

# КЛАССИЧЕСКИЙ МЕТОД И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ\*

**Д.Б. Новоселов** («Сибшхастройпроект», Новокузнецк, Кемеровская область)

В 2006 г. окончил архитектурно-строительный факультет Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) по специальности «промышленное и гражданское строительство». В 2009 г. окончил аспирантуру по специальности «геодезия» в Новосибирском государственном архитектурно-строительном университете. С 2006 г. работал в ООО «Визир». С 2008 г. по настоящее время — главный специалист отдела инженерных изысканий ООО «Сибшхастройпроект». Одновременно работает ассистентом кафедры «Геология и геодезия» СибГИУ.

В последние годы горнолыжный курорт на горе Зеленой, вблизи поселка городского типа Шерегеш в Таштагольском районе Кемеровской области, привлекает большое число туристов. У подножия горы имеется около 30 гостиниц. Трассы, расположенные на склонах, оснащены более чем 17 подъемниками различных типов: бугельными, кресельными и гондольными. Причем, здесь действует один из наиболее длинных в России гондольных подъемников, протяженностью более 4 км. Район Шерегеш славится обилием снега, толщина покрова которого достигает порой более 4 м. Горнолыжный сезон длится с ноября по май. На протяжении последних лет идет расширение данного курорта. Для этого тре-

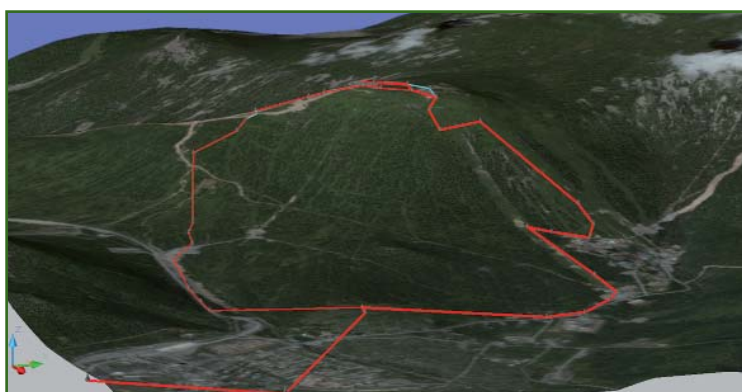
буются актуальные крупномасштабные топографические планы самого курорта и прилегающей к нему территории.

Для проектирования новых горнолыжных трасс в 2003 г. была поставлена задача: выполнить топографическую съемку участка местности, площадью 9 км<sup>2</sup>, расположенного на склонах горы Зеленой. Перепад высот в районе работ составлял более 700 м. Местность была покрыта сплошным смешанным хвойным таежным лесом с подлеском, в котором преобладали ель, пихта, кедр, береза и осина. По сложности выполнения геодезических работ участок относился к III категории.

Сразу возник вопрос: как проводить основные работы? Использовать материалы аэро-

съемки или выполнять измерения с помощью оборудования ГНСС было невозможно из-за наличия густого леса, высокого снежного покрова и особенностей горной местности. Поэтому было решено провести полевые работы классическим методом и создать опорную съемочную сеть в виде полигонометрических ходов 1 и 2 разрядов (рис. 1) для последующей съемки объекта и получения топографических планов в масштабах 1:2000 и 1:5000, которые в дальнейшем могли бы использоваться для проектирования горнолыжных трасс.

Перед началом полевых работ в территориальных органах Роскартографии (Западно-Сибирская территориальная инспекция Госгеонадзора, Новосибирск) было получено разрешение на проведение работ, а также информация о координатах и высотах исходных пунктов. Поиск и обследование исходных пунктов показали, что на некоторых пунктах триангуляции сохранились трехгранные металлические пирамиды. По результатам обследования исходных пунктов была составлена ведомость инвентаризации пунктов геодезической основы, на основании которой подготовили проект линейно-угловой сети. Согласно проекту на определяемых пунктах были заложены



**Рис. 1**

*Схема полигонометрических ходов в трехмерном формате*

\* Проект «Создание местной планово-высотной геодезической сети на горнолыжном комплексе г. Зеленая в п.г.т. Шерегеш», выполненный ООО «Сибшхастройпроект», был представлен на VI конкурсе производственных проектов, проводимом компанией «Кредо-Диалог» в 2009 г. По итогам конкурса проект занял второе место в номинации «Геодезия».



**Рис. 2**  
Установка пункта полигонометрии

ны центры полигонометрии типа 2 г.р. (6 шт.) и типа 6 г.р. (14 шт.) (рис. 2). На исходном пункте «Каритшал» и определяемых пунктах поставили металлические пирамиды высотой 4 м. Центры визирных цилиндров точно установили по нитяному отвесу над центрами закрепленных пунктов, кроме того на каждом пункте полигонометрии с пирамидой определили элементы редукции. Все вновь заложенные пункты были сданы по акту для наблюдения за их сохранностью представителю отдела архитектуры и градостроительства г. Таштагола.

Для определения пространственных координат пунктов опорной геодезической сети проложили ход полигонометрии 1 разряда между исходными пунктами триангуляции «Новый» и «Каритшал», два хода полигонометрии 2 разряда между пунктами № 20 и № 3 и пунктами № 1 и № 34, соответственно, и один теодолитный ход повышенной точности между пунктами № 8 и № 10. Число сторон в ходе полигонометрии 1 разряда (не более 15) не удалось выдержать по причине сложного горного рельефа. Ход между пунктами № 8 и № 10 перевели в ход повышенной точности ввиду малых расстояний между пунктами. При проложении полигонометрических ходов измерения выполнялись по

трехштативной системе с использованием классического геодезического оборудования. Углы измерялись с помощью оптического теодолита 2Т2 способом круговых приемов (двумя приемами). Линейные измерения проводились светодальномером «Блеск», при этом на каждой станции определялась температура воздуха и атмосферное давление.

Для получения отметок вновь заложенных пунктов были также проложены ходы нивелирования IV класса с узловой точкой № 19. Исходными послужили пункт триангуляции «Новый» и пункт № 4479, имеющие высотные отметки III класса.

Полевые работы по созданию опорной съемочной сети были выполнены в течение трех не-

дель одной бригадой в количестве 4 человек в 2003 г. Полученная в результате геодезическая сеть удовлетворяла требованиям СП 11-104-97 и могла служить основой для выполнения различных геодезических и топографических работ.

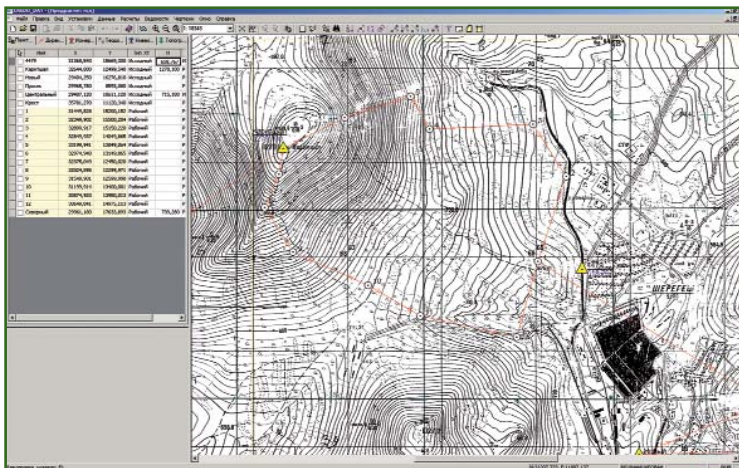
Топографическая съемка местности проводилась в 2003–2004 гг., а затем ее результаты были актуализированы в 2007–2008 гг. Работы выполнялись с помощью электронного тахеометра 3Та5Р, а для создания цифрового топографического плана использовался программный комплекс (ПК) CREDO.

При подготовке к конкурсу производственных проектов, организованного компанией «Кредо-Диалог», была дополнительно проведена оценка точности созданной опорной съемочной сети средствами ПК CREDO.

Рассмотрим подробнее возможности ПК CREDO, которые использовались на различных этапах выполнения работ на объекте.

▼ **Составление проекта линейно-угловой сети**

Проект линейно-угловой сети выполнялся в программе CREDO\_DAT 3.12. В качестве основы использовалась топографическая карта масштаба 1:25 000, привязанная в программе CREDO ТРАНСФОРМ 3.0. Запроектированные ходы поли-



**Рис. 3**  
Проект линейно-угловой сети в программе CREDO\_DAT

гонометрии 1 и 2 разрядов показаны на рис. 3.

Используя возможности этой программы, были проведены предварительные вычисления средней квадратической ошибки (СКО) в созданных ранее ходах. Результаты оценки показали, что запроектированные ходы удовлетворяют нормативным требованиям и не нуждаются в корректировке.

#### ▼ Расчет ожидаемой точности линейных, угловых и высотных измерений

Предварительный расчет ожидаемой точности линейных и угловых измерений в созданной сети проводился методом математического моделирования в программе CREDO\_DAT 3.12. Это позволило судить о допустимой точности угловых и линейных измерений, с помощью которой можно более корректно выбрать геодезическое оборудование для поставленной задачи.

Программа позволяет также выполнить математическое моделирование и сделать проектную оценку точности высотной сети.

#### ▼ Редуцирование линий на плоскость и уравнивание сети

Редуцирование линий на плоскость выполнялось «ручным» и автоматическим способами. Вначале были вычислены горизонтальные проложения длин линий по превышениям и, перед уравниванием, вычислены проекции измеренных длин линий на плоскость.

Уравнивание проводилось параметрическим способом по критерию минимизации суммы квадратов поправок в измерениях в программе CREDO\_DAT 3.12 с введением поправок в расстояния за редуцирование на плоскость, вычисленных «ручным» методом. Затем, для сравнения различных методов вычислений, была уравнена сеть полигонометрии с автоматическим вычислением поправок за редуцирование линии на плос-

кость, на эллипсоид и на уровень моря средствами программы CREDO\_DAT.

Сравнение данных выявило, что фактические СКО направлений и СКО линий после переуравнивания сети с введением поправки в расстояния за редуцирование на плоскость стали меньше почти в 2 раза.

Приведенное выше исследование с редуцированием позволяет говорить о больших возможностях программы CREDO\_DAT 3.12, благодаря которой не требуется вручную вычислять элементы редуцирования, поскольку программа автоматически выполняет данные вычисления и уравнивание с более высокой точностью.

Уравнивание нивелирного хода IV класса выполнялось по методу наименьших квадратов в программе CREDO\_DAT 3.12.

#### ▼ Составление топографического плана участка

Для составления наглядных ситуационных планов и изучения местности использовался космический снимок высокого разрешения QUICKBIRD (время съемки — лето 2008 г.) на всю территорию объекта, а также файл привязки с географическими координатами углов растрового изображения. В программе CREDO ТРАНСКОР 2.0 эти координаты были переведены в местную систему координат. Затем космический снимок в про-

грамме CREDO ТРАНСФОРМ 3.0 привязали по углам изображения и поклонному кресту (г. Курган), который отлично просматривался из космоса (рис. 4).

Применение космического снимка позволило более наглядно изучить исследуемую территорию, что невозможно было сделать по картам масштаба 1:25 000, изданным более 25 лет назад. Также космический снимок позволяет составить более детальную программу проведения геодезических работ.

Топографический план участка работ был подготовлен в программе CREDO ТОПОПЛАН 1.06.

После завершения полевых и камеральных работ провели сравнение хорошо просматриваемых контуров растительности, дорог и контуров зданий на космическом снимке и на полученном топографическом плане (рис. 5). Нанесение на космический снимок сети планово-высотного обоснования и поверхности рельефа сделало план информативным и значительно облегчило работу проектировщиков по выбору горнолыжных трасс и осей подъемников.

В результате такой организации труда камеральные работы на данном объекте со всеми вычислениями и составлением отчета заняли две недели. Этому удалось достичь благодаря при-

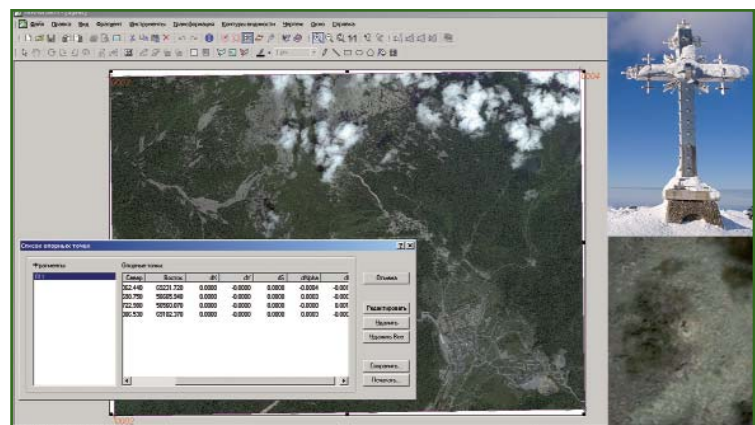
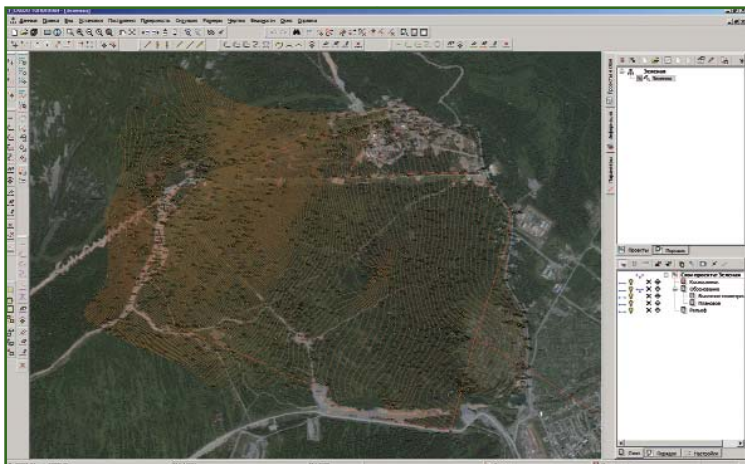


Рис. 4

Привязка космического снимка в программе CREDO ТРАНСФОРМ 3.0



**Рис. 5**  
Сеть плано-высотного обоснования и поверхность рельефа, нанесенные на космический снимок

менению ПК CREDO, который позволил значительно упростить процесс получения конечной продукции с одновременным улучшением ее качества.

В настоящее время по результатам топографической съемки запроектированы и построены несколько горнолыжных трасс.

В заключение следует отметить, что использование ПК

CREDO при планировании и выполнении геодезических работ предоставляет следующие преимущества:

- проводить предварительное вычисление средней квадратической ошибки в проектируемых ходах;

- проводить априорную оценку точности линейно-угловой сети путем моделирования

результатов измерений, что позволяет определить ожидаемую точность измерений в запроектированной сети;

- при уравнивании сети вводить поправки в расстояния за редуцирование на плоскость в автоматическом режиме.

Применение ПК CREDO и космических снимков высокого разрешения позволяет не только правильно планировать геодезические работы, но и значительно сократить время их выполнения.

**RESUME**

There are described the results of topographic surveying a site of the 3rd degree of complexity. Classic geodetic equipment was used for the field works and the CREDO software together with the high resolution space image — at the planning and office studies stage. As a result of this work management it has become possible to reduce time and simplify the process of the final product obtaining with the simultaneous quality improvement.

**НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР**

Официальный дистрибьютор в Украине



**Геодезическое оборудование**

- Тахеометры TPS
- Теодолиты
- Нивелиры Runner

**Лазерное оборудование**

- Лазерные сканеры
- Рулетки DISTO™
- Ротационные нивелиры Rugby™
- Построители плоскости LINO™ L2

**GPS - оборудование**

- Приемники
- Базовые станции
- Система 1200
- Система SmartSation™

**Услуги**

- Сервисное обслуживание
- Обучение
- Техподдержка

Представляет журнал "Геопрофи" в Украине

**Наши координаты:**  
61070, Харьков,  
ул. Чкалова, д. 32А  
Тел./факс: (057) 719-66-16, (057) 717-44-39

**Киевский офис:**  
02094, Киев,  
ул. Полудренка, д. 54, оф. 106  
Тел./факс: (044) 494-28-09

**Симферопольский офис:**  
95000, Симферополь,  
ул. Зои Жильцовой, 5  
Тел./факс: (0652) 601-690



Наш сайт: [www.ngc.com.ua](http://www.ngc.com.ua)

E-mail: [ngc@ngc.com.ua](mailto:ngc@ngc.com.ua)

