

# DATUGRAM3D — ПРОГРАММА ДЛЯ ТОЧНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Р.А. Ягудин («Датумэйт»)

В 1999 г. окончил Московский государственный университет коммерции по специальности «менеджмент». С 2000 г. работал в ООО «Нефтегазовая компания «ИТЕРА», с 2006 г. — в Энергетическом концерне ОАО «Э.ОН Россия». С 2013 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Датумэйт».

Компания Datumate (Израиль) разработала программное обеспечение (ПО) DatuGram3D, позволяющее с помощью обычной цифровой фотокамеры выполнять геодезические измерения. В ее основе лежат принципы наземной фотограмметрии. Программа позволяет создавать трехмерные модели объектов и получать координаты отдельных точек с предельной погрешностью до 2 см (см. Геопрофи. — 2014. — № 4. — С. 46–49).

Подробнее остановимся на использовании программы DatuGram3D. Непосредственно в районе работ исполнитель выполняет съемку местности или объекта цифровой фотокамерой (желательно с разрешением не менее 18 Мпикселей). Фотосъемка должна проводиться под различными углами к снимаемому объекту. С помощью тахеометра определяются пространственные координаты нескольких характерных точек объекта, которые будут выполнять роль опорных точек при обработке результатов фотосъемки в ПО DatuGram3D. Для построения модели каждая опорная точка должна присутствовать, как минимум, на трех разных изображениях, сделанных под разными углами. Чем больше опорных точек будет определено, тем более высокая точность измерений будет достигнута впоследствии.

Необходимо отметить, что в ПО DatuGram3D используются

алгоритмы обработки, осуществляющие автоматическую привязку полученных изображений в зоне обследования. В построенной программой модели исполнитель работ может получить координаты любой точки на объекте в той же системе координат, что и опорные точки. Таким образом, программное обеспечение превращает компьютер в средство для измерений и делает работу нагляднее, быстрее и легче, а главное, позволяет найти все ошибки, которые могли быть сделаны в полевых условиях.

Рассмотрим некоторые примеры и оценим время, необходимое на создание различной продукции, включая полевые работы по фотографированию и определению координат опорных точек и камеральную обработку в программе DatuGram3D.

## ▼ Съемка перекрестка

Этот пример выбран в связи с тем, что перекрыть движение на перекрестке обычно бывает затруднительно, а интенсивность движения транспортных средств при классическом способе съемки не всегда позволяет установить вежу в нужном месте для проведения измерений на нее.

В данном случае использовался фотоаппарат с разрешением 20 Мпикселей, вежа, на которой он крепился (фотоаппарат можно поднять на высоту до 6 м, значительно увеличив угол обзора), и безотражательный тахеометр для получения опорных точек на местности.

Процесс работы в ПО DatuGram3D делится на 6 несложных этапов, которые не требуют наличия специальных знаний, а обучение работе в

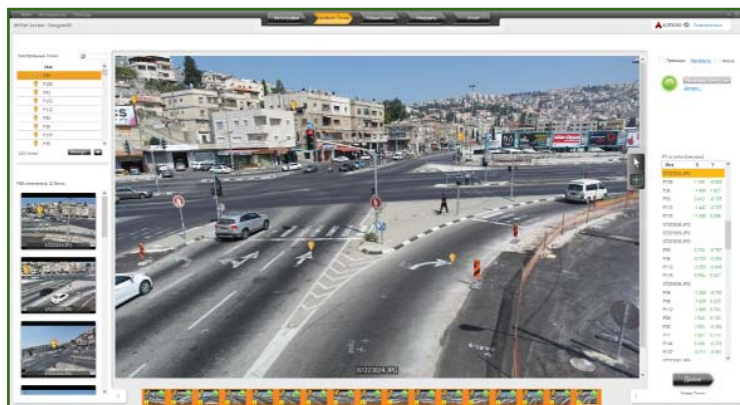
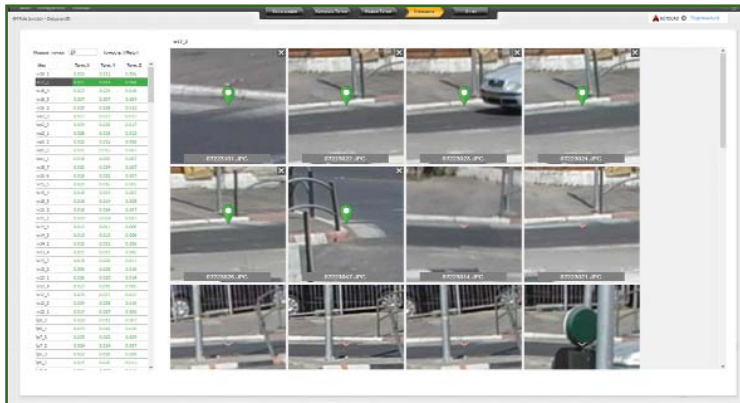


Рис. 1

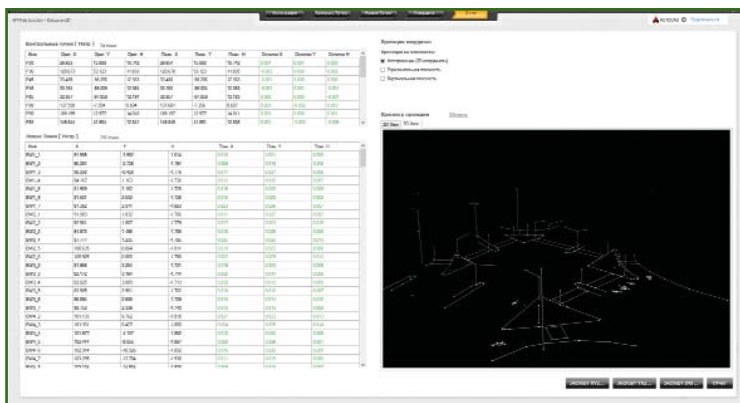
Рабочее окно программы с опорными точками (отмечены оранжевым цветом)



**Рис. 2**  
Рабочее окно программы с точками (отмечены зеленым цветом) элементов ситуации в системе координат объекта



**Рис. 3**  
Проверка точности координат контуров в ПО DatuGram3D



**Рис. 4**  
Трехмерный вид перекрестка с координатами всех точек (файл в формате DXF)

программе может занять не более 3 часов.

Первый этап подразумевает калибровку фотокамеры, с помощью которой будет проводиться съемка интересующего объекта. Для этого в программу

загружаются три снимка тест-объекта (шахматной доски формата А0) и программа сама вычисляет центральную точку, фокусное расстояние и радиальные искажения объектива. Данный процесс носит одноразовый

характер, и в последующем программа автоматически выбирает данные калибровки из перечня откалиброванных фотокамер.

На втором этапе в программу загружаются все полученные фотоснимки.

Третий этап начинается с загрузки в программу файла с результатами измерений тахеометром в формате TXT, вычисления координат опорных точек и их просмотра на экране компьютера (отмечены оранжевым цветом на рис. 1). В данном случае для построения модели было использовано около 20 опорных точек.

На четвертом этапе в рабочем окне программы отрисовываются интересующие нас контуры ситуации на перекрестке, и программа автоматически вычисляет координаты этих точек каждого контура (точки зеленого цвета на рис. 2). Все элементы ситуации отрисовываются прямо по фотоизображениям, благодаря чему ускоряется процесс работы, и выявляются возможные пропуски и ошибки, сделанные при измерениях на объекте.

На пятом этапе проверяется точность полученных координат контуров (рис. 3).

После проверки координат контуров и устранения выявленных ошибок переходят к последнему этапу — получению 3D изображения объекта. Выполняется экспорт всех отрисованных элементов в формат DXF, и автоматически создается трехмерная модель объекта. При необходимости можно экспортировать файл в формате TXT с координатами всех точек (рис. 4).

В итоге на создание 3D модели перекрестка с помощью 20 опорных точек, полученных с одной точки стояния тахеометра, потребовалось 4,5 часа: 1,5 часа заняли измерения на объекте и 3 часа — камеральная обработка.

▼ **Съемка участка автодороги**

Проблема съемки дорожного полотна при интенсивном движении возникает не только на перекрестках. Испытания программы DatuGram3D были проведены на участке автодороги Малого московского кольца протяженностью 500 м. Основным отличием от предыдущего метода ведения работ стало использование для фотосъемки квадрокоптера DJI Phantom 2 с камерой Nikon S6500 с разрешением 16 Мпикселей. В результате обработки данных в ПО DatuGram3D была создана трехмерная модель участка дороги.

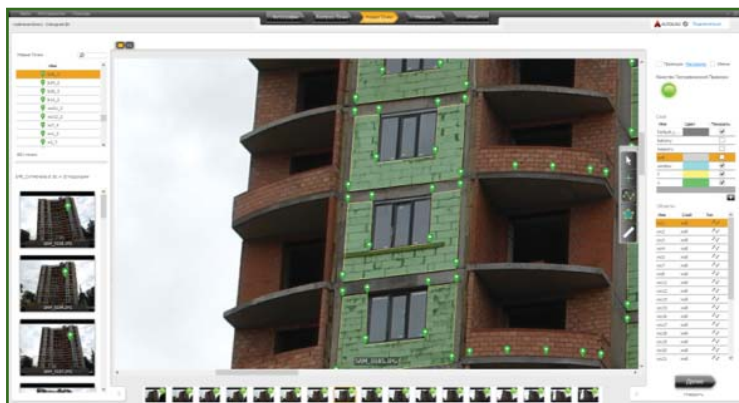
Таким образом, потребовалось 1,5 часа на аэрофотосъемку с квадрокоптера и 6 часов — на камеральную обработку в ПО DatuGram3D.

▼ **Съемка фасада высотного здания**

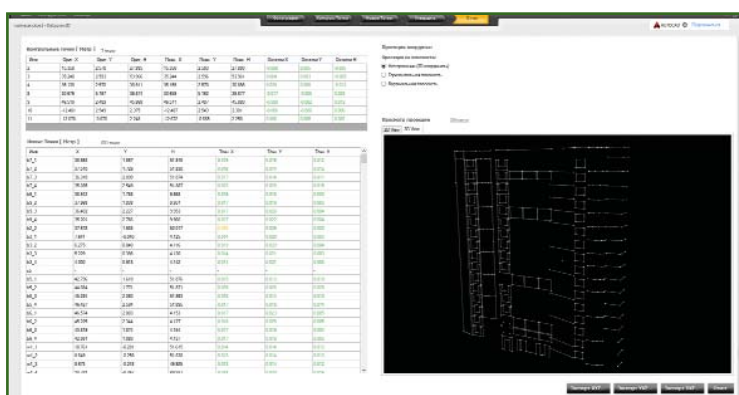
В настоящее время при строительстве зданий широкое применение находят вентилируемые фасады. Изготовление и монтаж данных конструкций требует информации о точных геометрических размерах фасада построенного здания.

Благодаря своей наглядности программа DatuGram3D очень удобна для определения геометрических параметров фасадов. Рассмотрим данный вид съемки на конкретном примере. В качестве опорных точек на фасаде были определены координаты 5 точек с помощью безотражательного тахеометра.

С поверхности земли, со стороны фасада, было сделано 26 фотографий цифровой камерой с разрешением 20 Мпикселей. После загрузки снимков в ПО DatuGram3D визуально можно заметить мелкие несоответствия фасада проекту. После ввода координат опорных точек программа автоматически преобразовывает изображение каждого снимка в единую систему координат и позволяет выполнить измерения, получить количествен-



**Рис. 5**  
Изображение фасада в ПО DatuGram3D в единой системе координат



**Рис. 6**  
Трехмерная модель фасада и экспорт данных в формат DXF

ную оценку качества возведенного фасада здания и по фотографиям подготовить точный чертеж для дальнейшего проектирования отдельных панелей вентилируемого фасада (рис. 5).

После обработки всех снимков программа в автоматическом режиме строит трехмерную цифровую модель фасада (рис. 6).

На создание трехмерной модели фасада здания ушло: 1 час — на съемку фасада здания на местности и 4–5 часов — на камеральную обработку в офисе.

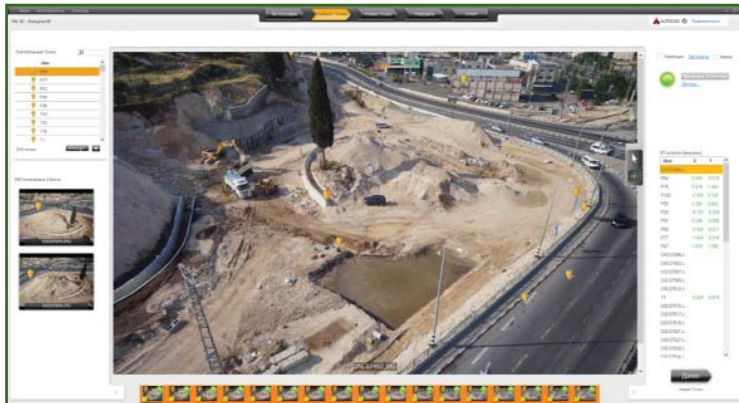
▼ **Подсчет объема щебня**

В последней версии программы DatuGram3D появилась новая функция обмера и подсчета объемов насыпей.

Рассмотрим последовательность определения объема насыпи щебня с помощью данного ПО на одном из объектов строи-

тельства автомобильной дороги (рис. 7). Для получения фотографий насыпи щебня был применен гексакоптер DJI S800 и фотокамера Sony Alpha с разрешением 24 Мпикселя. Стоит отметить, что для построения единой цифровой модели насыпи опорные точки (показаны желтым цветом на рис. 7) были взяты не на самой насыпи, а на твердых контурах, расположенных на определенном расстоянии от границ щебня. Это позволит при последующей инвентаризации объемов щебня не определять координаты опорных точек тахеометром, а провести только фотосъемку и выполнить привязку новых фотографий к имеющимся опорным точкам.

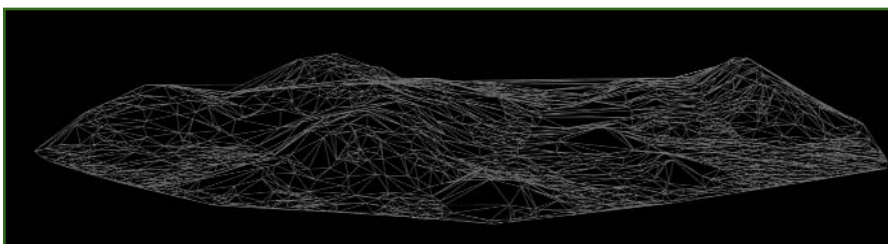
После ввода координат опорных точек и снимков в ПО DatuGram3D проводилась автоматическая привязка изображе-



**Рис. 7**  
Расположение насыпи щебня и опорных точек на строительной площадке



**Рис. 8**  
Область для подсчета объема щебня (показана желтым цветом)



**Рис. 9**  
Трехмерная модель насыпи щебня, построенная в ПО DatuGram3D

ний к единой системе координат опорных точек. Используя инструменты новой функции ПО DatuGram3D для подсчета объемов насыпей, необходимо просто указать интересующую область и она отобразится на экране компьютера (рис. 8).

После того как область выбрана, программа автоматически находит характерные точки изменения рельефа и строит трехмерную модель (рис. 9), по которой вычисляется объем щебня.

На создание детального чертежа насыпи классическим методом необходимо потратить 2 дня на полевые работы и 1,5 дня — на обработку результатов в офисе. Фактическое время пребывания в поле, при использовании предлагаемой методики съемки, составило 1 час. За это время были измерены координаты 16 опорных точек с одной станции тахеометра, сделаны 33 фотографии с помощью гексакоптера DJI S800 и установлен-

ной на нем камеры Sony Alpha с фиксированным фокусным расстоянием объектива 16 мм. Время обработки в офисе составило примерно 4 часа. Таким образом, общее время, затраченное на данный объект, составило 5 часов, что значительно отличается от времени, необходимого при использовании классического метода.

Приведенные примеры показывают, что программа DatuGram3D является удобным и эффективным средством для оптимизации геодезических измерений, помогает сэкономить время работ в полевых условиях и визуализировать обработку результатов измерений в офисе, при этом не требует выполнения сложного алгоритма действий. Применение данной программы позволяет предложить на рынке геодезических услуг конкурентоспособную технологию.

Приглашаем посетить стенд компании «Датумэйт» № В153 на выставке GeoForm, которая пройдет с 14 по 16 октября 2014 г. в Москве, на ВДНХ, в павильоне № 75.

#### RESUME

Capabilities together with the operation sequence are considered for the DatuGram3D program used for creating the following 3D models. It is noted that the program high performance compared with traditional methods as well as the ease of its mastering provide for competitive technology at the market of geodetic services.



000 «Датумэйт» — представитель компании Datumate Ltd. в РФ  
109382, Москва,  
ул. Люблинская, 141  
Тел: (495) 983-10-87,  
(916) 757-97-74  
E-mail: yagudin@datumate.com  
Интернет: www.datumate.com