

ОСОБЕННОСТИ ТРЕХМЕРНОЙ СЪЕМКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТУНДРЕ

Л.И. Авельцев (ГУП «Земкадастр», Архангельск)

В 1982 г. окончил МИИГАиК. После окончания института работал на Предприятии № 2 ГУГК (Хабаровск), с 1986 г. — на предприятии «СевЗапАэрогеодезия» ГУГК (Санкт-Петербург), с 1989 г. — в «Агропромдорстрой» (Архангельск), с 1993 г. — в Архангельском ТИСИЗ, с 1996 г. — в Облкомзем (Архангельск). С 1998 г. работает в ГУП «Земкадастр», в настоящее время — заместитель директора, начальник отдела кадастровых и геоинформационных технологий.

С.А. Миронов (Группа компаний «Геотехнологии»)

В 1982 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 1980 г. работал в ОИФЗ им. О.Ю. Шмидта, с 1982 г. — в Мосгипротранс, с 1986 г. — в Институте вулканологии, с 1995 г. — в НИЦ «Геодинамика». С 1996 г. по 2000 г. участвовал в создании сегмента непрерывного GPS-мониторинга NEDA в рамках проекта Колумбийского Университета (США). С 2002 г. выполнял различные геоинформационные проекты в Греции, Испании, Латвии и России. В настоящее время — менеджер разработки и внедрения перспективных технологий Группы компаний «Геотехнологии».

М.С. Миронов (МИИГАиК)

С 2005 г. по настоящее время — студент геодезического факультета МИИГАиК.

Во времена, предшествующие нынешнему бурному технологическому расцвету, все беды России выражались классиком в 2D-форме, двумя высказываниями, первое из которых — наши «умопомрачительные» дороги. Прогресс последнего столетия в наступившем XXI веке расширил и углубил рельефность вышеуказанных бед, так что теперь без 3D-визуализации пафос обоих бессмертных бед не столь фундаментально масштабен.

Способен ли вес трехмерных технологий снизить влияние вышеупомянутых двухмерных на неуклонное поползновение населения ко всяческому процветанию — тема изучения нашими потомками на истории и географии, если таковые предметы в школьном образовании еще останутся. А чему удивляться, ведь на исторической родине

того самого классика, который выразил в знаменитом 2D-виде главные отправные части российской экономики, в школьных учебниках его творения отнесены к разделу иностранной литературы.

О том, что в заполярье дорога будет нелишней и свяжет побережье Баренцева моря с городом Усинском, нам стало известно от компании «Техноэкология» нынешним летом.

Несмотря на очевидное присутствие в тундре песка и гравия в достаточных количествах практически повсеместно, ковырять мерзлоту для ее превращения в строительный материал будущим строителям показалось перспективнее в отдельных и весьма удаленных от проектируемой трассы местах. Они в своем деле специалисты, им виднее.

В условиях нынешней эконо-

мики понятие «выгодно» имеет столь широкий диапазон решений от сверхприбыли до убийственной убыточности, что традиционные методы совмещения разумного с достаточным уже недействительны. Главным определяющим фактором выгоды является происхождение бюджета. В тех случаях, когда граница между «государственной шерстью» и личной не прощупывается, традиционная экономика с минимизацией затрат перестает работать, подобно закону классической физики в квантовой.

Задача оценки объемов месторождений нерудных материалов предусматривает трехмерное представление объекта на основе материалов крупномасштабных топографических съемок. Современных методов съемок объектов для подобных за-

дач немного: аэрофотосъемка, тахеометрия, лазерное сканирование и спутниковая кинематика.

Выбор метода определило своеобразие объекта. Он расположен в двух часах лета на вертолете к востоку от Нарьян-Мара и состоит из трех участков, площадью по 50 Га каждый. Рельеф всхолмленный и сильнопересеченный, с перепадами высот от 130 до 260 м, между которыми расположены все «прелести» летнего мерзлотного ландшафта тундры (болота, кочкарник, реки, озера и т. п.).

Климатические условия заполярья летом никакой уверенности в погоде для планирования аэросъемки не оставляют. Свежее дыхание Баренцева моря в течение часа легко превращает ясный летний день в пятиградусную «жару» в сплошном тумане. Тахеометрия при столь пересеченном рельефе требует большого числа станций наблюдения и соответствующей сети сгущения. Если учесть специфику сети ГГС в широтах выше 69° и страсть местного кочевого населения к изделиям из металла, то выбранный метод спутниковой кинематики наиболее обоснован.

Для тех, кто еще сомневается в эффективности данной технологии съемочных работ, будет небезынтересно оценить технико-экономические показатели. Бригада из трех специалистов и

такого же количества спутниковых приемников (один базовый и два подвижных) на трех участках съемки, удаленных друг от друга на 15 км, выполнила полевые измерения территории, общей площадью 160 Га, с достаточной для масштаба 1:1000 точностью и сечением рельефа 1 м за пять рабочих дней. Наличие местного транспорта при этом практически равнялось нулю, так как вездеход сломался в день прилета и украсил собой пейзаж.



Рис. 2
Подвижная станция

Съемка проводилась от базовой станции (рис. 1) «кинематическими треками» подвижных станций (рис. 2) с интервалом записи в одну секунду. При съемке с интервалом большим, чем одна секунда, скорость передвижения будет значительно замедляться, поскольку прохождение характерных точек потребует остановок «для попадания в эпоху». В данном случае запись была оптимальной для съемки без остановок. В качестве опорных пунктов ГГС использовались два местных пункта, от которых были определены координаты базы.

Методика съемки заключалась в последовательном обходе структурных линий рельефа и контуров, а также треков, заполняющих склоны достаточной плотностью пикетов (рис. 3). Общая протяженность треков составила 90 км, что соответ-

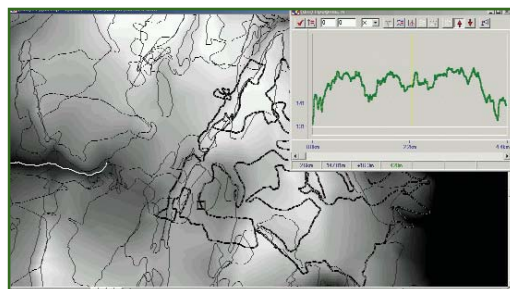


Рис. 3
Съемочные треки и профиль на трехмерной модели местности

ствует массиву из более чем 200 тыс. точек.

Говоря об условиях съемки в тундре, следует отметить, что летом в заполярье день и ночь по кондиции освещенности не разделяются, а по минимуму «летно-кусучей сволочи» ночь и благоприятнее для производства, и длиннее.

Местные оленеводы поразили нас универсальностью такого средства передвижения как нарты (рис. 4). Используя высокопроходимый тундровый транспорт, можно было бы вести съемку более экономичным методом сетки галсов. Жаль, что этот удобный транспорт появился после завершения работ.



Рис. 4
Нарты — универсальное средство передвижения по тундре

Обработка результатов полевых измерений велась с помощью различных программных средств, поэтому об этом следует сказать отдельно.

Предварительная обработка



Рис. 1
Базовая станция

«сырых» данных выполнялась в программе Ensemble (Java Navigation Systems), которая на выходе выдавала текстовый файл в виде каталога координат или векторный в формате DXF.

Попытки построить рельеф по импорту полученного массива в стандартных программах постобработки особым успехом не увенчались. Даже для пост-

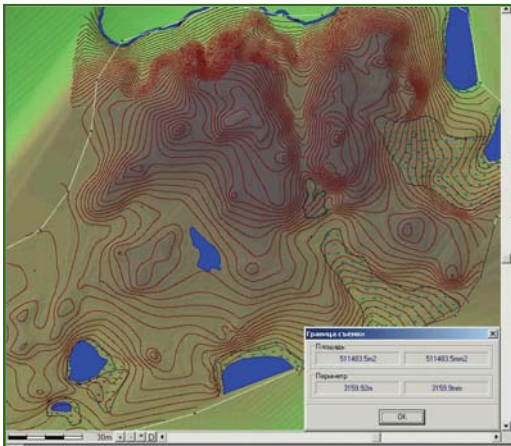


Рис. 5
Фрагмент созданной трехмерной модели рельефа

роения модели рельефа фрагмента массива требовалось несколько десятков минут, не говоря уже о том, что править потом сложную картину по треугольникам — забава для богатых.

Достаточно просто и без каких-либо видимых усилий с задачей построения справилась программа «Pocket Нева». Однако объем правки «корявостей» горизонталей и своеобразии интерфейса программы, который,



Рис. 6
Ближайшие станции IGS

как нам кажется, полностью неведом даже разработчикам, оставляют желать лучшего.

Наилучшим и весьма удобным средством оказалась новая версия программы «ЦФС-Талка», имеющая в арсенале автоматическое нелинейное сглаживание горизонталей, расстановку бергштрихов и подписей, прореживание избыточных пикетов и многое другое (рис. 5). А главное, порадовала организация интерфейса из последовательного набора действий, которые можно применить непосредственно к файлу исходных данных, и получить конечный результат, избегая методичного последовательного «кляцанья» по кнопочкам и окошкам, так любимого зарубежными производителями программ.

Контролем внутренней сходимости измерений служили отметки точек треков, на которых повторно были выполнены измерения в разное время или разными приемниками, например, в пересечении маршрутов движения разных подвижных станций. Разности отметок, полученные при этом, не превышали нескольких сантиметров.

Контроль точности привязки базовых станций к пунктам ГГС осуществлялся после получения через Интернет данных от станций международной геодезической сети IGS (International GPS Service): Норильск (1200 км), Кируна (1500 км), Арти (1300 км) (рис. 6). Станции использовались как переходные для расчета геоцентрических приращений координат от пунктов ГГС к базовым станциям. Максимальные погрешности геоцентрических приращений составили 3 см.

Проведенные в качестве эксперимента вычисления координат станций, полученных в режиме кинематики от базовых станций, расположенных за 1000 и более километров, по сравнению с каталогами координат треков от ближних станций показали также весьма лю-

бопытный результат. Сравнения треков от удаленных и ближних баз дают одинаковые (в пределах сантиметра) превышения между смежными точками. Треки же имеют систематическое, в пределах 1 м, смещение (параллельный перенос).

Нетрудно убедиться в том, что предлагаемая методика значительно оперативнее и менее фондоемка по сравнению с остальными методами. Общее производственное время на съемку и вывод в векторном виде трехмерных моделей территории, площадью 160 Га, силами трех специалистов составило 10 дней (исключая непроизводительные потери времени). Расходы состояли из транспортных, эксплуатационных (на оборудование), полевых и оплаты труда исполнителей.

Заинтересованным в методическом и техническом решении задач на разумно-достаточном уровне, всегда окажут содействие в Группе компаний «Геотехнологии».



**Группа компаний
«Геотехнологии»**

117049, Москва,
ул. Мытная, 28, корп. 1
Тел: (495) 726-87-32
Факс: (495) 726-87-45
E-mail: 4all@gtcomp.ru
Интернет: www.geocomp.ru

RESUME

An experience of large-scale topographic survey of non-metallics using satellite receivers in the kinematics mode with a subsequent 3D terrain model retrieval is presented. Actual time consumption for field works together with the 3D vector model building for the three sites with a total area of 160 hectare and elevation change from 130 m up to 260 m was ten days with an involvement of three specialists.