

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ 3D КАДАСТРА В РОССИИ

С.Г. Герасимова (НПК «Йена Инструмент»)

В 1996 г. окончила географический факультет по специальности «физико-географ, ландшафтовед», а в 2009 г. — факультет журналистики по специальности «деловая журналистика» Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Работала в институте «Гипрогор», компаниях «Геокосмос» и «Алхимик Стрэтеджи». С 2012 г. работает в НПК «Йена Инструмент», в настоящее время — руководитель отдела маркетинга.

М.Б. Ибрагимов (НПК «Йена Инструмент»)

В 1997 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «морская геодезия». После окончания университета работал в НПП «Геокосмос». С 2012 г. работает в НПК «Йена Инструмент», в настоящее время — заместитель директора по развитию.

М.В. Петров (НПК «Йена Инструмент»)

В 1998 г. окончил географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности «географ-картограф». Работал в компании AEROMETRIX (Австралия), затем в компании «Геокосмос». С 2011 г. работает в НПК «Йена Инструмент», в настоящее время — директор по производству.

В настоящее время в Российской Федерации, да и в большинстве стран мира, кадастр объектов недвижимости ведется в плоском, двухмерном виде. Местоположение земельных участков фиксируется внесением в кадастр значений прямоугольных координат точек поворота границ участков. Это обеспечивает точную привязку участков на местности, учет их площади, конфигурации и положения относительно соседних участков. Однако у такого метода есть ряд недостатков. Он не позволяет учитывать многоуровневые объекты: дорожные развязки, мосты и туннели, здания нестандартной формы с нависающими этажами. Кроме того, действующая система учета объектов недвижимости не имеет возможности учитывать особенности рельефа, несомненно, оказывающие существенное влияние на оценку их кадастровой стоимости.

Уже не один год тема трехмерного (3D) кадастра обсуж-

дается во всем мире [1]. Трехмерное отображение поверхности земли и расположенных на ней объектов могло бы значительно расширить возможности кадастрового учета и механизмы обеспечения прав собственности, планирования и проектирования. В ряде стран, например, в Австралии, Нидерландах, Швеции, Греции, действующий кадастр имеет элементы трехмерного представления объектов недвижимости. Так, в Греции высотная составляющая при описании объектов применяется на территориях с плотной террасной застройкой, когда один объект недвижимости большей частью своей площади проецируется на крышу здания, расположенного ниже по склону. В Нидерландах для обозначения сооружений, расположенных под земной поверхностью, используют специальную систему кодов, при этом отметка о наличии подземных объектов ставится на уровне поверхности

участка. Но, по сути, полноценного трехмерного кадастра пока не существует ни в одном государстве.

В России в период с мая 2010 г. по июнь 2012 г. Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) и Агентством кадастра, регистрации земель и картографии Нидерландов был выполнен пилотный проект по созданию модели трехмерного кадастра недвижимости [2]. Как отмечается в [3], трехмерный кадастр позволяет предоставлять «более подробное описание объектов и прав на них, существующих ограничений и обременений в ситуации, когда интерес общества очень высок из-за значительной стоимости недвижимости в условиях плотной городской застройки».

Опираясь на опыт создания трехмерных элементов кадастров ряда европейских стран и учитывая, что в настоящее время при проектировании зданий

или сооружений (будущих объектов кадастрового учета) широко используются автоматизированные системы трехмерного проектирования, можно предположить, что базой для трехмерного кадастра будут трехмерные геоинформационные системы (ГИС). Первым этапом при их формировании должно стать создание трехмерных моделей местности.

Современный уровень развития технологий позволяет выполнить эту работу максимально оперативно. Рассмотрим два технологических решения, признанных эффективными для получения пространственной информации при моделировании реальных объектов, — аэрофотосъемку и мобильное лазерное сканирование.

▼ Аэрофотосъемка

«Сырыми» данными аэросъемочных работ являются плановые аэрофотоснимки, на основе которых в дальнейшем создают ортофотопланы. Трехмерные модели получают путем стереоскопической обработки ортофотопланов, по которым легко измерять реальную высоту любого объекта. Для представления стен зданий и вертикальных поверхностей традиционно используются данные наземной фотосъемки. Такой способ сбора информации весьма трудоемкий, так как сфотографировать все фасады зданий крайне затруднительно.

Производители аэросъемочной аппаратуры предлагают принципиально новое решение — «два в одном», когда плановая и перспективная (наклонная) аэросъемка выполняется одновременно. Это позволяет существенно экономить время и ресурсы заказчика работ. Уже несколько лет компания VisionMap (Израиль) предлагает цифровую аэрокамеру АЗ, способную с высокой производительностью одновременно



Рис. 1

Плановый цифровой аэрофотоснимок (предоставлен компанией Vexcel Imaging / a Microsoft Company)



Рис. 2

Цифровая модель местности, построенная по плановому аэрофотоснимку (предоставлена компанией Vexcel Imaging / a Microsoft Company)

проводить плановую и перспективную аэросъемку. Весной 2013 г. о создании цифровой аэросъемочной системы UltraCam Osprey для параллельного получения плановых и перспективных снимков объявила компания Vexcel Imaging (Австрия), подразделение корпорации Microsoft (рис. 1). Эта система, как и все оборудование под брендом UltraCam, позволяет получать цифровые фотоизображения высокой разрешающей способности (до 4 см на местности) и предназначена для работы в условиях городского ландшафта (рис. 2).

▼ Мобильное лазерное сканирование

Технологии лазерного сканирования уже достаточно прочно закрепились в современных инженерно-геодезических работах как высокоточный и эффективный метод сбора данных о пространственном положении объектов.

Лазерный сканер — это прибор, позволяющий выполнять с очень высокой частотой (до нескольких сотен тысяч измерений в секунду) измерения пространственных координат до объекта съемки и интенсивности отраженного от него излуче-

ния. В результате образуется значительный объем данных в виде «облаков точек», которые используются для построения пространственных цифровых моделей. Существующие лазерные сканеры подразделяют на наземные, устанавливаемые, как правило, на штативах, воздушные, размещаемые на различных типах летательных аппаратов, и мобильные, закрепляемые на подвижных устройствах (автомобилях, железнодорожных платформах, морских судах и т. п.). На наш взгляд, именно мобильные системы сканирования имеют большие перспективы для сбора данных при трехмерном моделировании городских территорий.

НПК «Йена Инструмент» использует современную мобильную систему лазерного сканирования LYNX Mobile Mapper M1 производства компании Ortech Inc. (Канада). Она представляет собой мобильный картографический комплекс, позволяющий выполнять сбор данных о

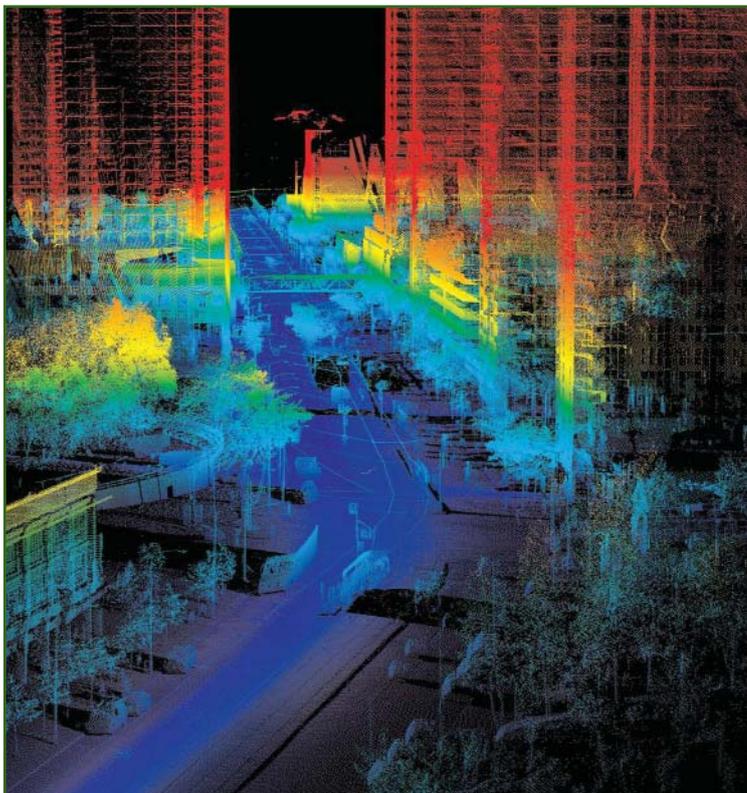


Рис. 4
«Облако точек» лазерных отражений, раскрашенное в зависимости от высоты объектов (предоставлено компанией Ortech Inc.)

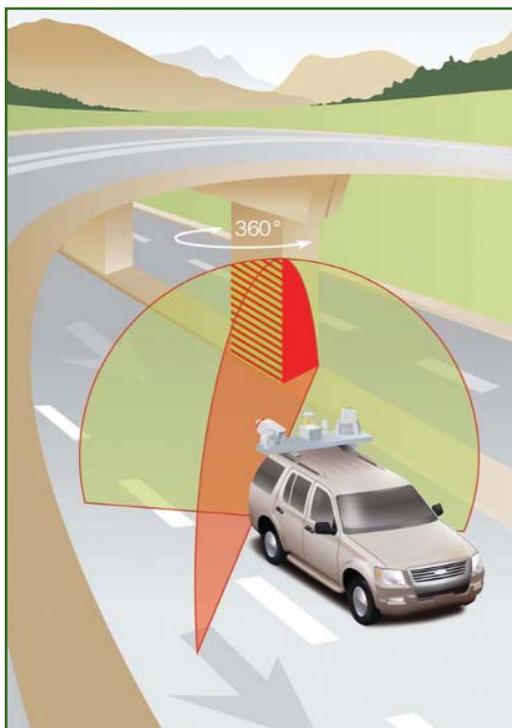


Рис. 3
Схема проведения мобильного лазерного сканирования

пространственном положении объектов, расположенных вдоль траектории движения транспортного средства. В процессе работы сканер за счет движения автомобиля и вращения в вертикальной плоскости зеркала измерительного блока проводит съемку прилегающей территории (рис. 3).

Система мобильного лазерного сканирования состоит из двух основных блоков: измерительного и навигационного. Первый сканирует объекты, а второй — благодаря наличию системы позиционирования, осуществляет привязку траектории движения сканера в глобальной пространственной системе координат. Приведем более подробное описание работы системы.

Дальномерный блок состоит из двух импульсных лазерных сканеров, работающих в режиме профилографа. Каждый ска-

нер измеряет расстояния до объекта по времени задержки сигнала, с частотой до 500 кГц при удаленности объекта съемки до 200 м. Общая частота системы составляет до 1 млн измерений в секунду. Вращающаяся с частотой 200 Гц призма отклоняет сканирующий луч в диапазоне от 0° до 360°. Одновременно с измерением расстояния регистрируется угол отклонения сканирующего луча. Измеренное расстояние и угол позволяют вычислить координаты точек объекта, образующих «облако точек», в системе координат сканера. Таким образом осуществляется развертка «облака точек» в направлении, поперечном движению. Продольная развертка происходит за счет движения вдоль снимаемого объекта транспортного средства, на котором установлена сканирующая система. Координатно-временную привязку по-

лученного «облака точек» обеспечивает система высокоточного позиционирования, состоящая из приемника ГНСС и инерциального блока. Приемник ГНСС определяет текущие координаты измерительного блока, обычно с частотой 1 Гц, а также точное время для синхронизации всех элементов системы.

При работе системы в штатном режиме (при отсутствии помех для приема спутниковых сигналов) средняя квадратическая погрешность пространственных координат составляет от 2 до 5 см, в зависимости от геометрического фактора (PDOP) и расстояния до базовой станции. При совместной постобработке данных всех подсистем мобильной сканирующей системы формируются «облака точек» вдоль траектории движения сканера в требуемой системе пространственных координат.

Кроме того, мобильный картографический комплекс LYNX Mobile Mapper M1 оснащен четырьмя цифровыми калиброванными фотокамерами, установленными на одной платформе со сканером. Камеры в автоматическом режиме и с заданной частотой (до 24 кадров в секунду) проводят фотосъемку. Их использование позволяет окрашивать точки лазерных отражений в истинные цвета, что существенно облегчает дешифрирование объектов по точкам, а также может быть использовано для «оживления» трехмерных моделей. Основным результатом работы мобильного картографического комплекса - лазерно-локационное изображение или «облако точек» лазерных отражений, которое, по сути, уже является трехмерной моделью объектов и окружающей их местности (рис. 4).

Три главных преимущества этой технологии — скорость, точность и детальность. Она позволяет получать трехмерные

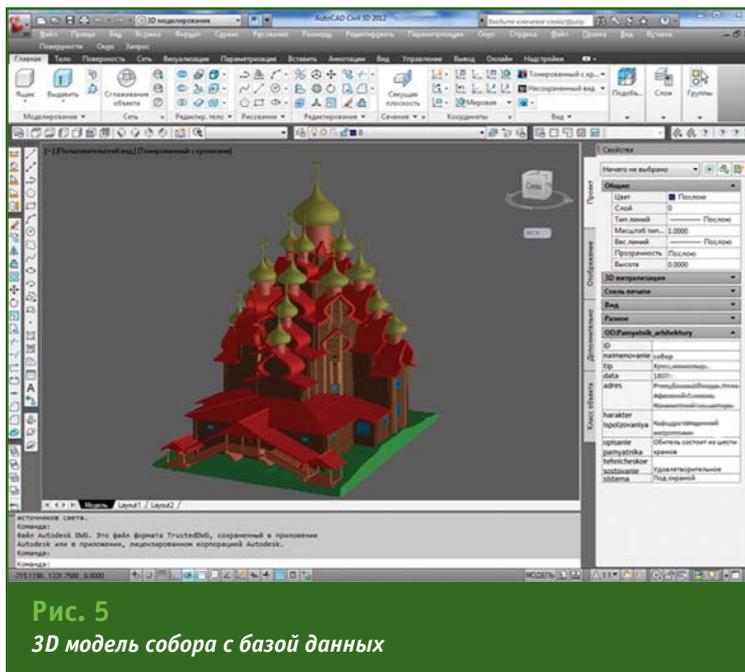


Рис. 5
3D модель собора с базой данных

модели в день съемки, при этом плотность точек лазерных отражений составляет не менее 400 на 1 м².

Теперь вернемся к вопросу создания 3D кадастра. Обе описанные технологии пригодны для создания трехмерной реальности. Первая — идеально подходит для высокоточного моделирования больших по площади территорий, вторая — эффективна при высокой плотности застройки и необходимости получения точной трехмерной модели с предельной погрешностью расчетов до 2 см. На основе полученных трехмерных моделей и современных ГИС становится возможным создание геоинформационных проектов, которые не только позволяют отобразить различную информацию об объектах: их название, назначение, кадастровый или условный номер, адрес, фактические внешние размеры, этажность, материал постройки, форму собственности, вид права и его ограничения и пр., но и обеспечивают полноценную визуализацию и пространственный анализ (рис. 5). Кроме того, их можно будет использовать для решения широкого спектра за-

дач, связанных с анализом явлений и событий, прогнозированием их вероятных последствий, планированием стратегических решений.

▼ Список литературы

1. Tor Valstad. World of 3d Cadastre // Материалы конференции «Геодезические изыскания, как ключ к ускоренному развитию», организованной Международной Федерацией Геодезистов (FIG). Эйлат (Израиль), 2009 г.
2. Создание модели трехмерного кадастра недвижимости в России. G2G10/RF/9/1. Заключительный отчет. — <http://rosreestr.ru>.
3. Российско-нидерландский проект «Создание модели трехмерного кадастра объектов недвижимости в России» // Вестник Росреестра. — 2012. — № 3(13). — С. 74–76.

RESUME

The advantages of the three-dimensional cadastre together with the experience of its creation in foreign countries are marked. Capabilities of the special data online acquisition for various terrain objects are given by the example of 3D model creation based on aerial photosurveying and mobile laser scanning. These models can be used for not only cadastre development but also a wide range of applications.