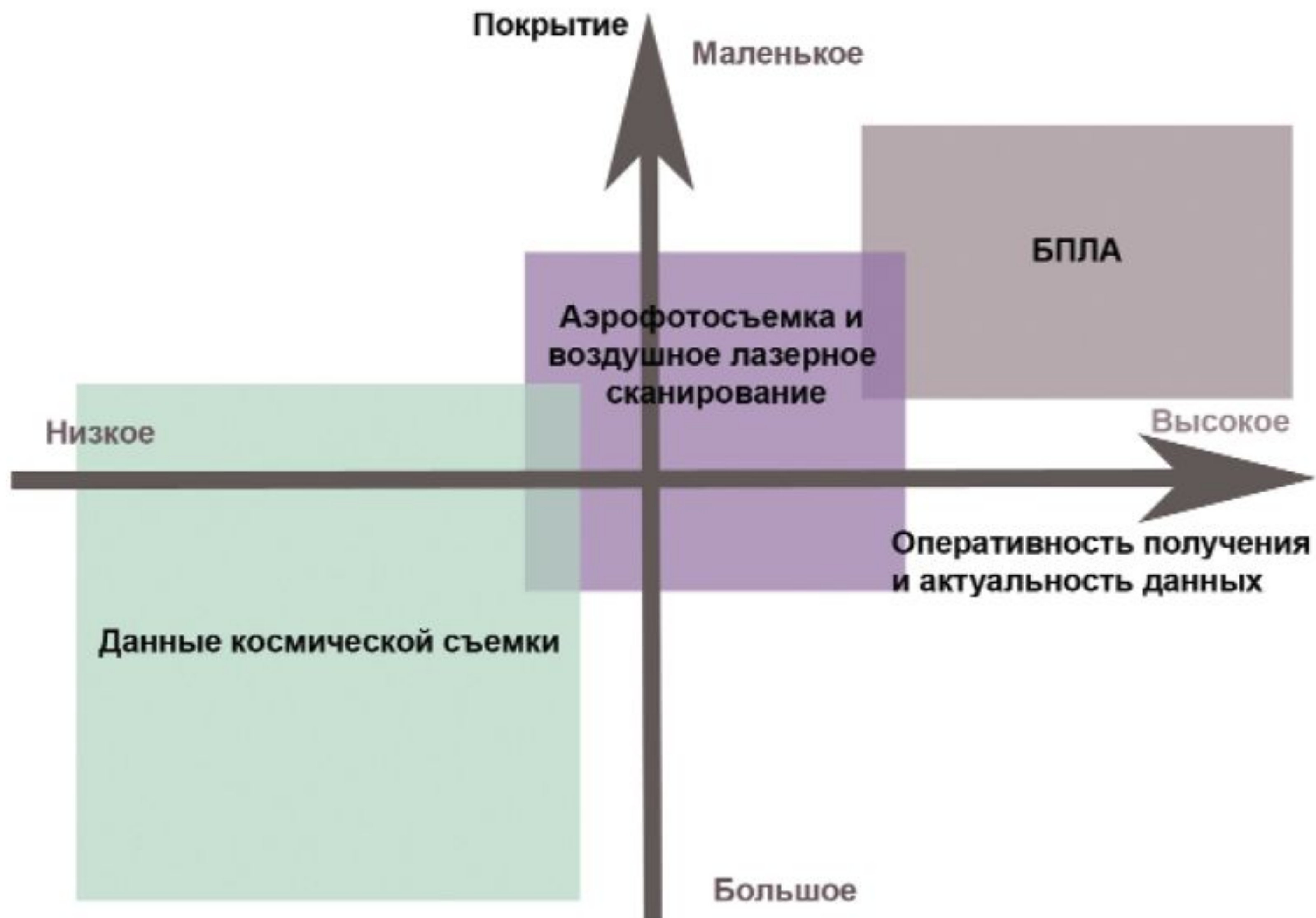




**ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА С
ЦЕЛЬЮ
КРУПНОМАСШТАБНОГО
КАРТОГРАФИРОВАНИЯ И
СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ
ОСНОВЫ ДЛЯ
МОНИТОРИНГА
РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

Место БПЛА среди методов дистанционного зондирования





Используемое оборудование



Технические характеристики квадрокоптера DJI Phantom 3

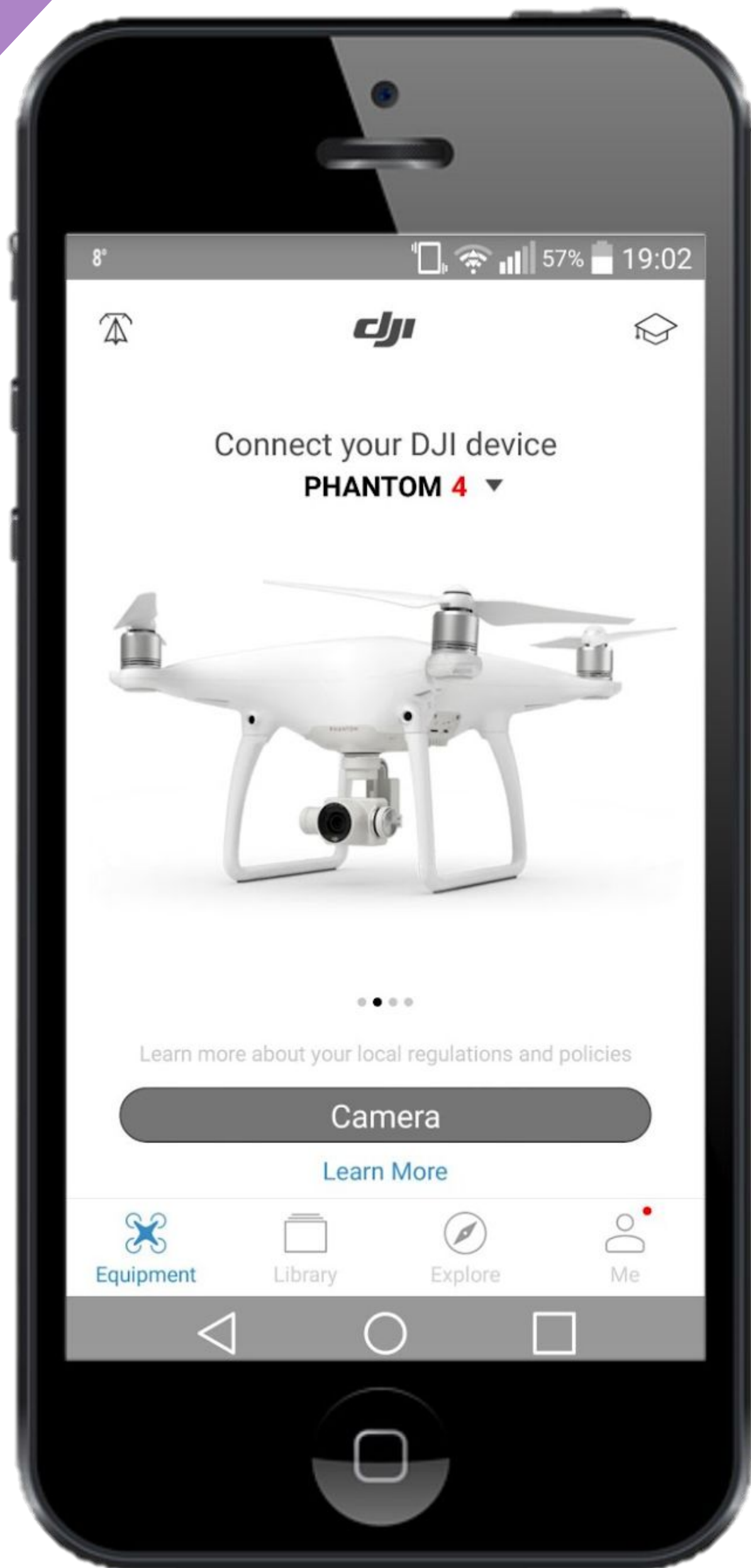
Параметры	Показатели
Вес (+ батарея и пропеллеры)	1280г
Мах скорость подъема	6 м/с
Мах скорость спуска	3 м/с
Мах скорость	16 м/с (нет ветра)
Мах время полета	23 мин
Рабочая температура	От 0 до +40
Режим GPS	GPS/GLONASS
Высота полета	до 500м*
Дальность полета	от 500м до 2000м (на открытом пространстве)



Камера

На борту квадрокоптера установлена камера с сенсором на 12,4 Мп, позволяющая производить фотографирование с разрешением 4000x3000 пикселей. Квадрокоптер оснащён роботизированным подвесом камеры, который также снабжён амортизаторами для устранения вибрации камеры при съёмке во время полета.





Для настройки квадрокоптера к пульту управления необходимо подключить устройство с установленным приложением **DJI GO**.



Выполнение аэрофотосъемки

Технология аэрофотосъемки на основе БПЛА состояла из следующих этапов:

- ◆ подготовительные работы (изучение местности, подлежащей фотографированию, подготовка карт, проектирование маршрутов полета и расчет элементов фотосъемки);
- ◆ полевые работы (обследование и закрепление точек планово-высотной подготовки снимков, закрепление и маркировка точек опорной сети, фотосъемка в автоматическом режиме);
- ◆ камеральные работы (обработка результатов геодезических измерений, фотограмметрическая обработка снимков)



Аэрофотосъемка проводилась на территории питомника декоративных растений УП БГУ «Щемяслица».

Съемочная геодезическая сеть создавалась методом спутниковых определений двухчастотным приемником геодезического класса точности Trimble R6 – 4 в режиме реального времени (RTK) от постоянно-действующих пунктов (ПДП) Спутниковой системы точного позиционирования Республики Беларусь с субсантиметровой точностью.

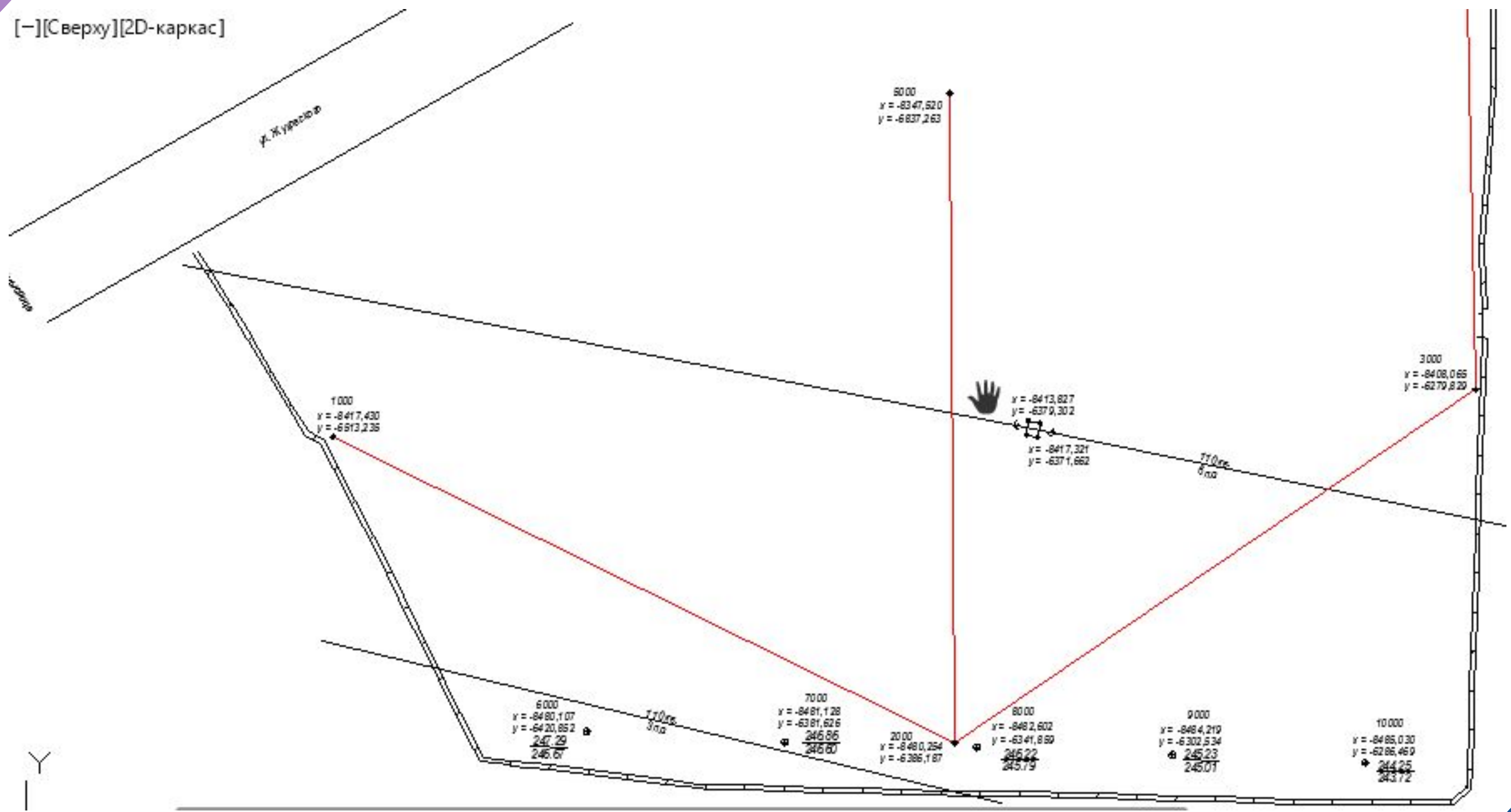


Также, посредством электронно-тахеометрической съемки, осуществлялось координирование контрольных точек, которые необходимы для оценки точности аэрофотосъемки на камеральном этапе.

Съемка выполнялась электронным тахеометром среднего класса точности Trimble 3305 DR полярным способом.



[–][Сверху][2D-каркас]



Съемочная геодезическая сеть



На предполетном этапе производилась маркировка опознаков на местности. В качестве опознаков использовались центры пунктов съемочной геодезической сети и четко дешифрируемые объекты с известными координатами.





Планирование полета осуществлялось в навигационной программе Pix 4d



SETTINGS



LOGOUT



GRID MISSION

Best for 2D maps



DOUBLE GRID MISSION

Best for 3D models



CIRCULAR MISSION

Best for single 3D models



FREE FLIGHT MISSION

For advanced users

Исходя из цели получить аэрофотоснимки пригодные для картографирования в масштабе 1: 500, была выбрана высота фотографирования 40 метров. Величины продольного и поперечного перекрытия составили 70% и 60% соответственно.



В результате залета была получена 201 фотография, время полета составило 14 минут 22 секунды, общая длина маршрута 3260 метров. Площадь съемки – 59 976 м.кв.

Information

Drone
Phantom 3
Advanced

Date
21 окт 2016 г.

Time
12:25:25

Location
53,827548°,
27,458167°

Type
Grid

Dimensions
252 m x 238 m

Overlap
70%

Camera Angle
90°

Altitude
40 m

Images
201

Path
3260 m

Flight time
14min:22s

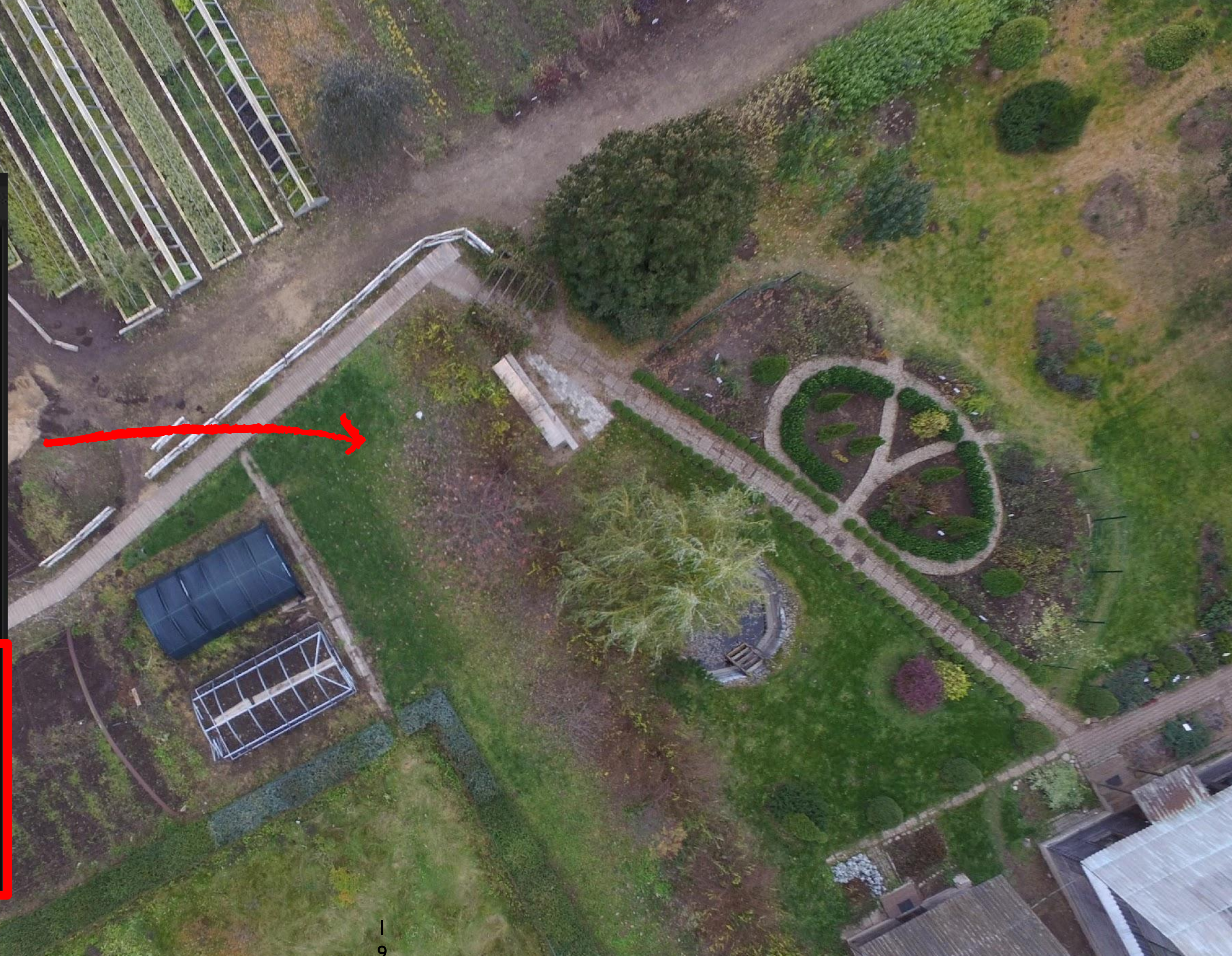


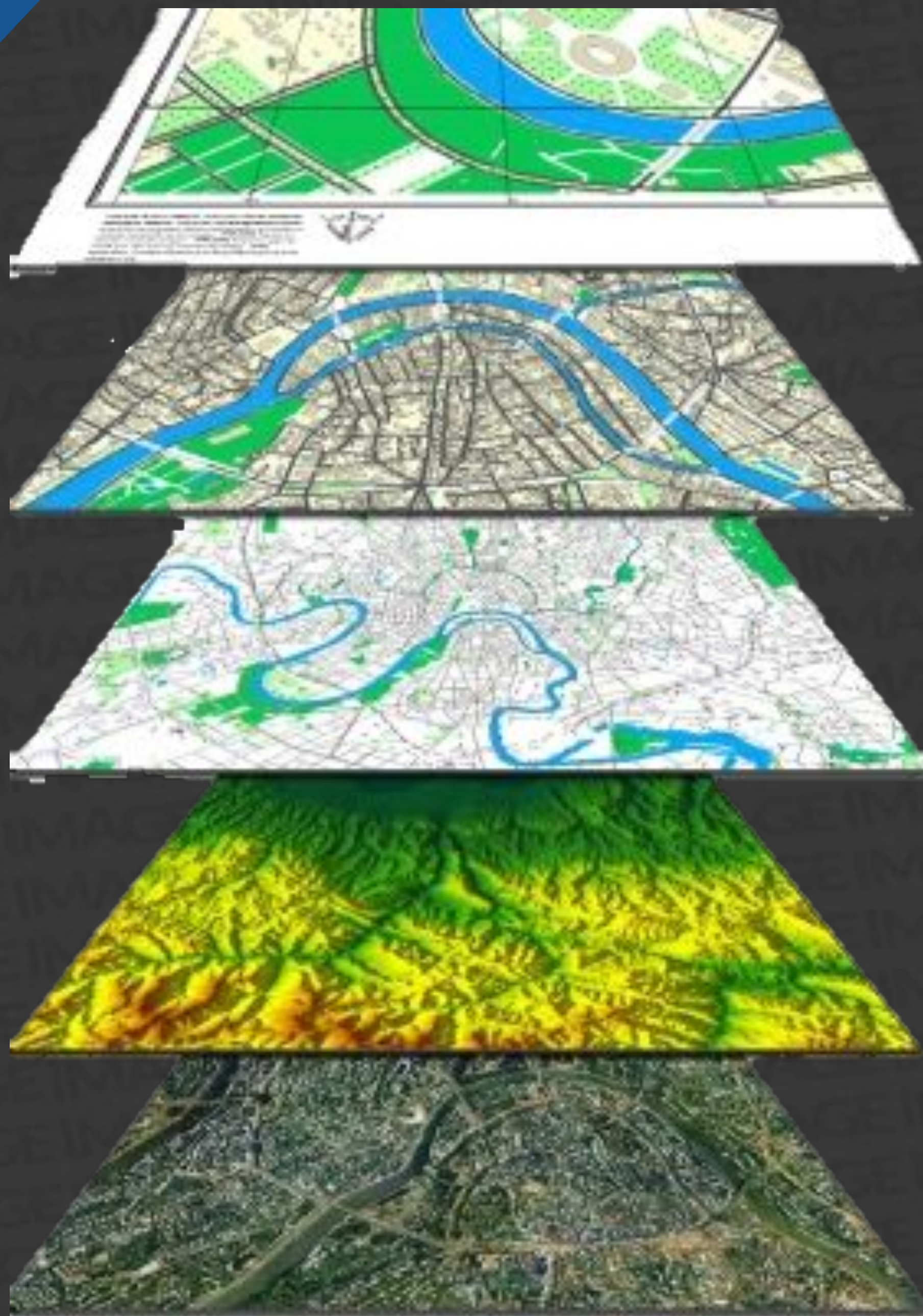




Метаданные по умолчанию

СВЫШКА	БЕЗ СВЫШКИ
Программная экспозиция	Обычная программа
Режим экспозамера	Центрально взвешенный
Изготовитель	DJI
Модель	FC300S
Модель объектива	
Сведения о балансе белого	
Блики вспышки	
Программное обеспечение	Изображение v01.23.4920
Дата/время оригинала	21.10.2016 12:16
Дата/время оцифровки	21.10.2016 12:16
	GPS
Широта	53, 49' 41.525500"
Относительная широта	Северная широта
Долгота	27, 27 27.955900"
Относительная долгота	Восточная долгота





Обработка данных

Импортированные фотографии после процесса выравнивания

камер

201.psx* — Agisoft PhotoScan (17 days left)

Файл Правка Вид Обработка Инструменты Фото Справка

Привязка

Камеры	Долгота
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.457443
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.457649
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.457864
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.458005

Маркеры	Долгота
<input checked="" type="checkbox"/> 1000	27.455984
<input checked="" type="checkbox"/> 2000	27.457915
<input checked="" type="checkbox"/> 3000	27.459528

Масштабные ли	Расстояние, м	To
<input checked="" type="checkbox"/> 6000_11...	47.555000	
<input checked="" type="checkbox"/> 7000_8000	39.233000	
<input checked="" type="checkbox"/> 8000_9000	39.797000	
<input checked="" type="checkbox"/> 9000_10...	30.263000	

Проект

> Папки	Камеры (199/201 выровнено)
> Папки	Маркеры (10)
> Папки	Масштабные линейки (19)
> Папки	1000_2000
> Папки	1000_3000
> Папки	1000_6000
> Папки	1000_7000

Модель



Фотографии



Фотографии

Консоль

Позиции камер и перекрытие изображений

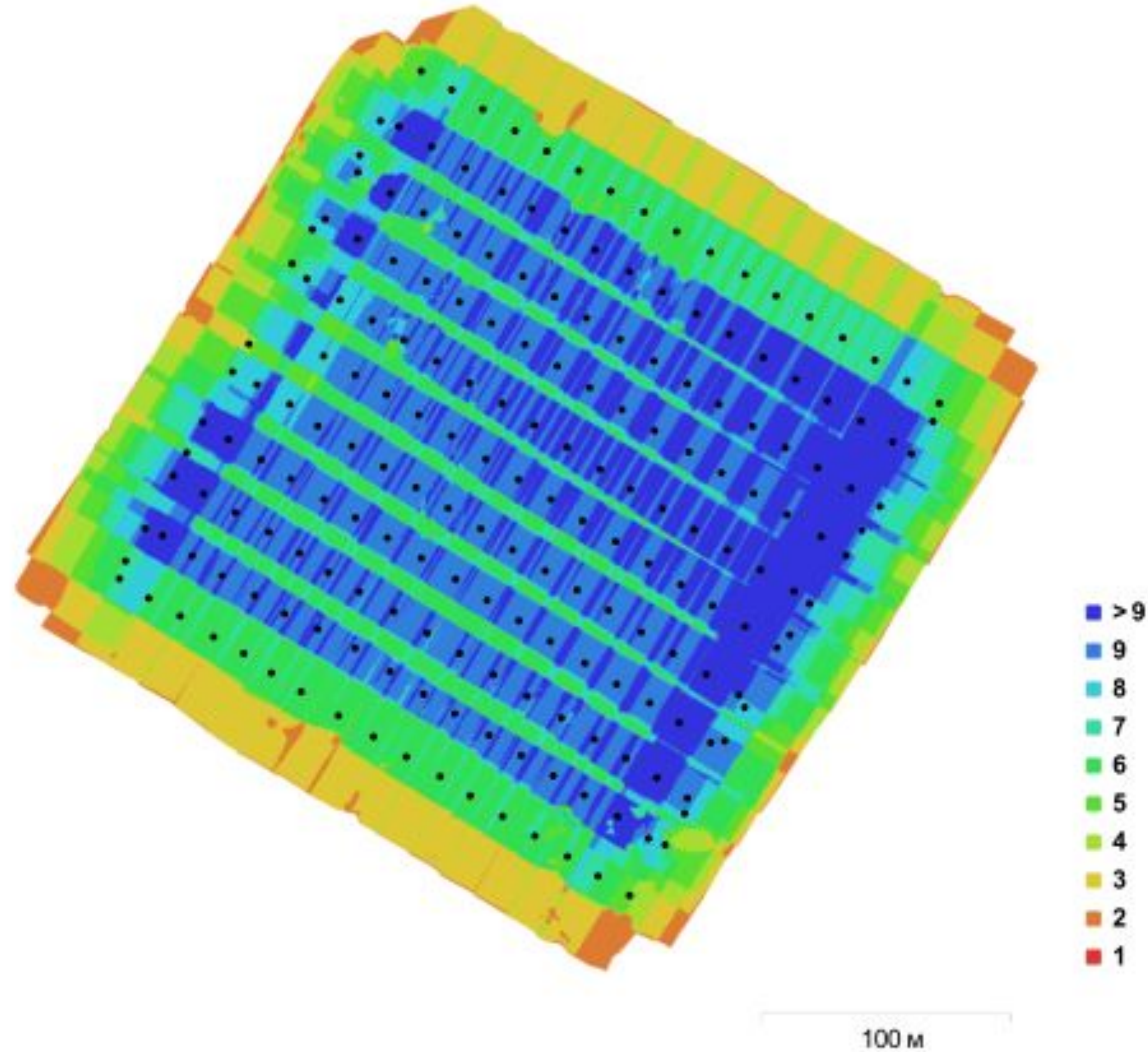
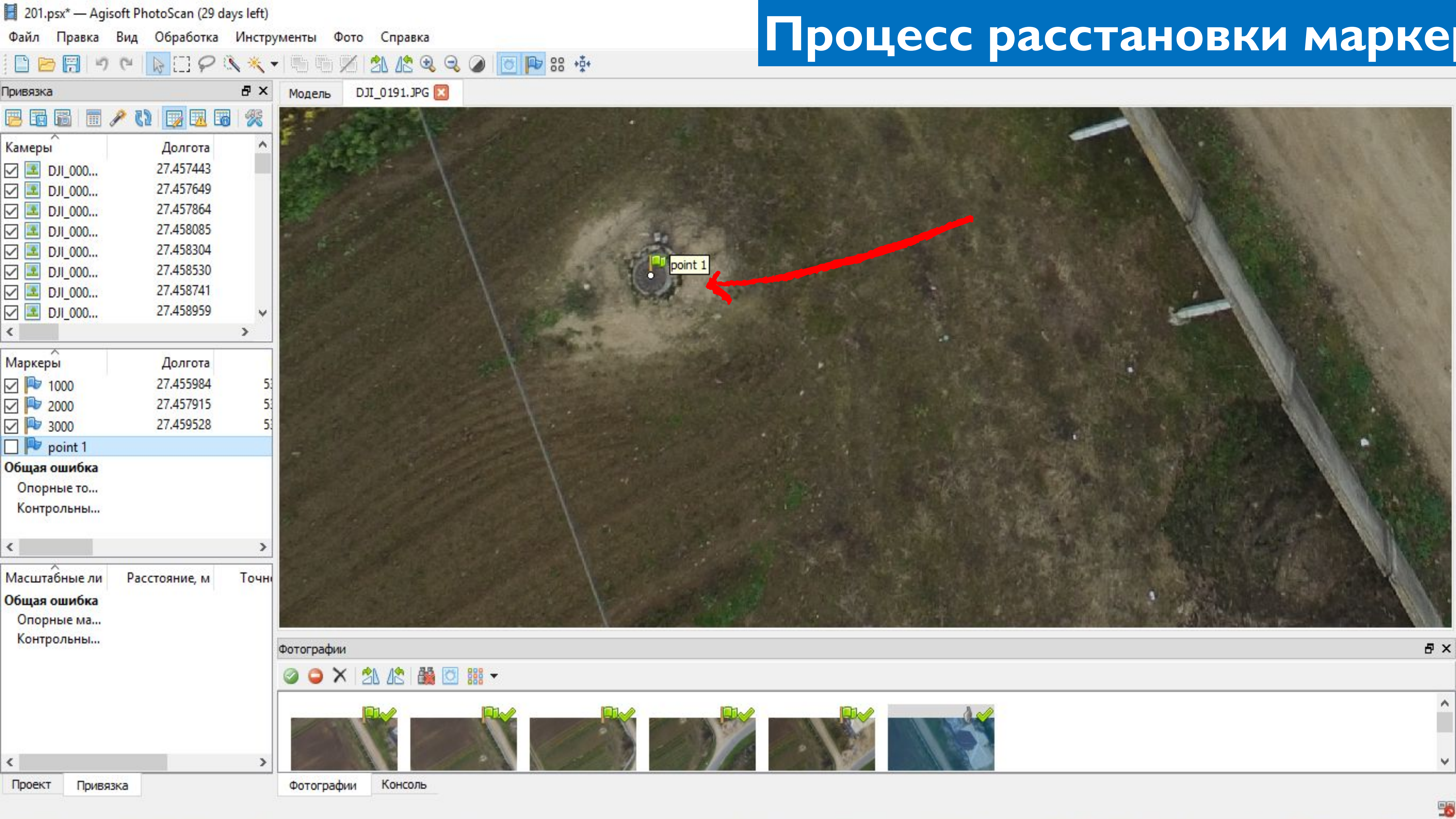


Рис. 1. Позиции камер и перекрытие изображений.

Всего изображений:	201	Позиций съёмки:	199
Высота по 40:	96.9 м	Связующих точек:	195,138
Разрешение съёмки:	1.67 см/пикс	Проекций:	544,494

Процесс расстановки маркер



Опорные точки

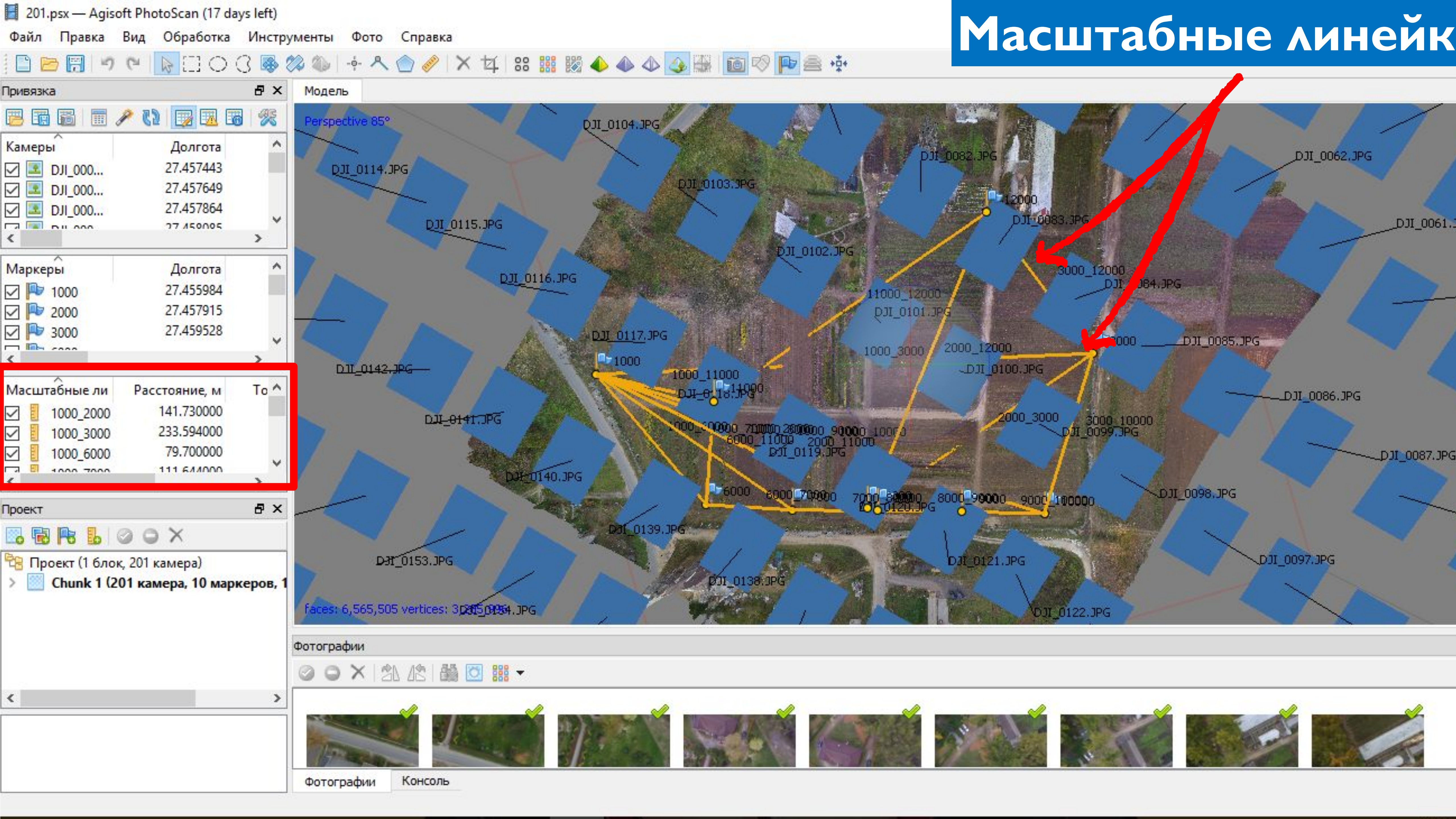


● Опорные точки

● Контрольные точки

100 м

Масштабные линейки



201.psx — Agisoft PhotoScan (17 days left)

Файл Правка Вид Обработка Инструменты Фото Справка



Привязка Модель

Perspective 85°

Камеры	Долгота
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.457443
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.457649
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.457864
<input checked="" type="checkbox"/> DJI_000...	27.458000

Маркеры	Долгота
<input checked="" type="checkbox"/> 1000	27.455984
<input checked="" type="checkbox"/> 2000	27.457915
<input checked="" type="checkbox"/> 3000	27.459528

Масштабные ли	Расстояние, м	To
<input checked="" type="checkbox"/> 1000_2000	141.730000	
<input checked="" type="checkbox"/> 1000_3000	233.594000	
<input checked="" type="checkbox"/> 1000_6000	79.700000	
<input checked="" type="checkbox"/> 1000_7000	111.611000	

Проект

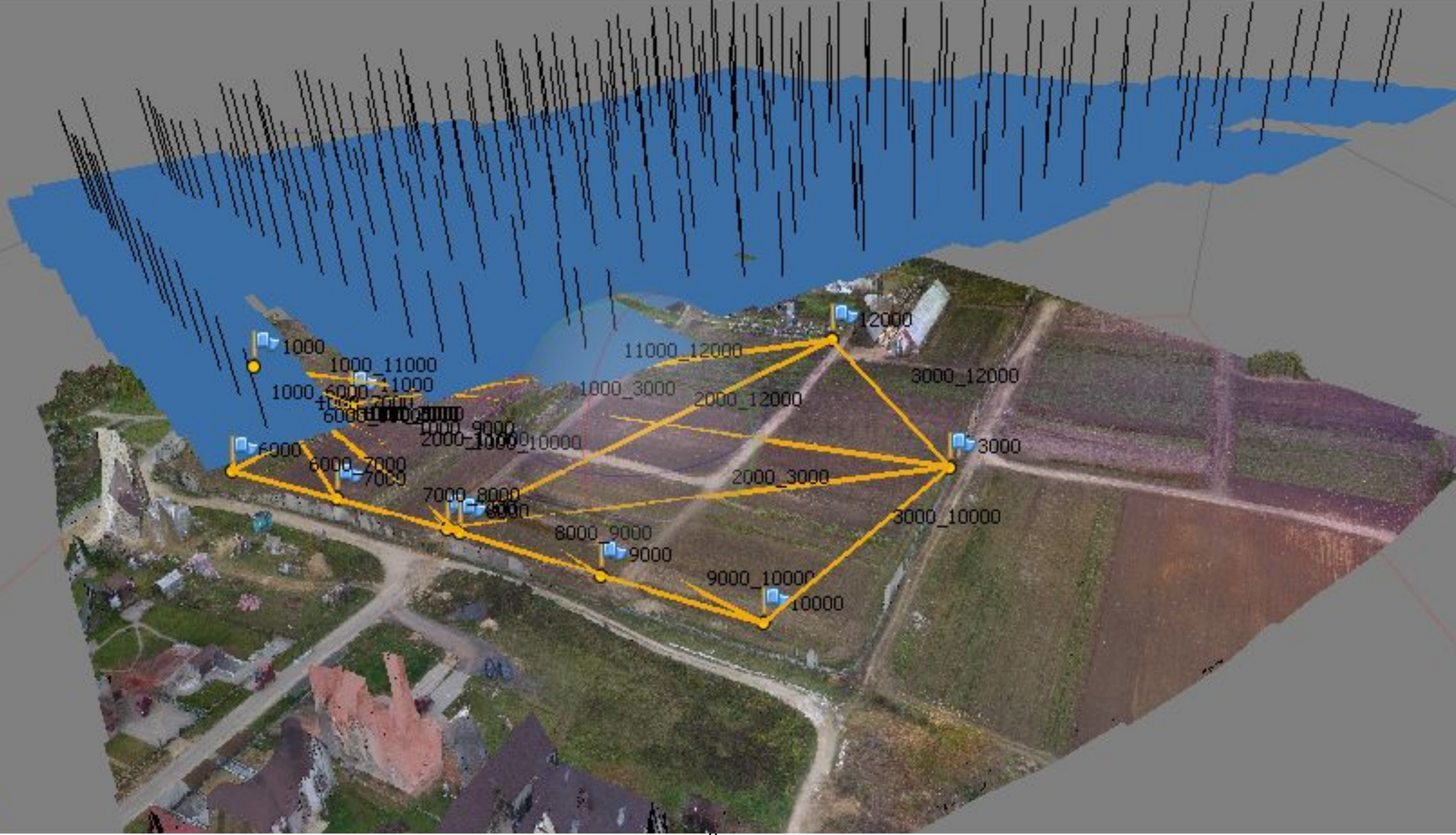
Проект (1 блок, 201 камера)
Chunk 1 (201 камера, 10 маркеров, 1...)

faces: 6,565,505 vertices: 3,215,094

Фотографии



Фотографии Консоль

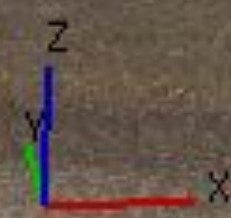




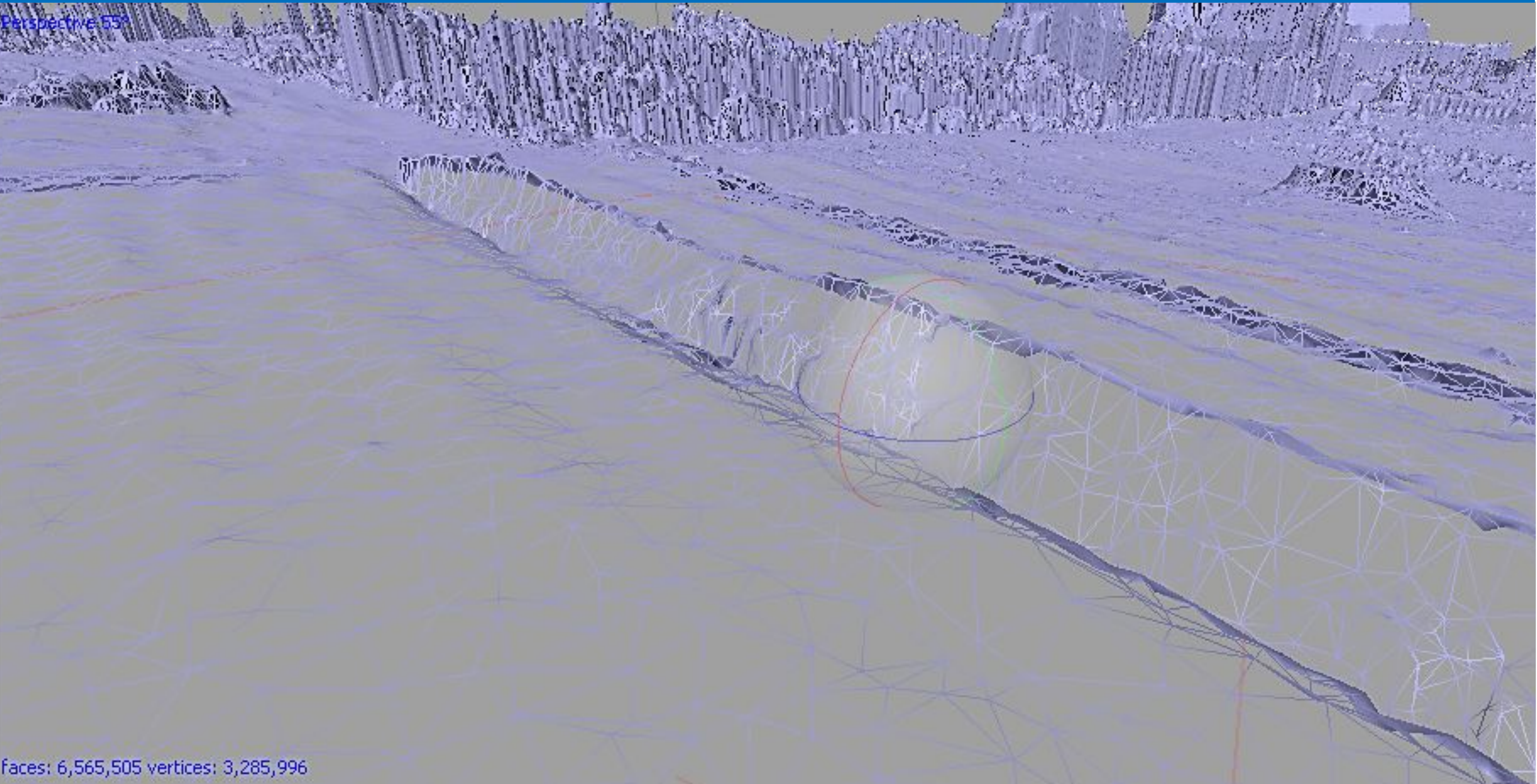
Плотное облако

точек

Точек
98,856,018



TIN-модель (полигональная)



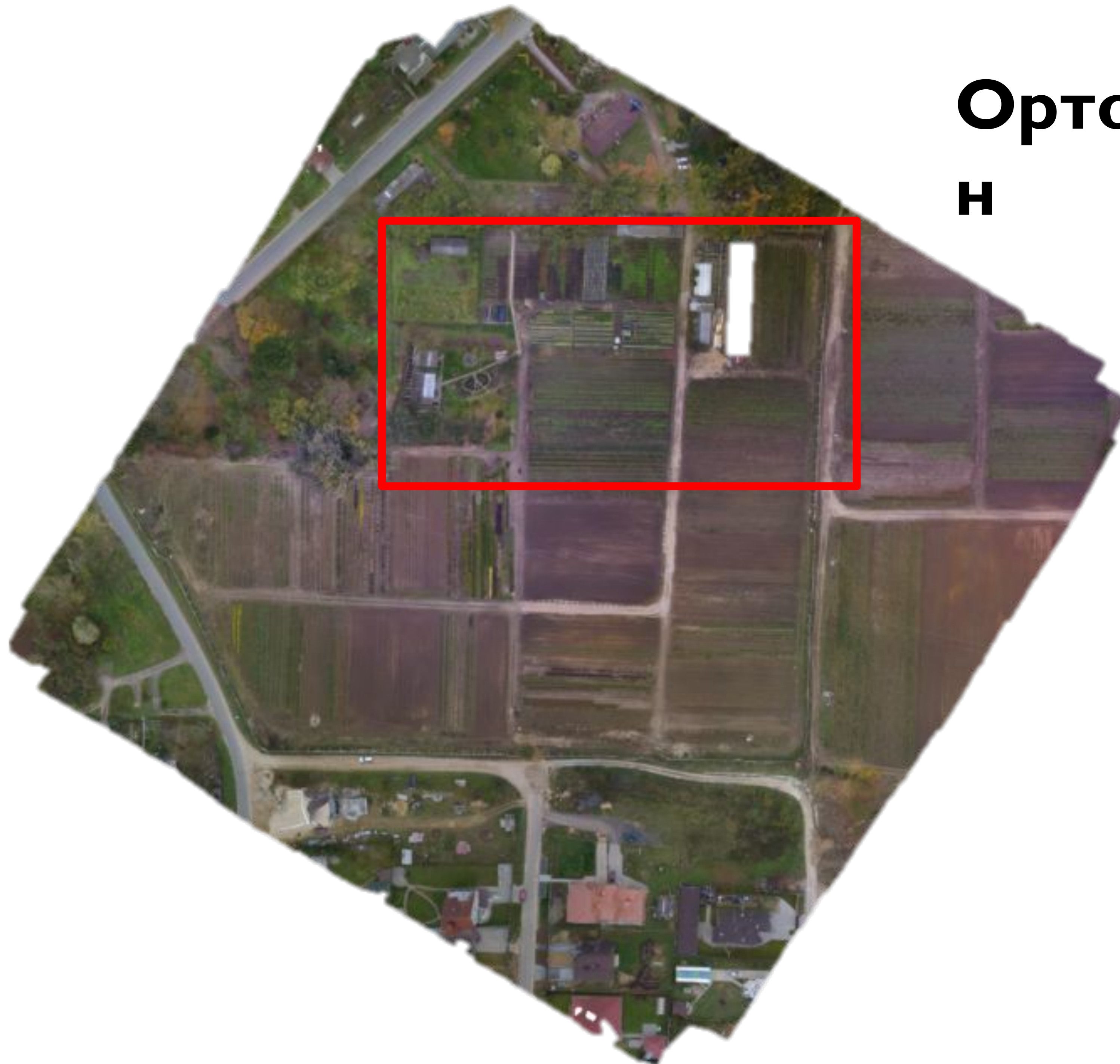
faces: 6,565,505 vertices: 3,285,996

Ортофотопла н

Разрешение
1,67см x пикс.

Размер
24,531 x 23,299

Масштаб
1:110

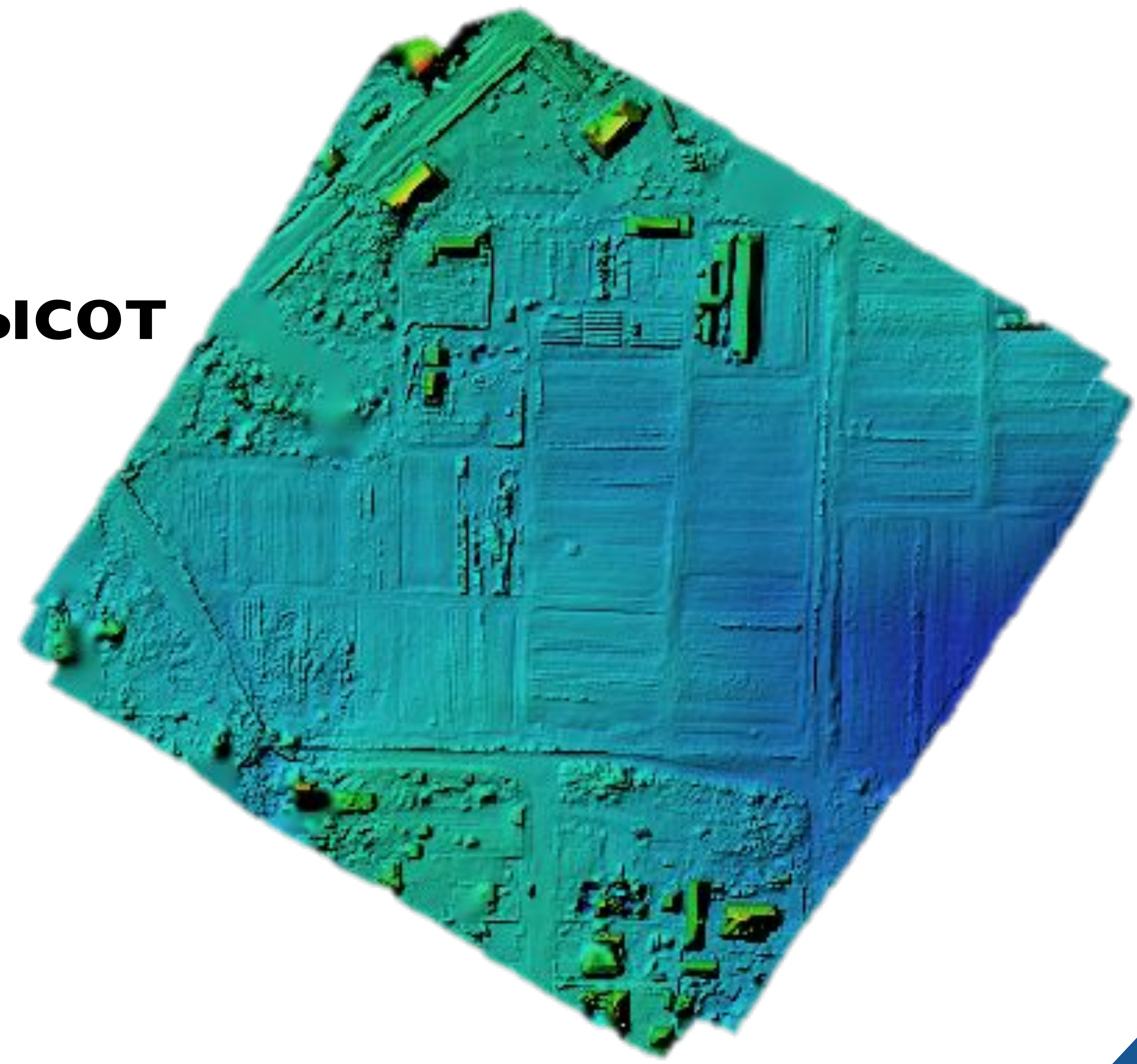








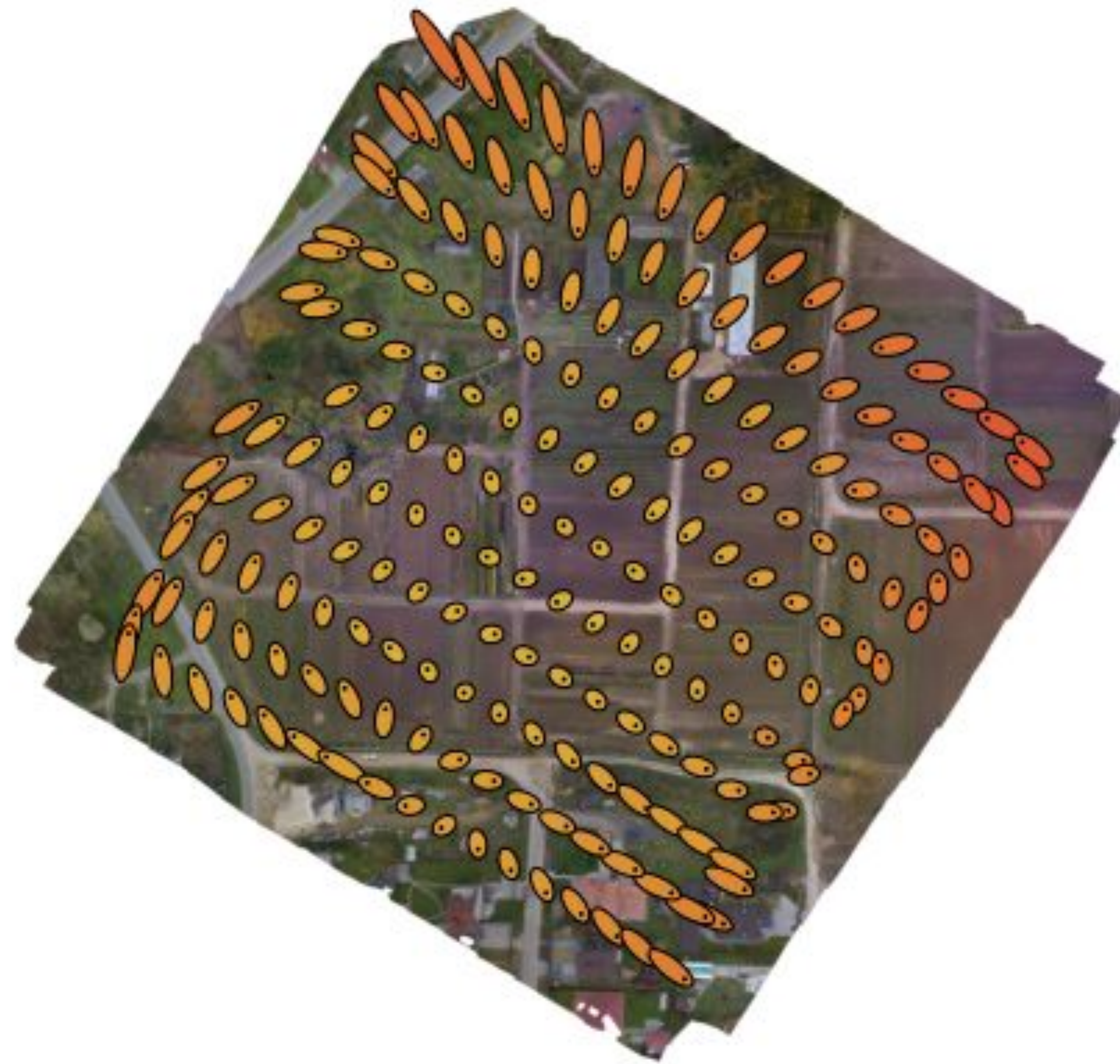
Матрица высот



Оценка точности



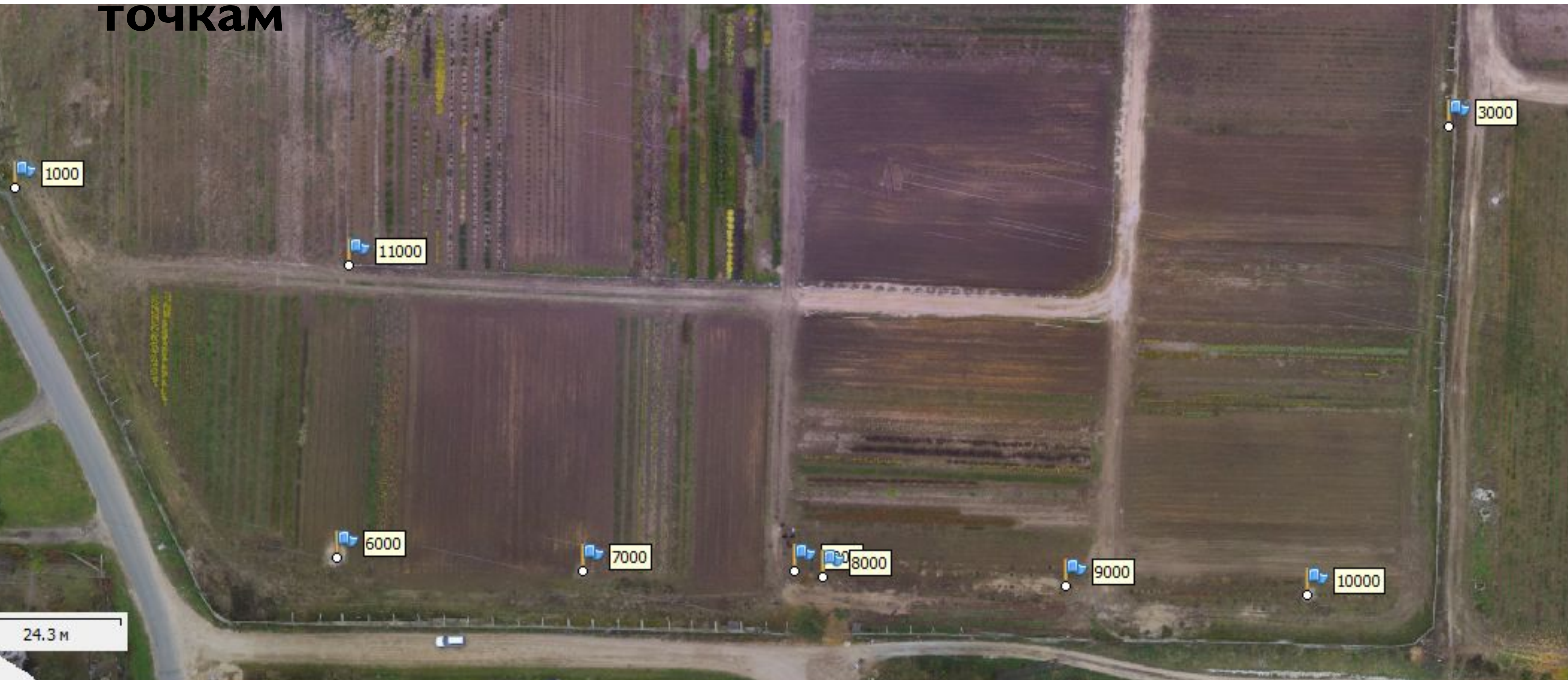
Позиции съёмки



100 м

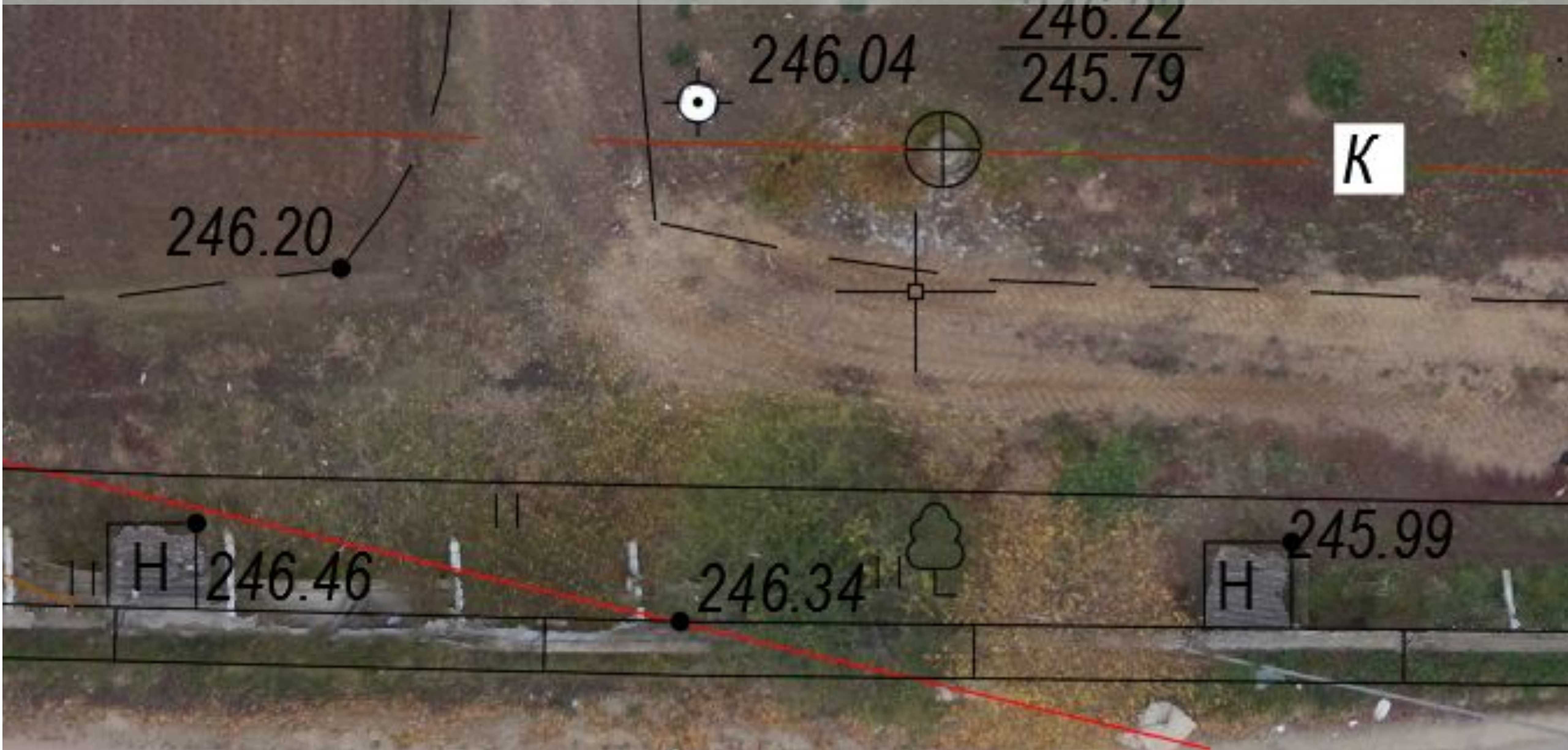


Оценка точности ортофотоплана по контрольным точкам



Название	Ошибка, X (см)	Ошибка, Y (см)	Ошибка, Z(см)	Общая(см)	Фото(пикс)
1000	7.77542	3.59047	13.7663	16.2129	1.372
2000	-13.3879	10.8959	19.6777	26.1757	1.226
3000	9.38044	5.45455	2.29489	11.091	1.479
6000	2.77285	-1.8559	0.0401144	3.33687	2.978
7000	0.356067	5.73226	-1.2576	5.87939	2.519
8000	-1.17789	-5.08723	-2.57881	5.82388	1.779
9000	2.28682	-2.39842	-3.89932	5.11729	1.701
10000	1.8802	4.37252	-5.1977	7.04771	1.224
11000	1.78703	-5.93984	-1.76393	6.44877	3.063
12000	-1.34811	-1.64772	-9.40903	9.64688	2.006
Средняя	5.92168	5.35178	8.50932	11.6669	1.993

Сравнение ортофотоплана с ЦММ полученной по результатам электронно-тахеометрической съемки





244.66

245.01

244.96

245.16

244.63

245.11



244.70

244.65 n

n

n

244.55

M

244.55

B

I

I

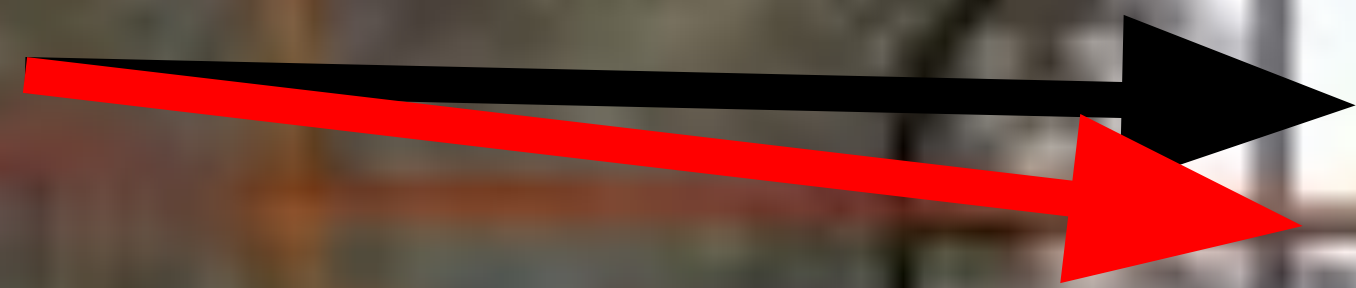
244.48



244.20

243.72

**Расхождение
0,13 м**



Google Earth Pro
Файл Редактировать Вид Инструменты Добавить Справка

Поиск

Метки

- Мои метки
- Временные метки
- goog.kmz

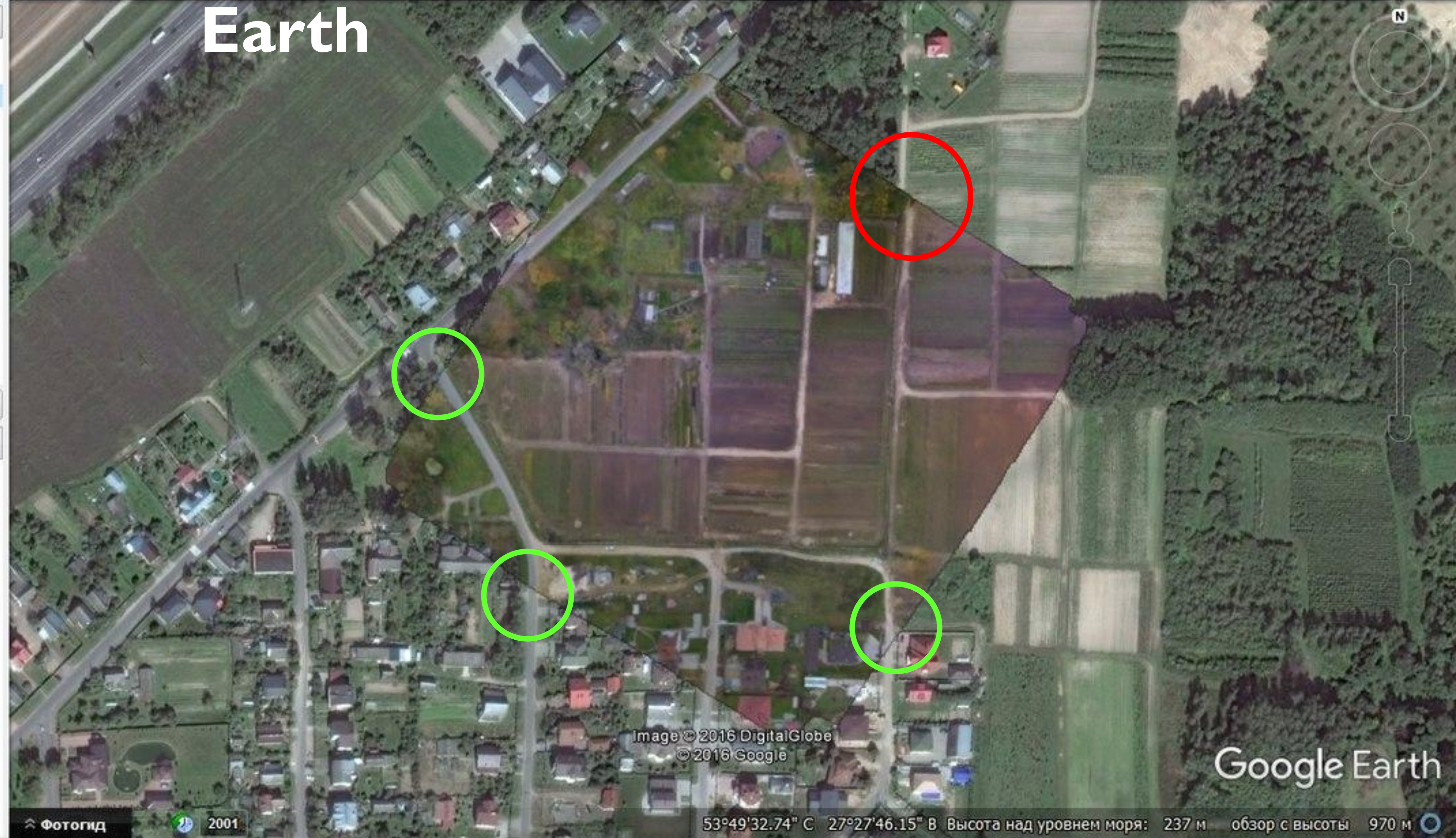
Слои

- Основная база данных
- Voyager
- Границы и названия
- Метки
- Фотографии
- Дороги
- 3D-здания
- Океан
- Погода
- Галерея
- Глобальные проблемы и ...
- Еще
- Рельеф

Фотоид 2001

Наложение ортофотоплана в Google

Earth



**Спасибо за
внимание!**

