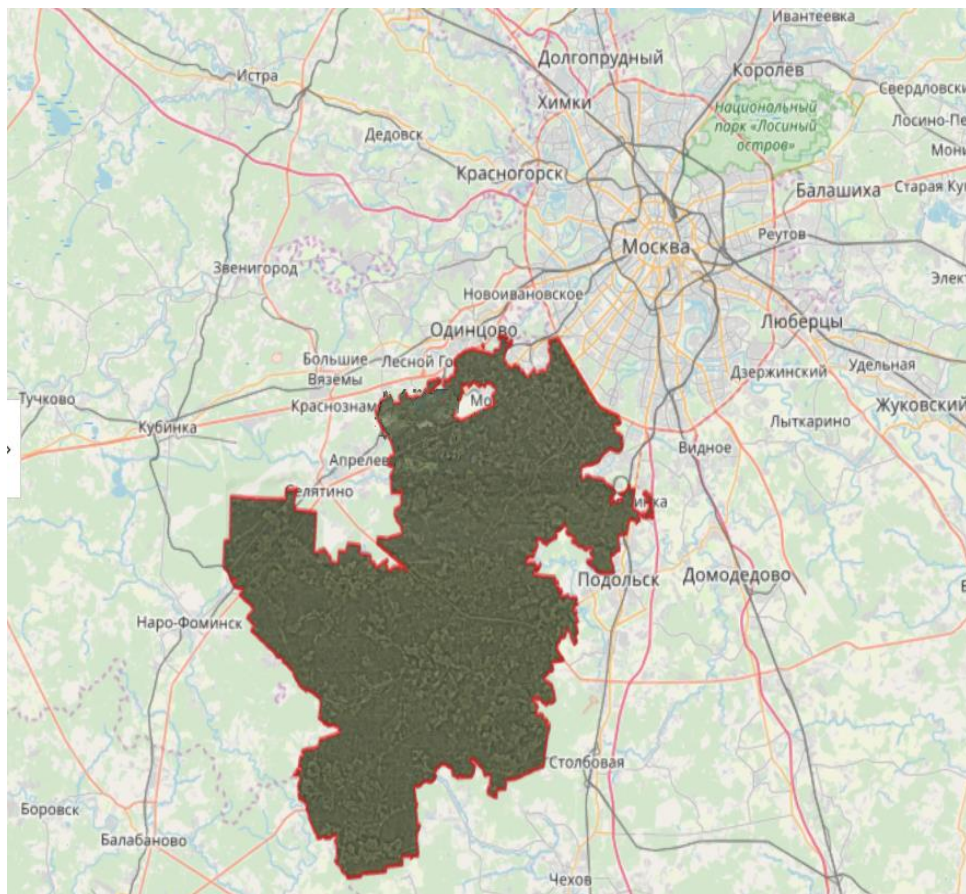




# Опыт массового объектного 3D моделирования зданий на примере проектов ТиНАО-2018 и ТиНАО-2019

Спартак Петрович Чеботарёв  
Москва, 13 февраля 2020 г.

# Цели проектов ТиНАО-2018 и 2019



**2018 г.:**

"Выполнение работ по созданию **трёхмерной объектной модели** территории ТиНАО города Москвы для применения в информационной системе «Реестр единых объектов недвижимости города Москвы» (**ИС РЕОН**) в целях **инвентаризации объектов недвижимости**"

**2019 г.:**

"Выполнение работ по созданию **трёхмерной объектной модели** территории ТиНАО города Москвы, **автоматическому выявлению изменений** геометрического характера в ОКС на территории ТиНАО города Москвы, **автоматизированной актуализации баз данных** объектных трёхмерных моделей ОКС для применения в информационной системе «Реестр единых объектов недвижимости города Москвы» (**ИС РЕОН**) в целях **инвентаризации объектов недвижимости**"

Территория: 1'854 кв. км.

Число объектов капстроительства (ОКС): около 340 тысяч

Число изменений геометрии ОКС: 65 тысяч (19%)

# Требования к моделям зданий в проектах 2018 и 2019 гг.

## Основные требования:

Модели должны быть совместимы с форматом представления геометрических моделей зданий **CityGML v. 2.0** и, в частности, описывать следующие характеристики здания:

- контур на земле как замкнутый плоский полигон **без топологических дефектов**,
- внешние стены здания, задаваемые ориентированной частью плоскости или частью поверхности твердого тела (Vrep и/или csg),
- стенные проёмы в наружных стенах,
- геометрические 3D модели крыш,
- фототекстуры стен и крыш,
- уровень детализации геометрических моделей – **LoD 2** (Level of Detail).

## Дополнительные требования:

- каждая модель может иметь связанные с ней атрибуты (текст, графика, ссылки на внешние хранилища информации),
- ожидаемое число моделей – до 500'000 на территории Новой Москвы (ТиНАО),
- формат хранения текстурированных моделей в ИС РЕОН – Oracle с пространственным расширением,
- среда публикации в Интернет – Cesium, формат 3DTiles,
- Каждая модель здания привязана к рельефу в системе координат МСК 77.

## Неформализуемые требования:

- модель каждого здания должна быть узнаваемой нормальным человеком, знакомым с местностью,
- **геометрические модели должны строиться в автоматизированном режиме,**
- **текстурирование стен и крыш должно проводиться в автоматическом режиме.**

# Дополнительные требования в проекте 2019 г .:

**Автоматическое** выявление существенных изменений (Change Detection) геометрического характера в объектах капитального строительства, произошедших после АФС 2018г. на всей территории моделирования (1'854 кв. км.):

- Изменения высоты здания на величину более двух метров,
- Изменение площади здания на величину более 16 кв. м.

**Классификация** выявленных изменений:

- Снесённый объект,
- Пристроенный и / или надстроенный объект,
- Новое строительство.

**Сохранение** геометрических изменений в базе данных

**Инкрементная** актуализация баз данных моделей 2018г. для построения моделей текущего года.

# Оборудование и ПО



## **Двухмоторный самолет Теспат 2006:**

- высота полёта – до 3200 м и дальность – до 1100;
- скорость – до 260 км/ч, рабочая – от 170 км/ч;

## **Аэрофотокамера RCD-30 Penta в 2018 году:**

- 5 объективов;
- разрешающая способность – 10 см/пик при съёмке с высоты 1 км.

## **IGI UrbanMapper в 2019 году:**

- 8 объективов с возможностью интегрированной перспективной съёмки и инфракрасной съёмки надирной камерой;
- разрешающая способность – 5 см/пик при съёмке с высоты 1 км.

## **Воздушный сканер ANAV Dragon eye 400 в 2018 и 2019 гг.:**

- 2 лазерных импульсных источника с частотой до 500 кГц каждый;

## **Программное обеспечение:**

- Microstation,
- TerraScan,
- TerraModeler
- Autocad Civil 3D
- virtualcitySYSTEMS, GmbH
- UVM Systems, GmbH

# Исходные материалы: надирные аэрофотоснимки

Аэрофотокамера IGI UrbanMapper позволяет получать надирные снимки в видимом и ближнем инфракрасном (NIR) диапазоне с линейным разрешением на местности 5 см (высота съёмки – 1 000 м)

*Аэрофотоснимок и увеличенные фрагменты, показывающие степень детализации изображения*





## Исходные материалы: наклонные аэрофотоснимки



Наклонные аэрофотоснимки предназначены для текстуризации трёхмерных моделей



*Аэрофотоснимок и увеличенные фрагменты, показывающие степень детализации изображения*

# Обработка данных и создание 3D моделей



По данным аэросъемки:

- созданы цифровые модели рельефа и местности масштаба 1:2000,
- выявлены объекты капитального строительства площадью больше 16 кв. м,
- созданы полигональные текстурированные модели местности - меш-модели.



1 – фрагмент ортофотоплана М 1:2 000

2 – полигональная текстурированная меш-модель



# Объектное 3D моделирование

Завершающий этап проекта - создание объектной трехмерной модели, содержащей совокупность моделей отдельных зданий.

В отличие от меш-модели, объектная модель состоит из совокупности моделей всех отдельно стоящих зданий и содержит семантические описания геометрии зданий в формате CityGML, фототекстуры стен и кровли зданий.

Все объекты привязаны к цифровой модели рельефа с ориентацией в заданной системе координат (МСК77), и им можно присваивать текстовые атрибуты, включая ссылки на любые внешние источники данных.



# Размерность задачи ТиНАО:

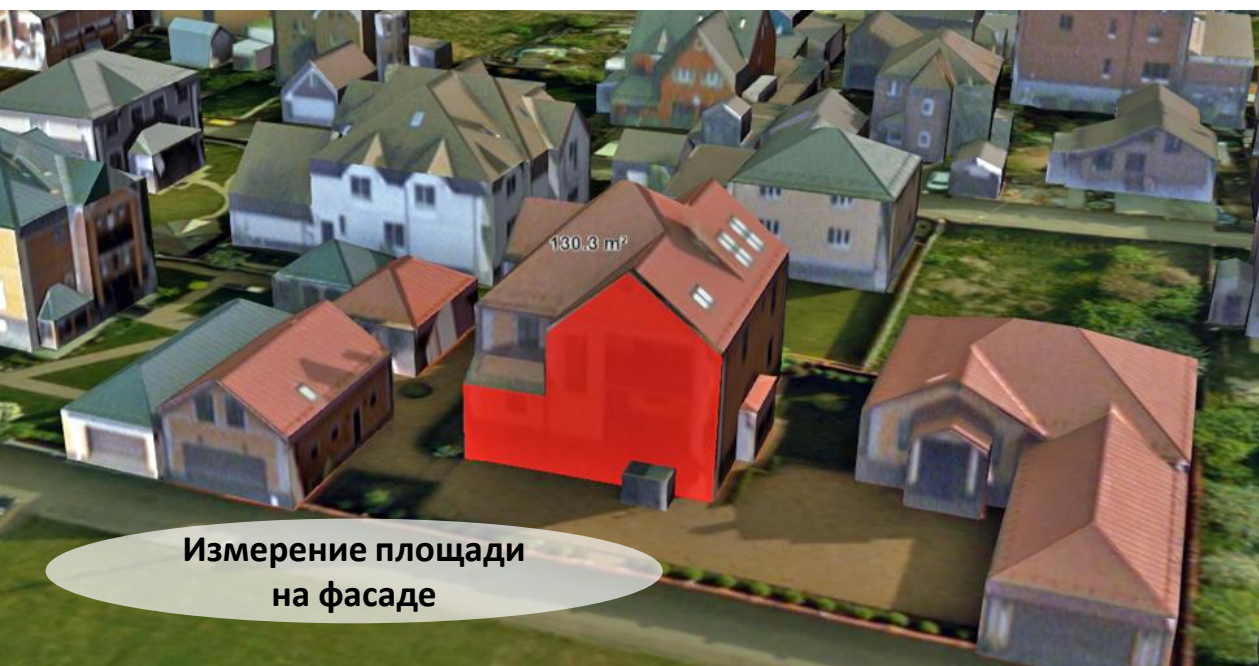
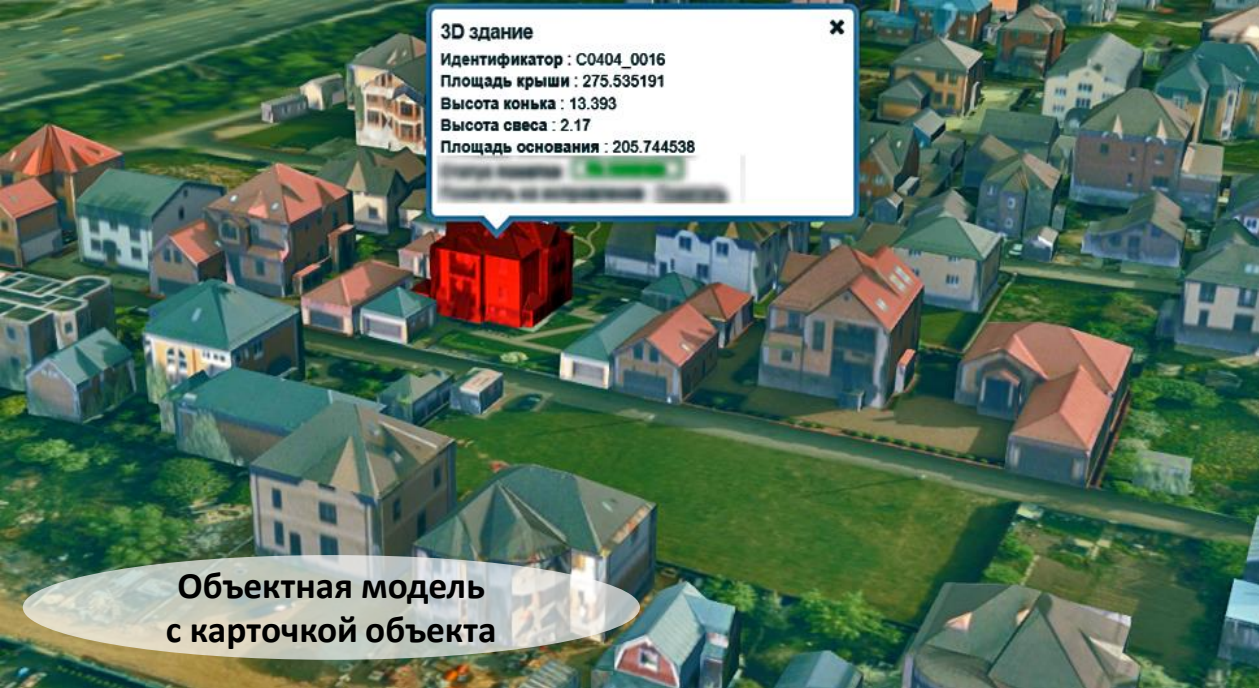
1'854 км<sup>2</sup>, более 300'000 зданий (в 2018г. – 261'985)

**ТиНАО-2018: многоэтажная и малоэтажная застройка на одной сцене:**

- Модели блочных зданий построены полностью автоматически,
- Модели малоэтажных домов – с минимальным редактированием геометрии сложных крыш.

**Программное обеспечение:**

- Моделирование геометрии зданий: ПО компании virtualcitySYSTEMS, Германия
- Полностью автоматическое текстурирование моделей: ПО UVM Systems, Австрия
- Исходные данные: Ортофото, урваненные облака точек лазерного сканирования (ТЛС), цифровая модель местности (ЦММ), цифровая модель рельефа (ЦМР), автоматизация и оптимизация рабочих процессов ВСЁ - СИГМА МЕТРИКС



# Выявление изменений



# Области изменений на карте

## Области выявленных изменений в изометрии



Верхняя часть – это застроенная территория с точечной новой застройкой

Нижняя часть – появления новых ОКС на ранее не застроенной территории

Сетка 1 x 1 км.

# Выявленные области изменений на карте

## Области локализации выявленных изменений в плане



Такая картинка определяет формирование потока входных объектов на обработку на следующем этапе.

Показаны найденные области изменений на большом участке местности

- 1. Построено свыше 300 тысяч текстурированных трёхмерных геометрических моделей объектов капитального строительства (ОКС)**
- 2. Все модели загружены в базы данных Oracle ИС РЕОН**
- 3. Многократно увеличена налогооблагаемая база ОКС**
- 4. Отработаны методы автоматического выявления изменений геометрического характера на больших территориях моделирования.**
- 5. Отлажена технология массового 3D моделирования зданий в рекордные сроки**

- ООО «Сигма Метрикс» создано в 2013 году группой российских специалистов в области управления инфраструктурными объектами. Аэросъемочными работами компания занимается с 2016 года.
- ООО «Сигма Метрикс» предлагает услуги по аэрофотосъемке, геодезии, построению топографических карт, созданию цифровых и истинных ортофотопланов, формированию и наполнению ГИС и т.д. Было успешно выполнено более 60 проектов по всей территории Российской Федерации.
- С 2017 года ООО «Сигма Метрикс» занимается созданием 3D моделей городов, используя коммерческие и собственные программные средства с применением ИИ. Эти технологии позволяют строить модели городов быстрее, чем когда-либо, с высоким качеством и рекордно низкой себестоимостью.
- Крупнейший проект – объектное 3D моделирование ТиНАО г. Москвы в 2018 г., а также актуализация моделей с дополнительными услугами по выявлению изменений зданий в 2019 г.:
  - созданы модели более 300 000 зданий и сооружений,
  - 3 месяца работы,
  - объём сырых данных 400 Тб,
  - стоимость проекта 130 млн рублей.
- Тесные связи со Штутгартским, Мюнхенским и Берлинским университетами, компаниями HEXAGON, vcS GmbH, UVM GmbH, IGI GmbH, PCT, RIEGL и др. позволяют ООО «Сигма Метрикс» отслеживать и использовать в работе последние достижения в области аэросъемки, обработки и визуализации данных и объектного 3D моделирования.
- Финансовые показатели компании уверенно растут: последние 3 года выручка компании удваивается каждый год и достигла 300 млн. рублей в 2019 году.
- Услуги компании сертифицированы (Сертификат качества ISO 9001:2000)



# Благодарим за внимание

105064, г. Москва,  
ул. Земляной Вал, 34А, стр.1  
тел. +7 495 917 73 30  
<http://www.sigmamatrix.ru>