

## Создание 3D модели города Красноярск, как часть картографического обеспечения градостроительного планирования и управления имущественным комплексом

А. В. Войтенко, И. С. Кошечкин  
АО «Кадастръёмка», Иркутск, Россия

В целях актуализации картографической информации на территорию г. Красноярск в период с осени 2013 по весну 2015 были выполнены работы, по созданию цифровых ортофотопланов территорию г. Красноярск масштаба 1:500, созданы цифровые топографические планы масштаба 1:2000, на основе векторной трехмерной модели города построены «истинные»-цифровые ортофотопланы (TrueOrtho) масштаба 1:500, а также создана векторная трехмерная фотореалистичная модель города Красноярск. Данная работа была выполнена с целью создания актуальной, единой, высокоточной, картографической основы, необходимой для разработки нового генерального плана города Красноярск, который в 2019 году станет столицей проведения 29-ой Всемирной зимней Универсиады.

Красноярск — российский город с населением более одного миллиона людей, крупнейший культурный, экономический, промышленный и образовательный центр Центральной и Восточной Сибири. Общая площадь города составляет 353,9 кв. км. Высота над уровнем моря — 287 метров. Рельеф города и окрестностей разнообразен. В Красноярске преобладает 5-9 этажная застройка.

Первым этапом работ была создана единая на весь город, однородная по точности геодезическая основа, в количестве 452-ух пунктов (на основе пунктов сети триангуляции, высотной основы и пунктов городской полигонометрии). Созданная опорная геодезическая сеть позволяет использовать её пункты в качестве исходных при производстве геодезических работ как классическими методами - с применением электронных тахеометров, так и с применением ГЛОНАСС/GPS – технологий.

Вторым этапом для получения цифровой картографической основы была произведена цифровая аэрофотосъёмка и воздушное лазерное сканирование. Воздушное лазерное скани-

рование проводилось комплексом оборудования Leica ALS60. Одновременно проводилась цифровая аэрофотосъёмка камерой RCD30. Площадь съёмки составила 633.59 кв.км.

Параметры лазерной съёмки:

Скорость полёта: 150 км/ч

Высота съёмки: 550-600 м

Угол сканирования, частота сканирования: 56°, 120000 Гц

Средняя плотность точек на 1 кв.м поверхности: 30 точек

Средняя плотность точек на 1 кв.м поверхности рельефа: ~ 5 точек

Точность определения планового положения точек: 0,09 см

Точность сканирования по высоте: 0,07 см

Поперечное перекрытие проходов лазерного сканирования: 35%

Основные технические характеристики цифровой аэрофотокамеры и съёмки:

Высота съёмки: 550-600 м

Размер кадра: 8956px\*6708px

Фокусное расстояние объектива: 52мм

Размер пикселя камеры: 6 µm

Интервал съёмки: 4,8 сек.

Калибровка: камера RCD30 имеет данные фотограмметрической калибровки

Средний размер пикселя на местности (GSD): 0.068м

Общее количество кадров: 32559

Продольное перекрытие снимков: 80%

Поперечное перекрытие снимков: 70%

Третьим этапом работ созданы цифровые ортофотопланы (ЦОФП) в местной системе координат масштабом 1:500 с разрешением на местности 6 см, с использованием программных продуктов TerraSolid и PHOTOMOD. TerraSolid был необходим для расчета параметров внешнего ориентирования снимков и классификации точек лазерного отражения, PHOTOMOD для коррекции порезов, выравнивания цветовой гаммы и построения цифровых ортофото-

планов. Площадь ЦОФП 382 квадратных километров.

Четвертым этапом была создана цифровая картографическая основа. Создание цифровых топографических планов масштаба 1:2 000 с сечением рельефа 1 м было выполнено по цифровым ортофотопланам масштаба 1:500 и точкам лазерных отражений, в качестве дополнительного картографического материала использовались данные полевого дешифрирования. Для полевого дешифрирования была применена технология фото-фиксации, которая выполнена 8-ью одновременно работающими фотокамерами, направленными в разные стороны. Технология фото-фиксации также может быть использована для мониторинга территорий, состояния местности, в том числе: дорожных сооружений, дорожных знаков, паспортизации автомобильных дорог и других целей. (рис.1).



Рис. 1

Последний этап заключался в построении трехмерной модели городской застройки. Трехмерные модели местности – относительно новый продукт на российском рынке. С развитием техники и технологий, а также понимания потенциала использования трехмерных моделей местности они все больше становятся востребованными у потенциальных пользователей. К каждой модели предъявляются свои требования. Кому-то достаточно «поверхностной» модели, кому-то необходима пообъектовая модель. Где-то необходимо показать только объемные здания, где-то добавить другие элементы содержания. Кому-то достаточно про-

сто представить строения блоками (LOD 1), кому-то требуется детальная архитектурная модель с внутренним интерьером (LOD 4). Соответственно к точности модели тоже предъявляются разные требования. В зависимости от характеристик трехмерной модели, способа ее дальнейшей эксплуатации и возможностей заказчика, выбирается та или иная технология создания самой трехмерной модели.

В данном случае трехмерная модель города должна была удовлетворять следующим условиям:

- масштаб модели 1:500;
- система координат МСК №2, Балтийская система высот;
- модель содержит следующие элементы: рельеф, строения, древесная растительность;
- строения отображаются - текстуры, реальная кровля (LOD 2) ;

- передача в номенклатурных листах размером 1\*1 км в ПО Microstation;
- общая площадь 265 кв.км.

На основе данных воздушного лазерного сканирования после проведения классификации точек лазерных отражений был получен рельеф подстилающей поверхности. Строения были получены в результате проекции поверхности крыш зданий, отвекторизованных в стерео режиме в системе PHOTOMOD, на поверхность рельефа. Фасады домов уточнялись с помощью векторизации данных лазерного сканирования. RPC-модели деревьев выстраивались и масштабировались автоматически по форме облаков точек лазерного сканирования класса

«деревья». Размеры векторных деревьев соответствуют размерам реальных деревьев. Далее модель была текстурирована в автоматическом режиме по данным аэрофотосъемки. (рис. 2). Также трехмерная модель была использована для построения на своей основе «истинных»

ортофотопланов (TrueOrto), на которых основания и высотные части объектов смещены на свое истинное плановое положение, устранены «завалы» зданий и мертвые зоны. Разрешение TrueOrto на местности составило 6 см (рис. 3)



Рис. 2.1



Рис. 2.2



Рис. 3