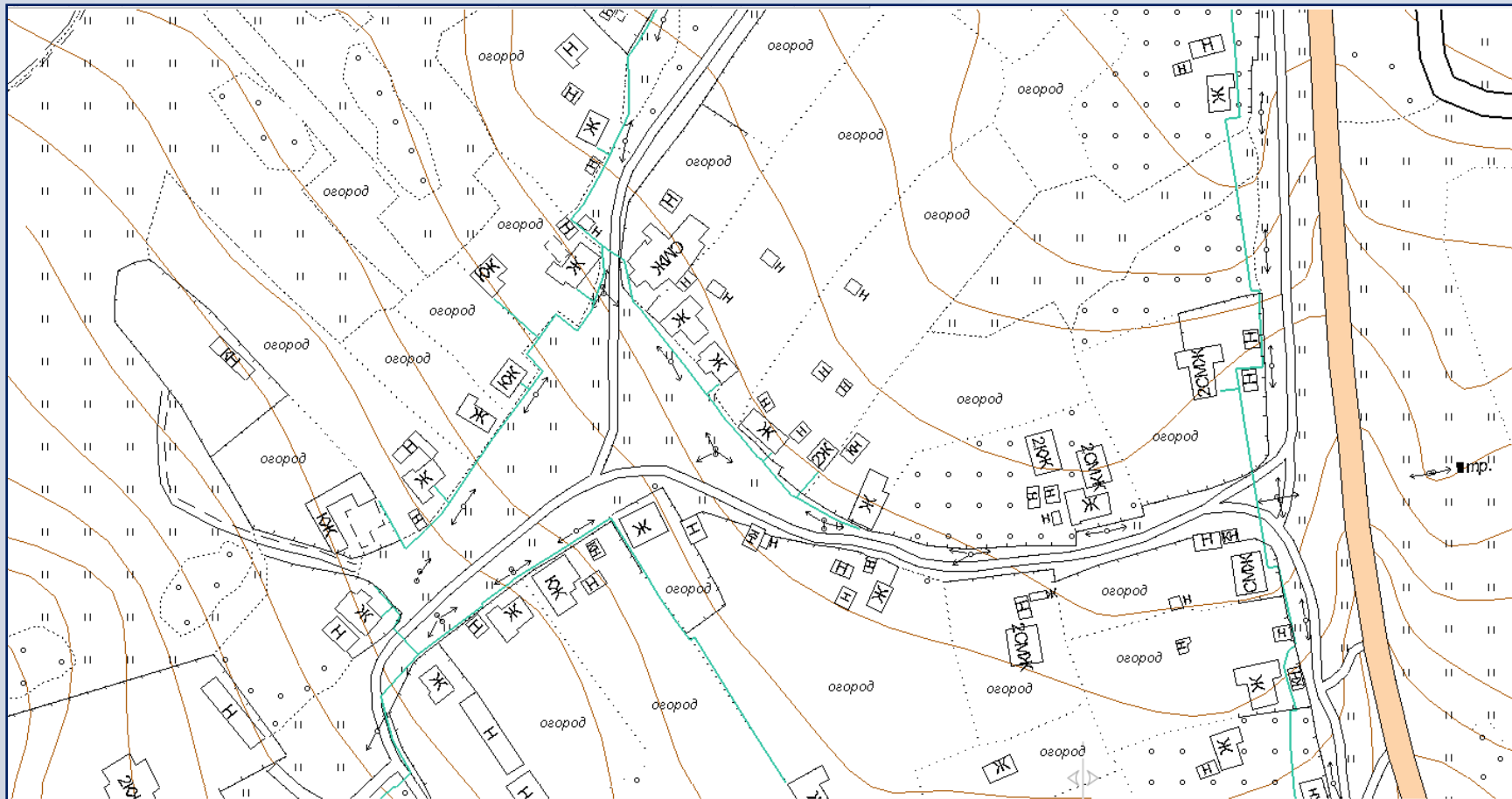
Заокский геополигон МИИГАиК

# Построение ортофотопланов



Работа выполнена каф.  
Фотограмметрии  
МИИГАиК в 2011-2012 гг.

# Создание топографических планов



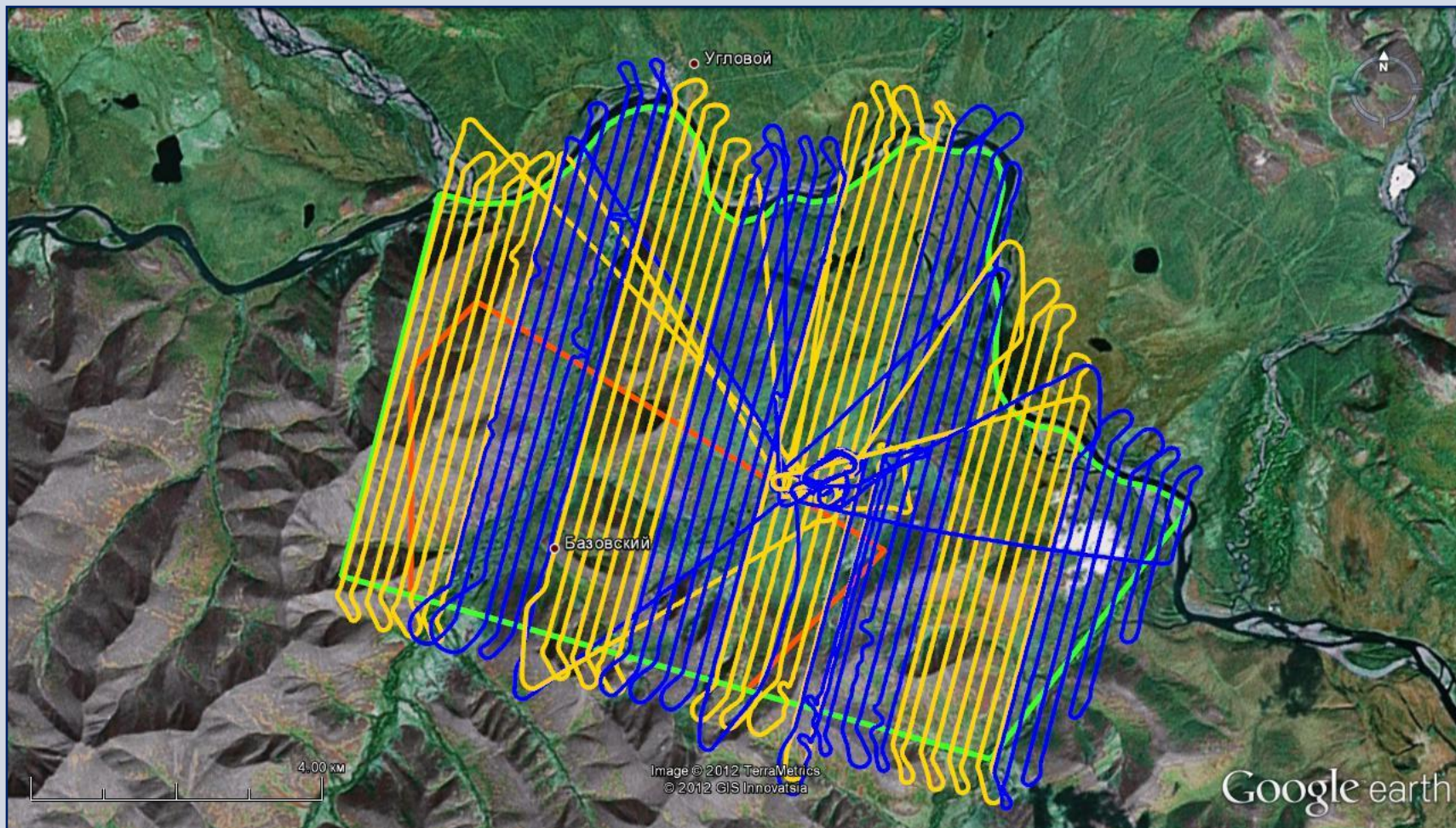
Топографический план М 1:2000  
(Каф. фотограмметрии МИИГАиК)



# Мониторинг изменений, произошедших на местности с течением времени



# Создание цифровых фотопланов М 1:2000



# Создание цифровых фотопланов М 1:2000



Создание планово-высотного обоснования



Подготовка БЛА к полёту

# Создание цифровых фотопланов М 1:2000

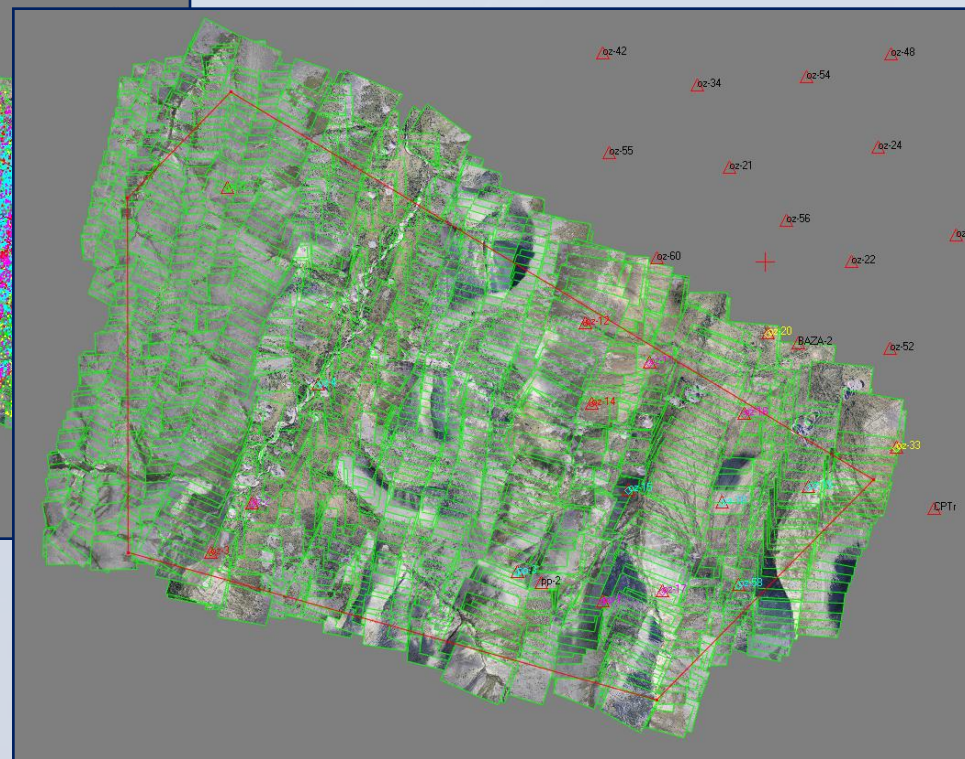
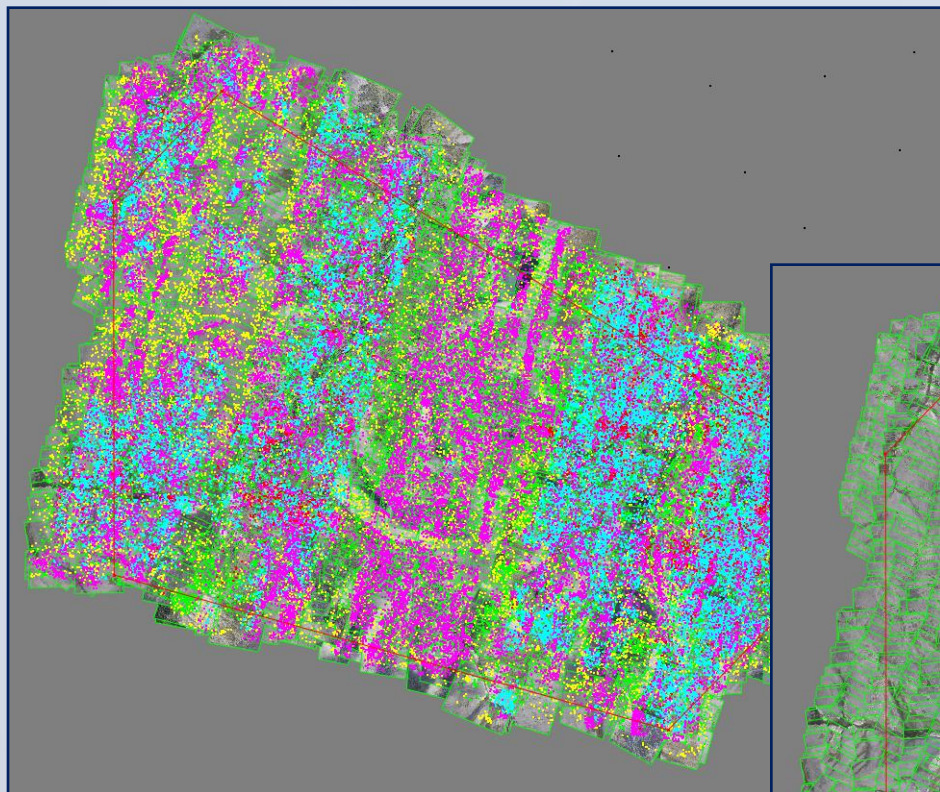


Пример опознака

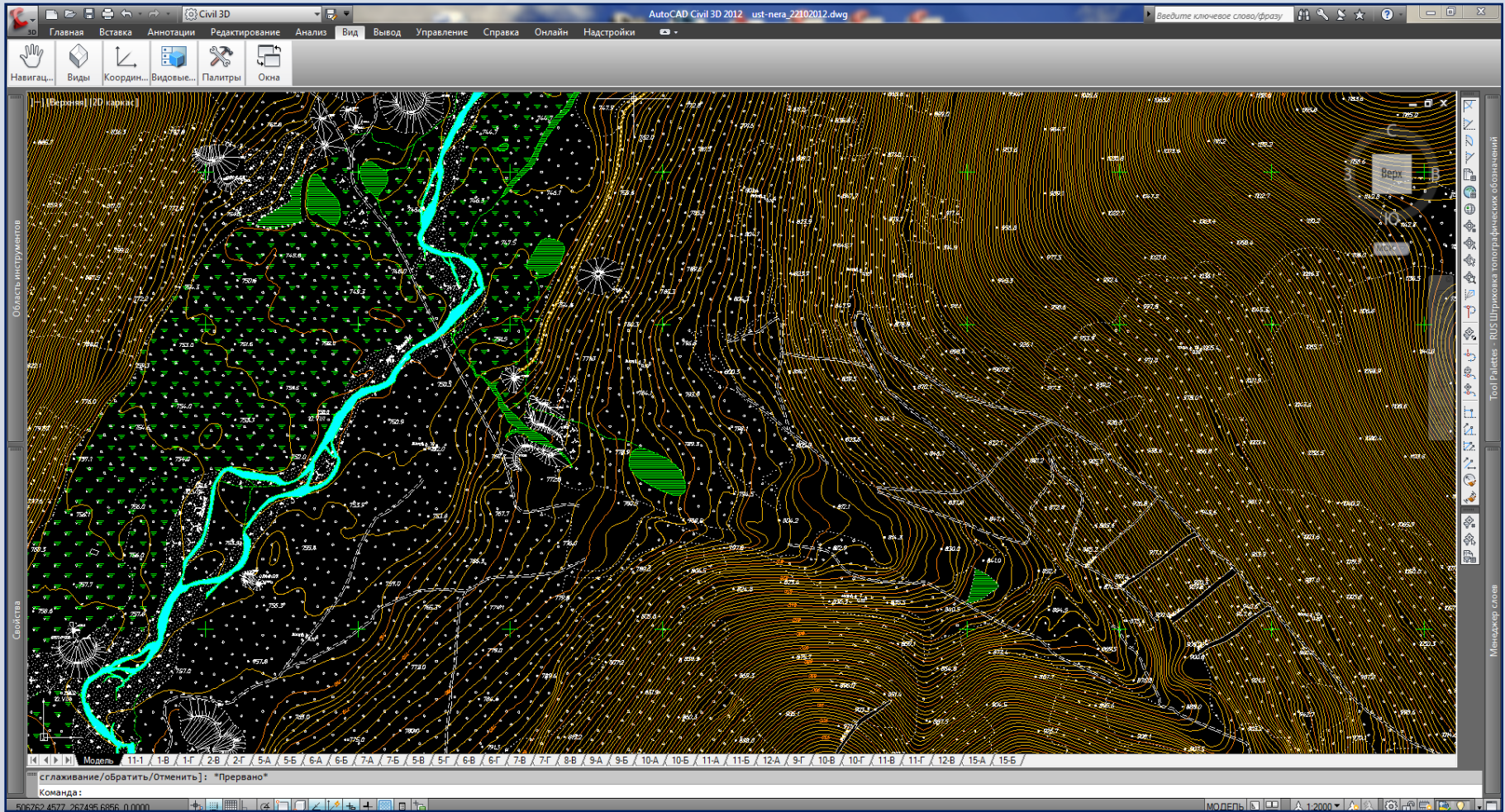


Изображение опознака на  
аэрофотоснимке

# Создание цифровых фотопланов М 1:2000



# Создание ЦТП М 1:2000





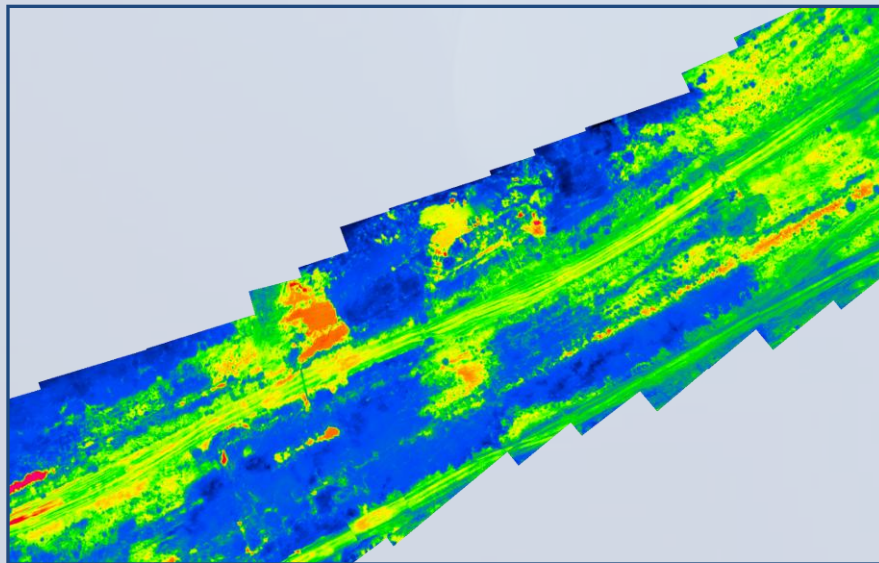
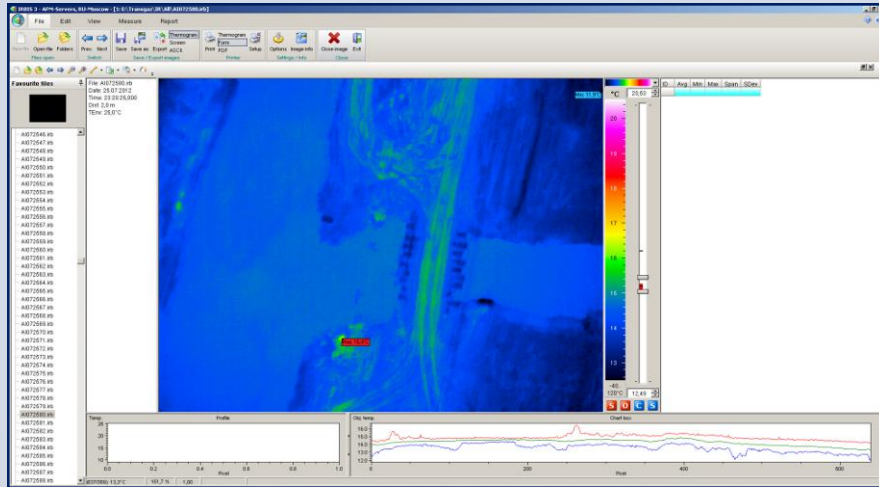
# Реализованные проекты

- съемка Заокского геополигона МИИГАиК, 2011 г.
- съемка городского поселения Пушкино и создание цифровых фотопланов М 1:2000, 2011 г.
- съемка г. Солнечногорска и прилегающих территорий и создание цифровых фотопланов М 1:2000, 2012 г.
- съемка месторождения известняков «Татарский ключ», 2012 г.
- съемка Тимлюйского месторождение глин, 2012 г.
- съемка долины р. Мзымта, 2012 г.
- съемка участка рудного поля «Базовское», создание цифровых фотопланов и ЦТП М 1:2000, 2012 г.



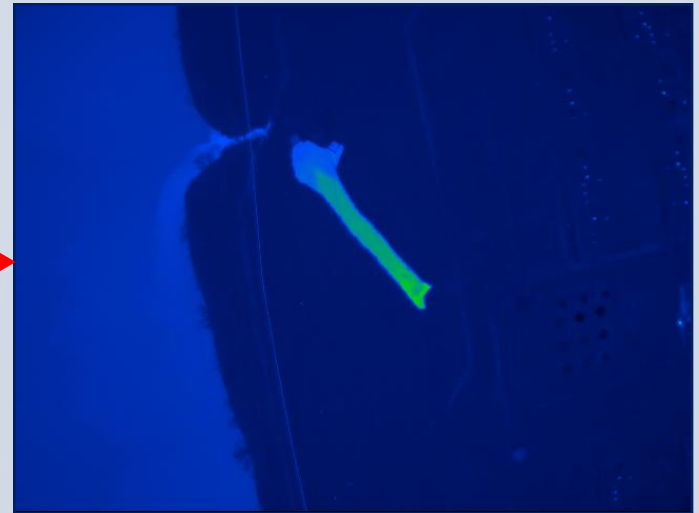
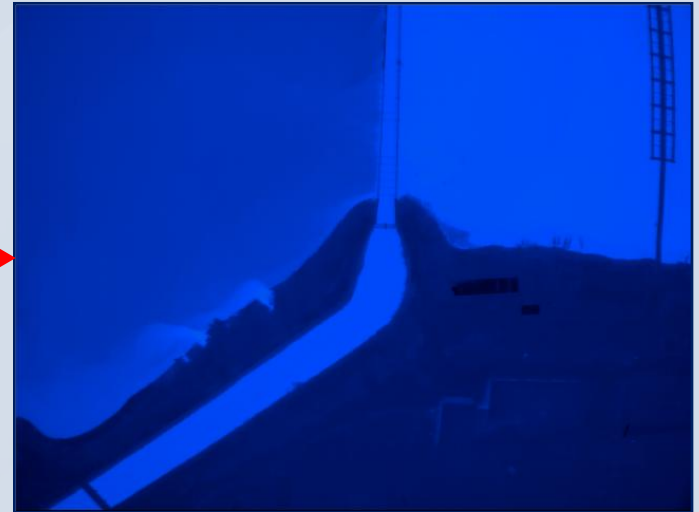
# **Тепловизионная аэросъемка**

# Анализ данных тепловизионной аэросъемки



1. Обработка термограмм
2. Поиск тепловых аномалий
3. Измерение по термограммам
4. Интерпретация тепловых аномалий
5. Построение картограммы тепловых аномалий

# Интерпретация данных тепловизионной съемки

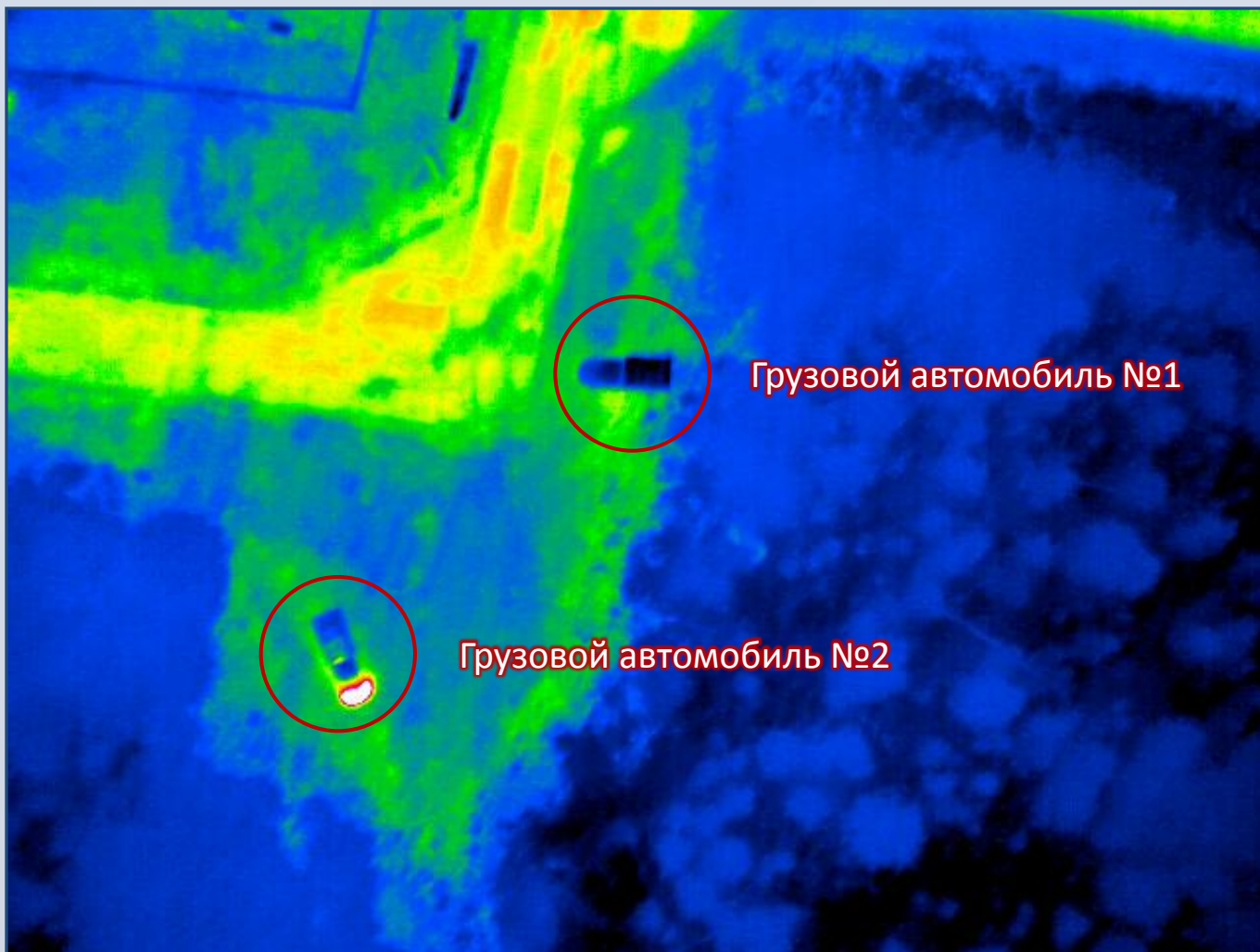




# Интерпретация данных тепловизионной съемки



# Обнаружение объектов на тепловизионной съемке



# Обнаружение объектов на тепловизионной съемке



# Обнаружение объектов на тепловизионной съемке



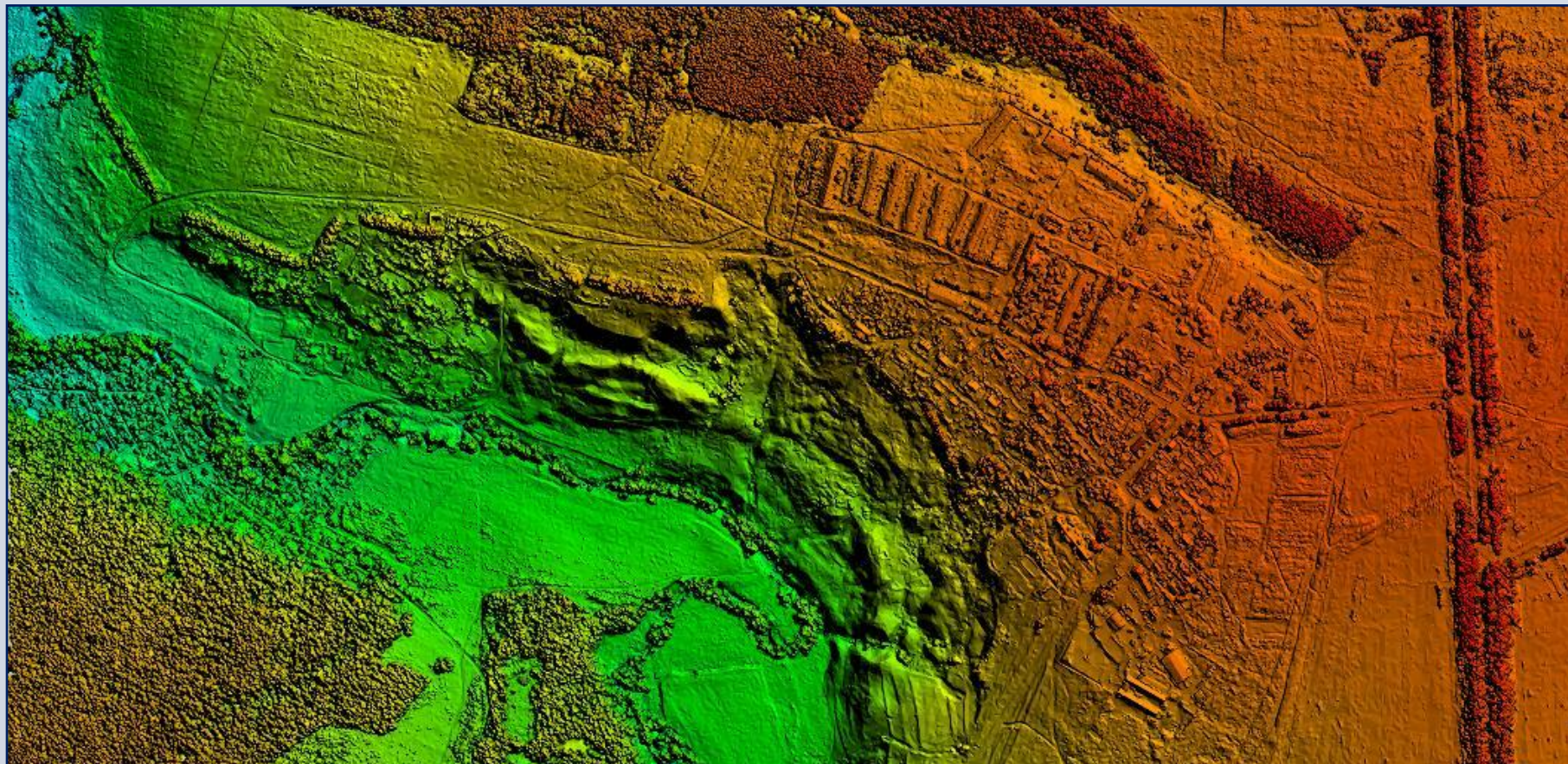


# Реализованные проекты

- съемка породных отвалов в Ростовской обл., 2010-2011 гг.
- съемка Черепетской ГРЭС , 2012 г.
- экспериментальная съемка 18 км участка магистрального газопровода и компрессорной станции Комсомольского ЛПУ для ООО «Газпром трансгаз Югорск», 2012 г.

# **Трёхмерное моделирование местности**

# Построение карт высот



# Построение 3D моделей местности



# Построение 3D моделей местности

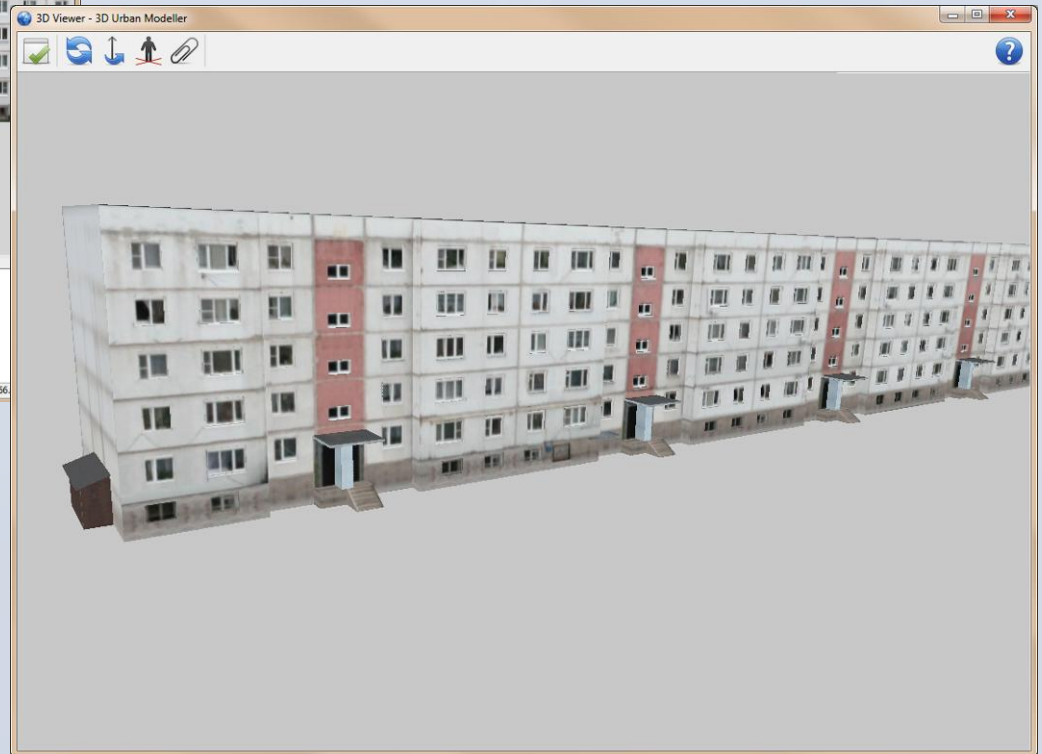
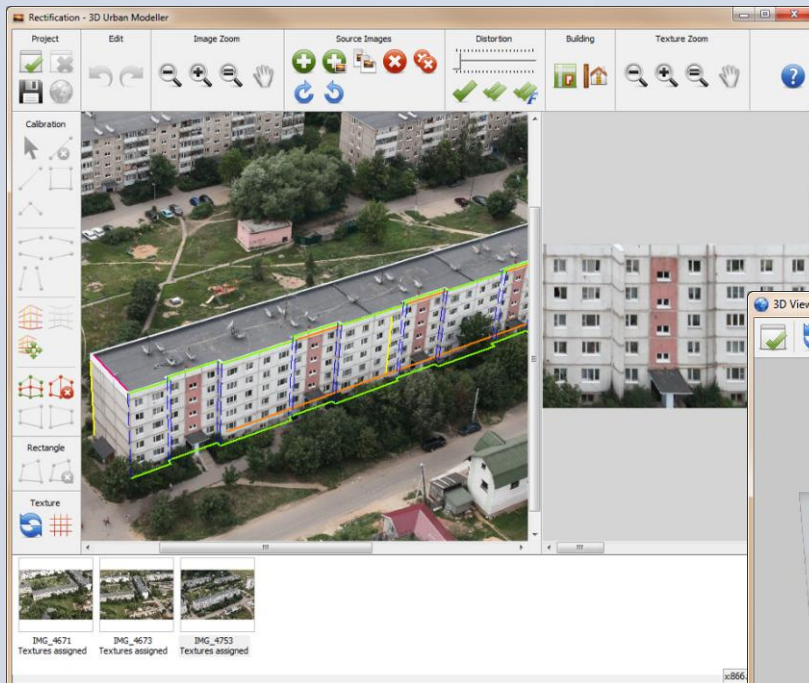


Создание трехмерных моделей местности по данным перспективной аэрофотосъемки в Agisoft PhotoScan Pro

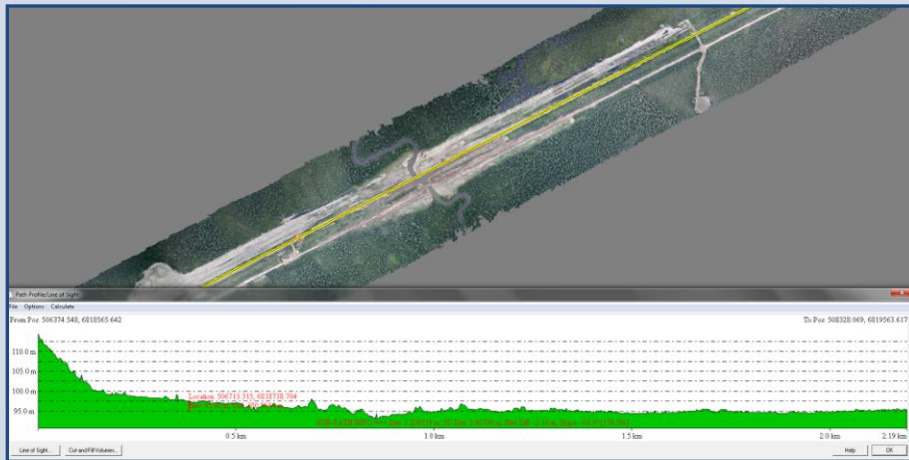


# Построение 3D моделей местности

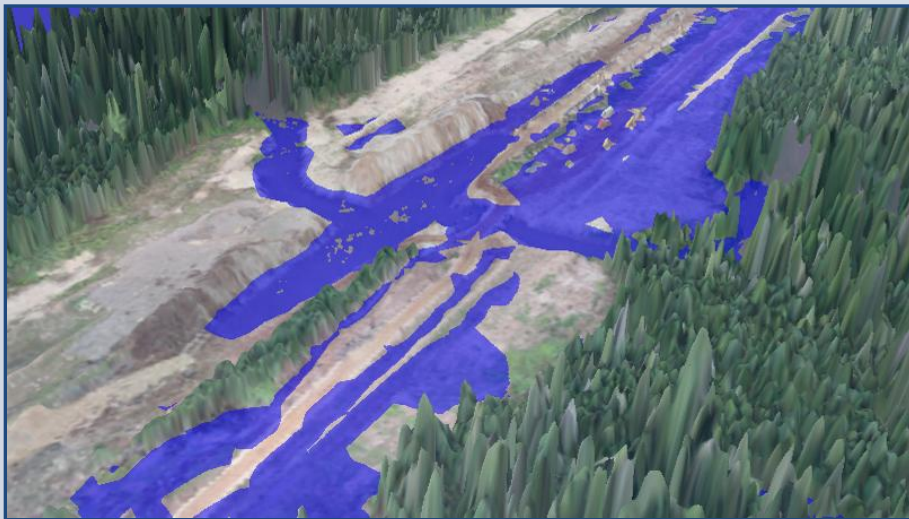
Создание трехмерных моделей зданий по данным перспективной аэрофотосъемки в 3D Urban Modeller



# Анализ 3D моделей местности

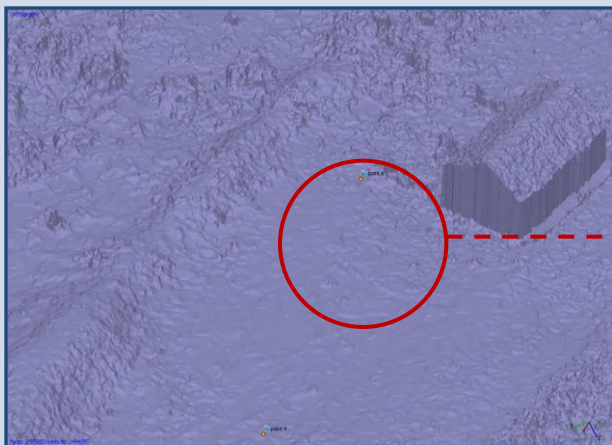


- построение профилей рельефа
- определение зон затоплений
- определение зон радиовидимости
- расчет объемов земляных работ
- ситуационный анализ

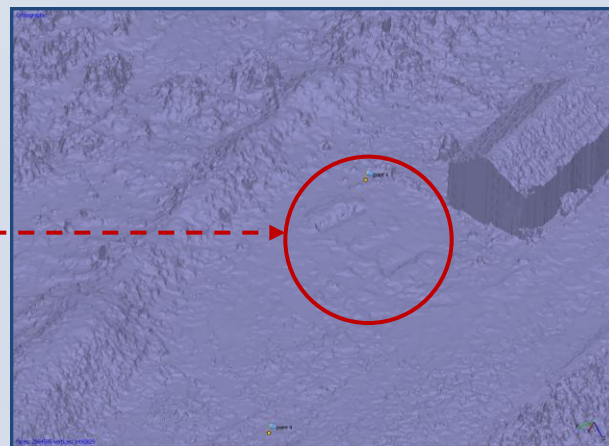


# 4D анализ изменений ситуации и рельефа с течением времени на тестовом участке

## Цифровая модель местности



Съемочный цикл №1



Съемочный цикл №2



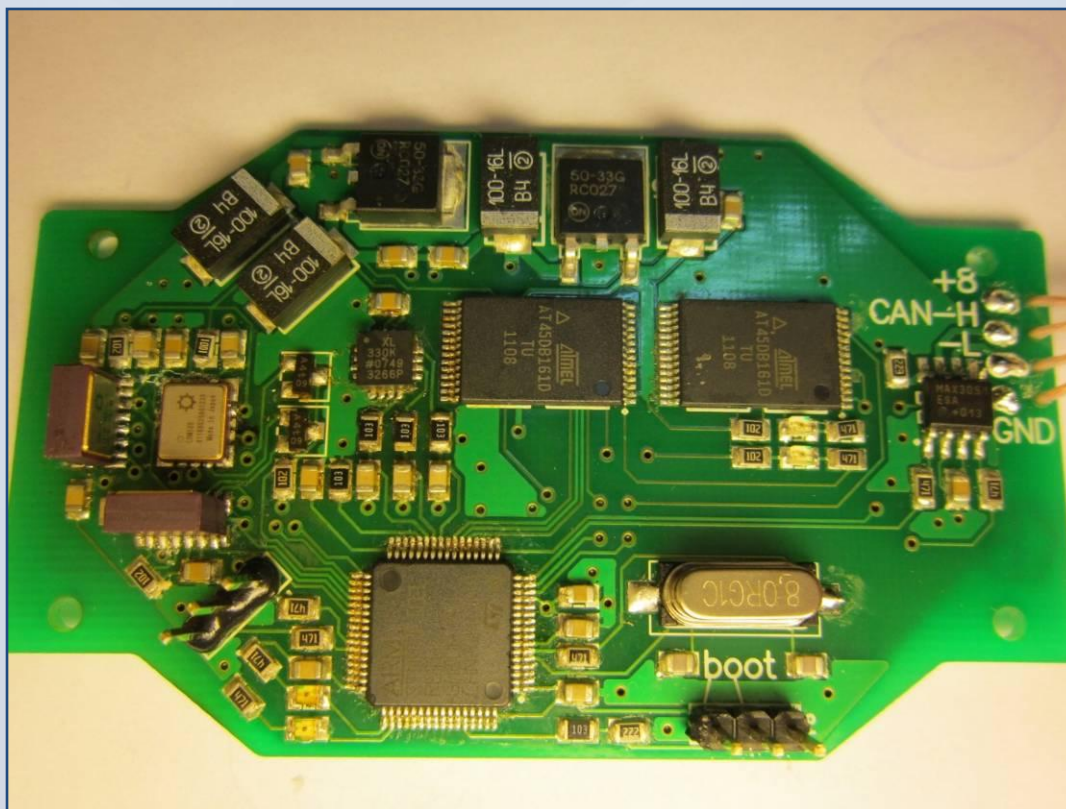
Фотография местности





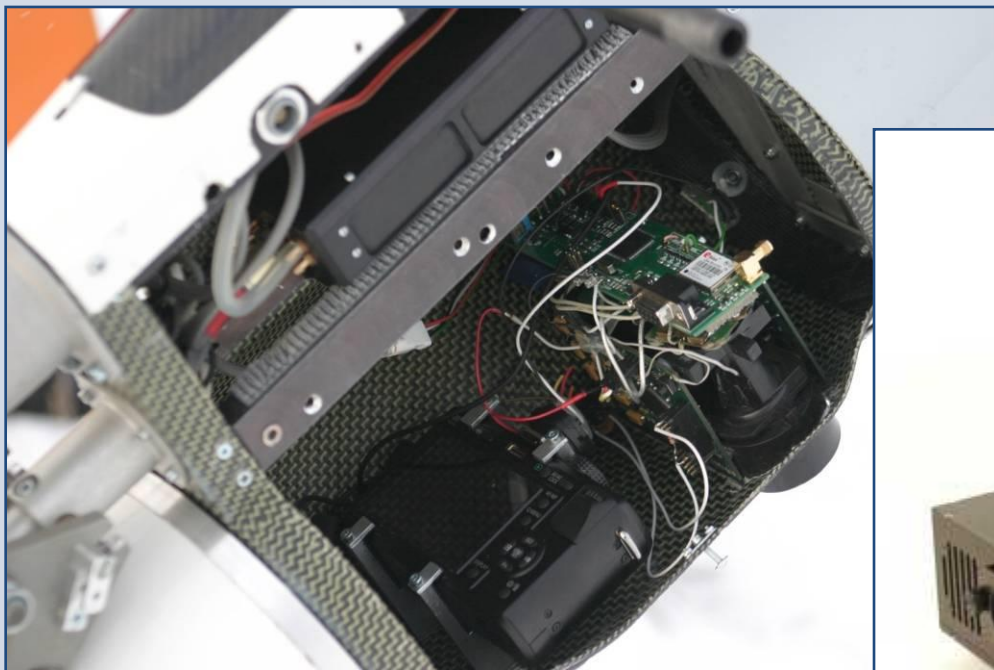
# Перспективные разработки

# Программно-аппаратный комплекс САУ PteRoBot



Назначение: контроль и управление беспилотным летательным аппаратом

# Система лазерного сканирования для БЛА



Назначение: съемка рельефа, мониторинг лесных угодий, диагностика ВЛ и др.

# Беспилотные авиационные комплексы



# Беспилотный авиационный комплекс Т23 «Элерон»



Размах крыла, м 1,47

Длина, м 0,45

Диапазон рабочих температур, град. -30 — +45.

Масса, кг 3,4

Целевая нагрузка (цифровая фотокамера, 10X видеокамера, ИК-камера)

Тип двигателя электродвигатель

Скорость полета, км/ч 65-105

Продолжительность полёта, ч 1,25

Статический потолок, м 3000

Режимы полета — автономный, полуавтономный, удержание объекта в кадре, облет точки, проход над точкой, автоматический возврат

# Беспилотный авиационный комплекс «Орлан 10»



Взлетный вес, кг. - 18.00

Дальность, км. - 600.00

Скорость, км/ч. - 150.00

Практический потолок, м. - 5 000.00

Масса полезной нагрузки, кг. - 5

Макс. допустимая скорость ветра на старте, м/с. - 10

Диапазон рабочих температур у поверхности земли, С. - от -30 до +50

Макс. продолжительность полета, ч. - 18

# Беспилотный авиационный комплекс ZALA 421-08

Взлетный вес, кг. - 18.00  
Дальность, км. - 50.00  
Скорость, км/ч. - 200.00  
Практический потолок, м. - 3 600.00  
Продолжительность полёта, ч. - 4  
Вес полезной нагрузки, кг. - 3



БЛА используются:

В центре авиации МВД, где был создан специальный отдел по работе с беспилотными летательными аппаратами;  
Для мониторинга объектов «Газпрома»;  
В пограничной службе ФСБ России, для контроля приграничных территорий;  
В Сухопутных войсках МО РФ

# Беспилотный авиационный комплекс «Иркут – 200»

Взлетный вес, кг.: 200.00  
Дальность, км.: 200.00  
Скорость, км/ч.: 210.00  
Практический потолок, м.: 5 000.00  
Полезная нагрузка, кг.: 50  
Длина, м.: 4,53  
Высота, м.: 1,68  
Размах крыла, м: 5,34  
Продолжительность полета, ч.: 12



Авиационный комплекс дистанционного зондирования Иркут-200 предназначен для получения в реальном масштабе времени фотографического, телевизионного, тепловизионного и радиолокационного изображений местности, комплексной обработки полученных данных, а также определения координат наземных объектов по выбору оператора. Кроме того, Иркут-200 может применяться для доставки компактных грузов.



# Беспилотные авиационные комплексы «Геоскан – 101» и «Геоскан – 300»



**Геоскан – 101**

Продолжительность полета	<b>до 1 часа</b>
Крейсерская скорость	<b>60 км/ч</b>
Максимальная высота полета	<b>3500 м</b>
Дальность полета	<b>до 20 км</b>
Площадь съёмки (за полёт)	<b>до 3 кв. км с пространственным разрешением 5 см/пикс</b>
Вес	<b>2 кг</b>
Размах крыльев	<b>130 см</b>
Тип двигателя	<b>электрический</b>
Запуск	<b>с катапульты</b>
Посадка	<b>на парашюте</b>

Продолжительность полета	<b>до 4 часа</b>
Крейсерская скорость	<b>80 км/ч</b>
Максимальная высота полета	<b>6500 м</b>
Дальность полета	<b>до 150 км</b>
Площадь съёмки (за полёт)	<b>до 35 кв. км с пространственным разрешением 5 см/пикс</b>
Вес	<b>8 кг</b>
Размах крыльев	<b>300 см</b>
Тип двигателя	<b>электрический</b>
Запуск	<b>с катапульты</b>
Посадка	<b>на парашюте+ воздушная подушка</b>

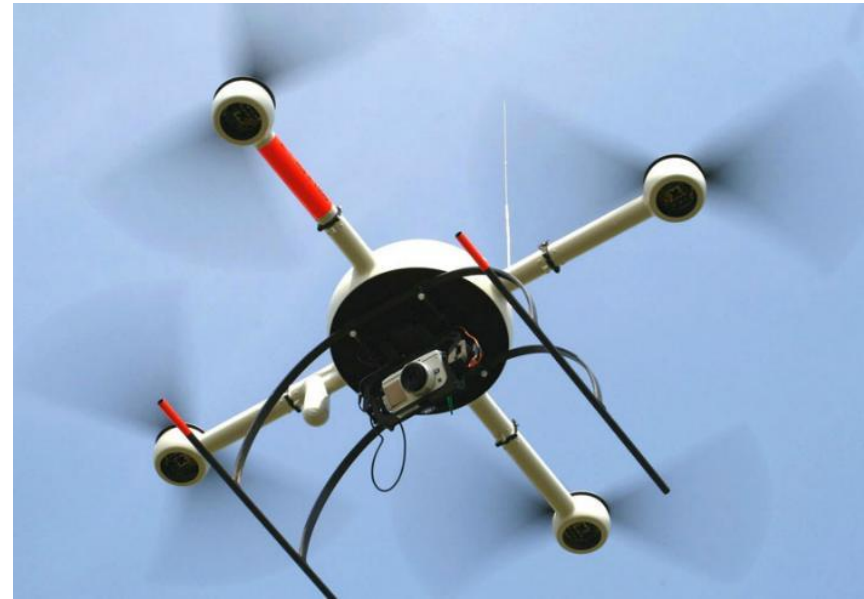


**Геоскан – 300**

# Беспилотный авиационный комплекс «Гранат ВА – 1000»



Максимальная взлетная масса – 5550 г;  
Рекомендуемая масса полезной нагрузки – 800 г;  
Максимальная масса полезной нагрузки – 1200 г;  
Максимальная скорость горизонтального перемещения – 15.0 м/с  
Полетное время – до 88 минут (зависит от веса ПН и погодных условий);  
Максимальная высота старта над уровнем моря – 4000 м;  
Максимальная высота полета – 1000 м;  
Максимальный радиус применения – до 25 км;  
Скороподъемность – 7.5 м/с;  
Максимальная дальность связи – 20 км;  
Дальность радиопеленгации – до 1 км;  
Аккумуляторная батарея – 22.2 В, 6S2P 12.2 А/ч.



# Беспилотный авиационный комплекс

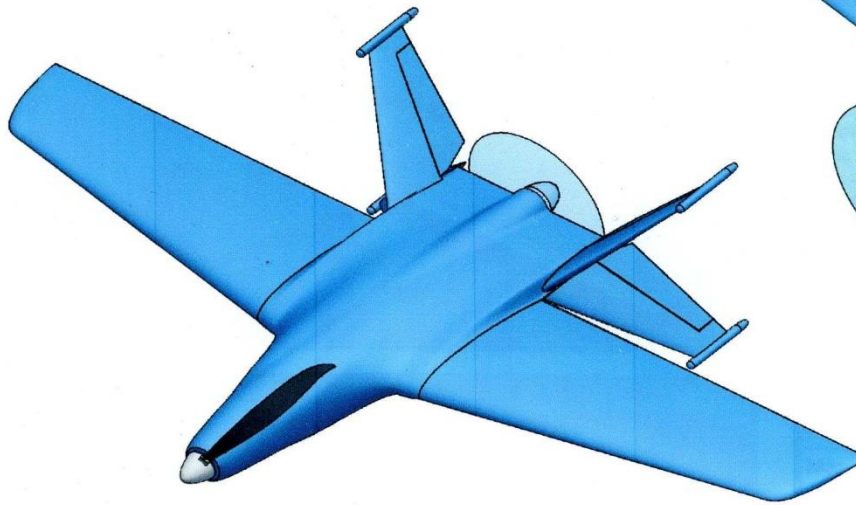
## БПЛА - амфибия



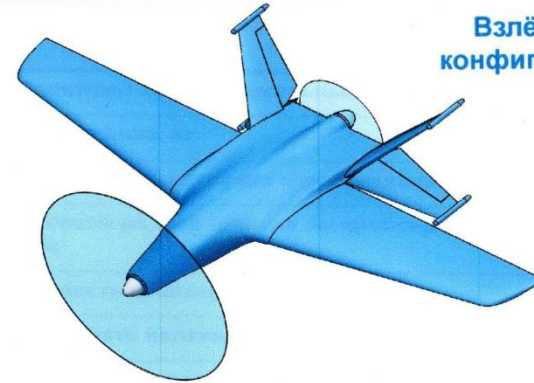
Взлетный вес максимальный, кг	25
Вес топлива, кг	2.5
Вес целевой нагрузки максимальный, кг	7
Часовой расход топлива на крейсерском режиме, кг/ч	0.8
Скорость крейсерская, км/ч	160
Дальность полета, км	360
Удаление от наз. станции управления, км	70
Продолжительность полета максимальная, час	3
Высота полёта максимальная, м	3000
Максимальная эксплуатационная перегрузка	+5...-3
Двигатель (поршневой, двухтактный бензиновый)	3W-56
Мощность двигателя, л.с.	5
Метеоусловия эксплуатации	
- Температура, °С	- 15...+35
- Скорость ветра у земли максимальная, м/с	15
Размер контейнера для транспортировки, м	2,5 x 0,8 x 0,5

# Беспилотный авиационный комплекс

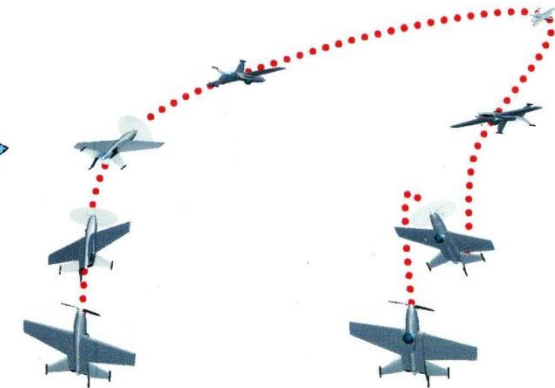
## Тушканчик Этапы полёта



Крейсерская  
конфигурация



Взлётная  
конфигурация



Вертикальный  
взлёт

Вертикальная  
посадка