

ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В ГРЕЦИИ

С.А. Миронов («Современные геотехнологии»)

В 1982 г. окончил МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». Работал на изысканиях железных дорог, занимался высокоточной триангуляцией и трилатерацией будучи научным сотрудником института Физики Земли АН СССР. Руководил геодезическим подразделением Института вулканологии на Камчатке. Участвовал в проекте реконструкции сети ГГС Москвы, установке самого северного на Евразийском континенте пункта непрерывных GPS-наблюдений в Тикси (проект RUSEG), а также в создании станции мировой сети ITRF в Якутске. В настоящее время — генеральный директор компании «Современные геотехнологии».

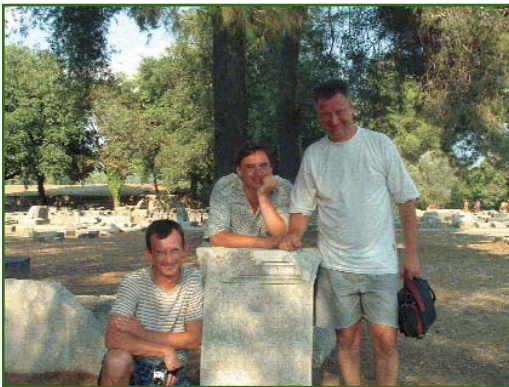


Рис. 1
Участники проекта

В августе 2003 г. специалисты компании «MGT Современные геотехнологии» (рис. 1) выполняли геодезические работы на территории Греции в окрестностях г. Патры.

Цель работы состояла в выборе и определении координат опорных точек для космических снимков спутников QuickBird и IKONOS. Снимки были предоставлены компанией «Совин-

формспутник», которой и принадлежала инициатива нашего участия в данном проекте.

Работы проводились на территории, прилегающей к побережью Патрского и Коринфского заливов Ионического моря (рис. 2). Максимальная дальность взаимного расположения опорных точек составляла до 100 км. Диапазон высот от уровня моря доходил до 1200 м. Рельеф местности варьировался от равнинного до горного.

Получение координат опорных точек с точностью менее дециметра, конечно, не бином Ньютона, но нам, как советским (ныне российским) специалистам, свойственно перманентное чувство борьбы с трудностями, без которого все цивилизованное человечество еще как-то обходится.

Если кому-то предстоит по служебной необходимости проходить российские таможенные посты с приемниками GPS, подлежащими временному вывозу, нужно знать, что эта процедура рассчитана на полгода с обязательной проверкой приемников в Комитете по военно-технической политике Генерального штаба ВС РФ и предоставлением их 30% залоговой стоимости на таможене вылета. Опыт преодоления этого рубежа — не тема данной статьи, и для граждан, ощущающих себя «здоровыми»

субъектами «правового» государства, без ущерба этим свойствам, таможенный барьер подчас непреодолим.

На организацию выезда нам было предоставлено чуть больше недели, а на определение координат 150 опорных точек с их опознаванием — две недели.

Известно, что по правилам современных телешоу, сложности для участников викторины увеличиваются по мере их успешного решения. Перед началом работ выяснились некоторые особенности местных условий:

— температура воздуха в тени, где работа с приемниками GPS не предусматривалась, составляла около +49°C;

— заказчик не имел представления ни о наличии геодезических пунктов, ни, тем более, о существовании каталога их координат;

— на наше время пребывания пришлось неделя священных православных торжеств, в течение которых работать единоверцам большой грех;

— в обычные будние дни греки работают с 7 до 11 часов утра и после захода солнца;

— греческий шрифт на топографических картах — исключительный и наполовину состоит из знакомых букв, но в нашем случае использовалась другая половина;

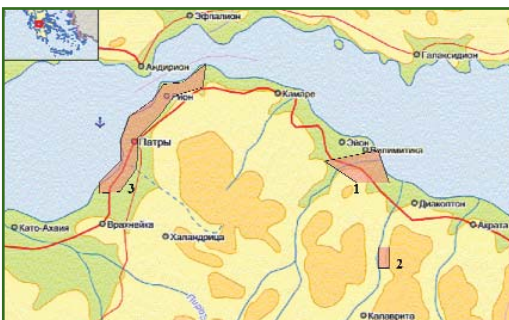


Рис. 2
Район работ

— до многих опорных точек, расположенных в горах, нельзя было проехать даже на джипе, причем понятие «джип» у нас и заказчика сильно различалось;

— заказчик не рассчитывал на доставку нас к опорным точкам с помощью вертолета, а наличие змей, скорпионов, а также сильная жара и условия медицинской страховки удерживали от характерного советского энтузиазма пеших переходов;

— элементы разметки на скоростных магистралях, легко опознаваемые по контрасту изображения, являются надежными опорными точками (рис. 3); однако на этих магистралях нет обочин, а места парковки автомобилей расположены через 50 км;

— земли в Греции, что характерно, частные, и то, что на космическом снимке выглядит общественным и легкодоступным, на деле оказывается недоступным.

В довершение всего, Патры — один из крупнейших городов Греции, с узкими одноликовыми улочками, на которых не разглядишь неба, оказался покрыт космическими снимками ровно на треть.

Эта задачка оказалась наиболее интересной из вышеприведенного списка. В городе, где все кварталы одинаковые, подобно сотам в улье, а видимость неба ограничена, намерение выбрать опорные точки без снимков и определить их координаты — равноценно первенству по глупости.

Ранее нам приходилось работать с различными типами спутниковых геодезических приемников. Их бессилие при срыве сигнала в городских условиях заставляло вести наблюдения несколько часов. Работая в Патрах, мы в очередной раз убедились в правильности выбора нашим предприятием спутниковых приемников Topcon. Неизгладимо впечатле-

ние от вида капли пота, с шипением скатывающейся с корпуса устойчиво работающего приемника, пригретого ласковым южным солнцем. Насчет предельной температуры +50°C производители обманывают — при такой температуре корпуса антенны ожогов на пальцах не остается.

Что касается точности спутниковых измерений, то здесь она составила менее дециметра. Такая точность определения координат явилась следствием опыта исполнителей, заключавшегося в правильном выборе проектного положения опорных точек, обеспечившем максимальный «захват» небесной



Рис. 3
Фрагмент разметки на скоростной магистрали

сферы. Расхождения координат контрольных точек при повторных измерениях не превышали нескольких сантиметров.



Группа компаний «Современные геотехнологии» была образована в 2002 г. специалистами, имеющими более чем двадцатилетний опыт топографо-геодезических и фотограмметрических работ. В настоящее время — это научно-производственное объединение таких компаний, как «Стройгруп», «ГЕОКОМ», Ярославский земельный центр и ряда малых региональных предприятий. Численность — 50 специалистов.

Собственный парк оборудования включает приемники GPS/ГЛОНАСС, аэрофотоаппараты, электронные тахеометры, фотограмметрические, геоинформационные, картоиздательские системы. Технологический парк позволяет выполнять полный комплекс работ от аэрофотосъемки и полевых измерений до подготовки к изданию топографических карт масштабов 1:200–1:200 000. Для подготовки кадастровой документации разработаны собственные ГИС-приложения, имеющие обменные форматы со всеми известными ГИС.

«Современные геотехнологии» выступают поставщиком GPS/ГЛОНАСС-оборудования и технологий компаний Topcon Positioning Systems (Япония) и Javad Navigation Systems (США).

Помимо решения производственных задач предприятие проводит обучение и осуществляет поддержку пользователей оборудования данных производителей.

За время существования компанией были выполнены следующие проекты:

- паспортизация федеральных ЛЭП Ямала;
- GPS-измерения пунктов ФАГС Тюменской области;
- съемка аэронавигационных ориентиров по нормативам ИКАО аэродромов Внуково и Рожино;
- трехмерное моделирование рельефа для проектов коттеджной застройки компании «Донстрой»;
- съемка и подготовка кадастровой документации на трубопроводах и объектах их инфраструктуры для Лентрансгаз, Мострансгаз и РАО «Газпром» в Московской, Смоленской и Ростовской областях;
- создание ГИС и съемки объектов Мосэнерго и Ярэнерго;
- создание и реализация автоматизированной ГИС-инвентаризации захоронений кладбищ Москвы;
- планово-высотное обоснование космических и аэрофотосъемочных работ в Греции и городах России (Санкт-Петербург, Ханты-Мансийск, Тюмень, Казань, Смоленск).

Предприятием ведутся прикладные разработки по созданию специализированных приложений в области ГИС и фотограмметрии, по передаче дифференциальных поправок GPS с помощью Интернет.

107258, Москва, ул. 1-я Бухвостова, 12/11, корп. 17, ВОЦ, офис 8
Тел: (095) 748-78-34, факс: (095) 962-62-30
E-mail: sergey-mironov@newmail.ru

Для последующего определения местоположения точек, выбранных «вслепую», т. е. без снимков, ежесекундно записывался кинематический трек при перемещении по улицам.

При обработке городского трека использовался математический аппарат активного шумоподавления сигнала, отраженного от стен зданий. Полученные разрозненные участки, на которых было видно не менее четырех спутников, имели решения на уровне точности координат до сантиметра. Экранированные участки решений не имели. Судя по характеру решенных треков, приемники восстанавливали рабочий захват созвездия спутников со скоростью смены азимута движения в городском потоке. В Москве, получив недостающие снимки, все опорные точки, выбранные «вслепую», были опознаны благодаря обработанным трекам перемещения по улицам.

Реализация картографической системы координат при отсутствии исходных каталогов была решена следующим образом. Все измерения велись от временной локальной базовой станции, которая была организована на крыше нашего отеля и непрерывно работала в течение десяти суток. Файлы суточных измерений были направлены в Скриппсовский центр обработки данных и точных орбит (SOPAC) Калифорнийского уни-

верситета (Сан-Диего, США). Службой SCOUT были обработаны вектора привязки нашей базы (VASILIS) от ближайших пунктов сети ITRF в Матере (MATE), Бухаресте (BUCU) и Стамбуле (ISTA). Максимальная дальность составила 760 км (BUCU), а минимальная — 526 км (MATE). Точность полученных координат базовой станции составила несколько сантиметров в системе ITRF 2000. Данная точность позволила осуществить переход в топоцентрическую систему координат UTM без использования данных наземных геодезических пунктов.

Координирование опорных точек на других объектах вне города не вызвало особых проблем. Для этого применялся режим измерений Stop-and-Go с контрольными точками. Контроль точности осуществлялся по сходимости расстояния смежных точек из обратной геодезической задачи и линейного промера на местности. Несколько выборочных точек были измерены повторно в течение следующих дней. Применение данной технологии работ и программного обеспечения Pinnacle для постобработки позволило добиться точности координирования 2–3 см за 10–15 минут при удалении от базы до 30 км.

При работе на скоростной магистрали в условиях горного ущелья, где осложнена остановка автомобиля даже на короткое время, был применен метод кинематики с посекундной записью трека. Автомобиль, оснащенный приемником Hiрег и антенной Marant, перемещался со скоростью 60 км/ч на расстоянии 0,5 м от обочины. Движение в обоих направлениях позволило описать точную конфигурацию горного серпантина (рис. 4) длиной 30 км за 1 час. Повторные измерения трека в последующие дни позволили

получить совпадения отметок одноименных точек трека, равные 5–6 см. В результате, вместо нескольких опорных точек для трансформирования снимков был предложен трек, состоящий из более 7000 точек.

Следует отметить, что ориентирование на местности и навигация на проектные опорные точки также были осуществлены с использованием формата передачи сообщений GPS — NMEA и навигационных программ, отображающих текущее «перемещение» по космическим снимкам в режиме реального времени.

Материалы снимков QuickBird и IKONOS оказались весьма неплохими для составления планов масштаба 1:5000. Реальная точность опознавания опорных точек по ним составила меньше метра. Сантиметровая точность GPS-определений при этом — явный запас прочности.

Надо отдать должное специалистам компании «Совинформспутник», чей организаторский талант подготовки подобных проектов позволил нашей команде проявить профессиональные качества с помощью высокопроизводительного и надежного GPS-оборудования Topcon.

RESUME

Organization of geodesic works at option of supporting points for transformation of space pictures made from satellites Quick Bird and IKONOS and their coordinates on the territory adjacent to Partic and Corinthian bays of Ionic sea coasts determination carrying out by experts of MGT Modern Geotechnologies company is described. The results of chosen points on city territory or federal roads coordinates determination assisted by Topcon company satellite equipment in conditions of GPS satellites under condition of restricted visibility and +50 degree Celsius are given.

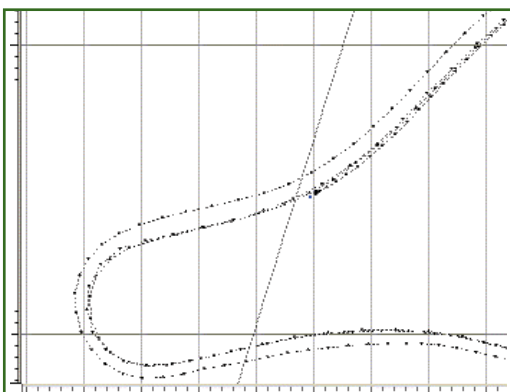


Рис. 4
Результаты измерений горного серпантина