

GPS-ИЗМЕРЕНИЯ НА ПУНКТАХ ТРИАНГУЛЯЦИИ I КЛАССА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА*

А.В. Устинов (Национальная школа географических наук, Франция)

В 2000 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия», в 2007 г. — факультет дорожного строительства Саратовского государственного технического университета (СГТУ) по специальности «строительство автомобильных дорог и аэродромов». После окончания МИИГАиК работал в Экспедиции 207 СК АГП (Саратов), с 2003 г. — в институте «Проектмостореконструкция» и на кафедре «Строительство дорог и организация дорожного движения» СГТУ. С 2008 г. по настоящее время — студент Национальной школы географических наук (ENSG, Франция) и соискатель в аспирантуре СГТУ.

В рамках научно-исследовательской работы, выполненной сотрудниками Саратовского государственного технического университета в 2006 г., стояла задача по разработке методики подсчета рекомендуемого времени наблюдений с помощью

геодезических приемников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), необходимого для получения пространственных координат пунктов опорной геодезической сети с заданной точностью. Методика разрабатывалась с

использованием основных положений теории риска, позволяющей учитывать множество внешних и субъективных факторов, влияющих на точность измерений. Это потребовало проведения полевых экспериментальных исследований в различных, в том числе, экстремальных труднодоступных районах.

В качестве такого участка работ был выбран район Центральной части Восточного Саяна, который подробно описан в книге «Мы идем по Восточному Саяну». Автор книги Г.А. Федосеев — известный геодезист и писатель, на произведениях которого выросло не одно поколение советских и российских геодезистов. Григорий Анисимович проводил рекогносцировку, закладку центров и постройку знаков триангуляционных пунктов в этом районе, и так пояснил в своей книге выбор Кинзелюкского пика в качестве геодезического пункта: «Судя по зарисовкам, сделанным Трофимом Васильевичем, с

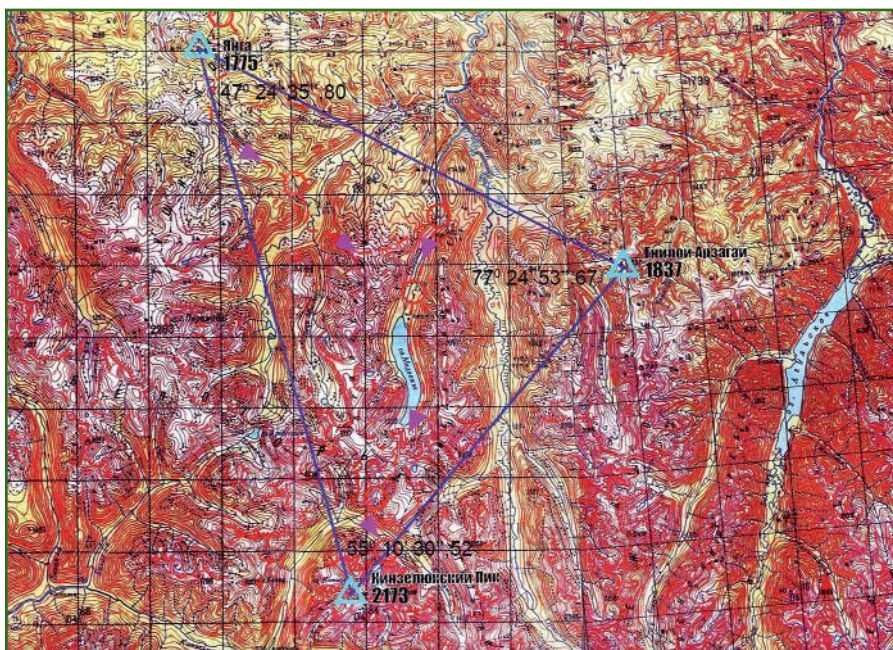


Рис. 1

Карта района работ и выбранный треугольник ряда триангуляции

* Статья подготовлена по материалам научно-исследовательской работы «Исследование возможности повышения точности спутниковых геодезических измерений с учетом теории риска», выполненной на кафедре «Строительство дорог и организация дорожного движения» Саратовского государственного технического университета.

гребня видны пик Грандиозный, пирамиды на Фигуристом белке, на Кубаре, вершины Кальтан, Зарода, голец над рекой Янга, Орзагайская группа гольцов. Этого было достаточно, чтобы решить положительно вопрос об использовании гребня под геодезический пункт. Он был назван «Кинзелюкский пик». Три связанных между собой пункта триангуляции I класса: Янга, Гнилой Арзагай и Кинзелюкский Пик (рис. 1) находятся в середине ряда сети триангуляции (в наиболее слабом месте) и образуют треугольник. На стадии создания проекта геодезических работ именно эти пункты были выбраны для экспериментальных исследований.

Рекогносцировка и закладка центров этих пунктов была выполнена в 1938–1939 гг., а измерения проводились в 1940-х гг. Одной из целей проводимых экспериментальных исследований являлось сравнение данных, полученных в тот период, с результатами современных измерений с помощью геодезических спутниковых приемников. Сведения о ранее выполненных спутниковых измерениях на этих пунктах триангуляции отсутствовали.

Прежде чем приступить к описанию методики измерений на этих пунктах и рассказать о полученных результатах, хотелось бы привести еще одно высказывание Г.А. Федосеева о

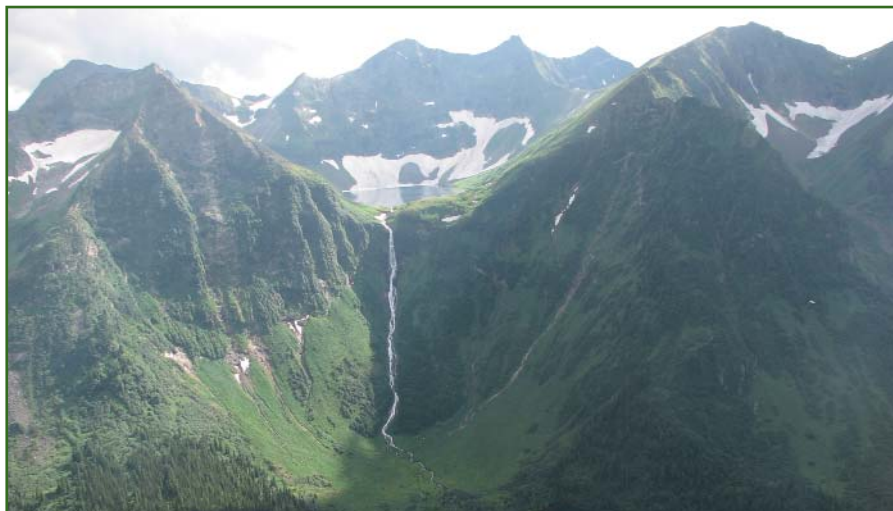


Рис. 2
Вид на Кинзелюкский пик

первозданной красоте труднодоступных мест Восточного Саяна. Вот, что он написал про вид на Кинзелюкский пик (рис. 2): «Справа, в глубоком разрезе скал, хорошо виден край цирка, подпирающий с востока Двуглавый пик с большим озером, описанным мною раньше. С его почти отвесной кромки вырывается бурлящим потоком ручей. Какое чудесное зрелище: вода, падая с огромной высоты, то скользит по отвесным скалам, то скачет затяжными прыжками по уступам, пока не достигнет россыпи у подножия хребта».

На выбранных трех пунктах триангуляции I класса двумя исполнителями были проведены спутниковые наблюдения с помощью трех двухчастотных геодезических приемников

Trimble 5700 TS. Два приемника имели антенны Zephyr, а один — Zephyr Geodetic (рис. 3).

Приемники на пунктах Янга и Гнилой Арзагай были установлены заранее. Каждый приемник имел таймер, по команде которого происходило их включение и выключение. Спутниковый приемник на пункте Кинзелюкский пик также включался по таймеру, но в связи с возникшими трудностями при подъеме на пик, измерения на нем были начаты с опозданием. Использование таймеров позволило двум исполнителям одновременно выполнить наблюдения на трех пунктах в режиме «статика», продолжительностью 3 часа. Кроме того, на пункте Янга спутниковый приемник находился в течение 16 суток, а общая про-

Сравнение результатов определения длин линий между пунктами триангуляции I класса, полученных в 1940-х гг. и 2006 г.

Наименование линий	Значения длин линий, м 1940-е гг.	2006 г.	Расхождения Δ, м	Относительные ошибки
Гнилой Арзагай — Кинзелюкский Пик	23837,541	23837,532	-0,009	1/2648600
Кинзелюкский Пик — Янга	31600,493	31600,572	+0,079	1/400000
Янга — Гнилой Арзагай	26579,556	26579,570	+0,014	1/1898500

Примечание. Значения длин линий 1940-х гг. вычислены по урavnненным значениям координат.



Рис. 3

Антенна Zephyr Geodetic спутникового приемника Trimble 5700, установленная на пункте Гнилой Арзагай

должительность измерений на нем составила около 8 часов.

Использование для спутниковых наблюдений двухчастотных геодезических приемников позволило минимизировать влияние ионосферы. Измерения метеопараметров не проводились, влияние тропосферы учитывалось по стандартной модели при обработке.

Обработка результатов спутниковых наблюдений на пунктах триангуляции проводилась в программе Trimble Geomatics Office 1.6. При этом пункт Гнилой Арзагай был принят в качестве базового.

Значения длин линий (проекция на плоскость) между пунктами триангуляции по спутниковым измерениям 2006 г., по результатам уравнивания 1940-х гг. и расхождения между ними Δ приведены в таблице.

Результаты спутниковых наблюдений подтвердили высокую точность построения сети триангуляции I класса в труднодоступном районе Восточного Саяна, а значения относительных ошибок длин сторон в треугольнике — их соответствии требованиям, предъявляемым к сетям триангуляции I класса.

RESUME

There are given the results of measurements fulfilled in 2006 in the hard-to-reach region of the Eastern Sayan. The measurements were conducted with the usage of satellite geodetic receivers at the stations forming the 1st class triangulation triangle. The results were compared with the catalogue values of the triangle lines' lengths. The resulting divergences can give an estimate of the real 1st class triangulation accuracy.



КБ ПАНОРАМА

Геоинформационные технологии

www.gisinfo.ru

GIS ToolKit
GIS WebServer
ГИС Карта 2008
Блок "Геодезия"
ГИС Сервер 2008
3D-моделирование
"Земля и Недвижимость"

ЗАО КБ "ПАНОРАМА"
Россия, 119017, г. Москва,
Б.Толмачевский пер., дом 5, офис 1004
Тел.: (495) 739-0245, 725-1991
Тел./факс: (495) 739-0244
E-mail: panorama@gisinfo.ru
[Http://www.gisinfo.ru](http://www.gisinfo.ru)

Официальный разработчик ГИС «Карта 2008», GIS ToolKit, «Земля и Недвижимость», GIS WebServer
Свидетельство РосПатент: 940001, 990438, 2000610161, 2007614531, 2007614529
© Copyright Panorama Group 1991-2009