

#6
2009

ГЕОПРОФИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

СОБЫТИЯ:

НАГРАДА ИМ. А.Л. ОСТРОВСКОГО
АССОЦИАЦИЯ В ОБЛАСТИ ДЗЗ
ИТОГИ МЕРОПРИЯТИЙ

ОБСУЖДАЕМ.
ГЕОИНФОРМАТИКА
ТРАНСПОРТА

НОВОЕ В ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ
ОБЕСПЕЧЕНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ
NIKON NIVO

ВОЗМОЖНОСТИ
ПЕРСПЕКТИВНОЙ
ЦИФРОВОЙ АЗРОСЪЕМКИ

ДАННЫЕ ДЗЗ:
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
ОБРАБОТКА

СКВОЗНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ



О РОЛИ ГЕОДЕЗИИ, ГЕОИНФОРМАТИКИ И НАВИГАЦИИ В ИНФОРМАТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

С.И. Матвеев (МИИТ)

В 1963 г. окончил геодезический факультет Московского института инженеров землеустройства (в настоящее время — ГУЗ). После окончания института работал в Государственном институте проектирования городов, ЦНИИГАиК, с 1969 г. — на кафедре «Геодезия» МИИТ. В настоящее время — заведующий кафедрой «Геодезия, геоинформатика и навигация» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ). Доктор технических наук, профессор.

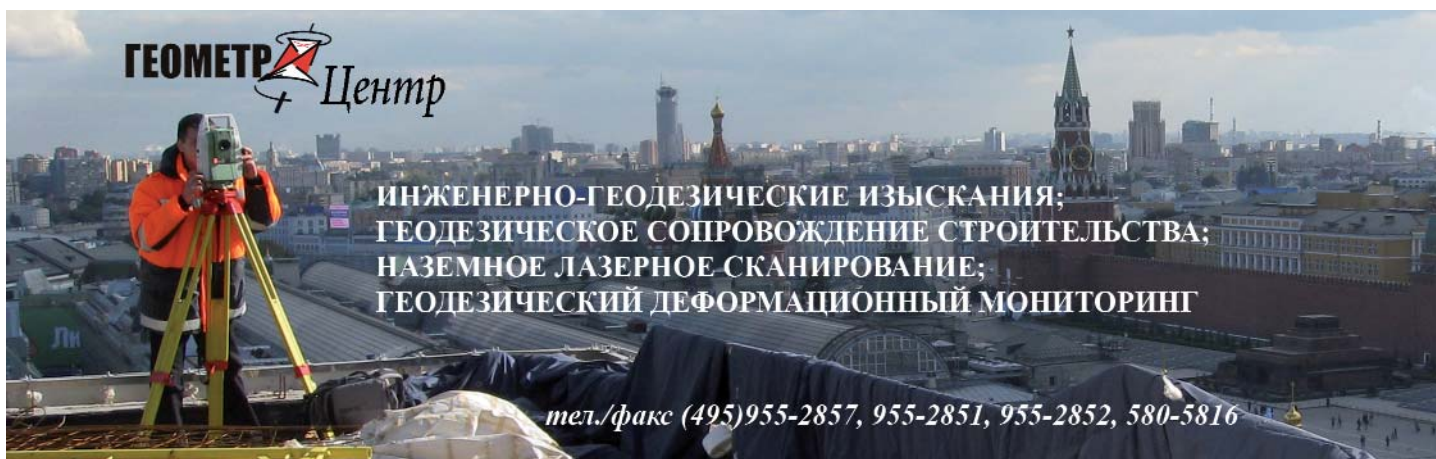
Знания геодезии как науки об измерениях и методах геометрического отображения объектов поверхности Земли во времени и пространстве в современных условиях глобальной информатизации общества приобретают основополагающее значение. Об этом свидетельствует повсеместное использование навигационных спутниковых систем, предоставивших каждому человеку необычайно удобные и легкодоступные средства измерения в пространстве и времени, и данных дистанционного зондирования Земли из космоса, составляющих основу разнообразных геопорталов в сети Интернет (например, <http://earth.google.com>, www.virtualearth.com и др.),

позволяющих осуществлять мониторинг земной поверхности практически в режиме реального времени.

Создаваемое этими и другими средствами **геоинформационное пространство**, ограниченное физической оболочкой Земли и расположенных на ней объектов естественного и искусственного происхождения и представленное в виде цифровых моделей, позволяет автоматизировать многие сферы человеческой деятельности, в том числе в области инвентаризации, проектирования, навигации и управления.

При этом именно геодезические, а не географические, геологические или другие данные являются базовой частью геоин-

формационных систем и технологий, следовательно, и новой области знаний — **геоинформатики**. В этом смысле геоинформатика в значительной степени определяется уровнем автоматизации в области геодезии, который в настоящее время достаточно высок. Он достигается средствами глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), дистанционного аэрокосмического зондирования, включающими радиолокационные данные сверхвысокого разрешения, лазерную локацию наземного и воздушного базирования. Именно эти средства и основанные на них инновационные геодезические технологии позволяют получать цифровые модели местности непосредственно и в режиме,



ГЕОМЕТР+Центр

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ;
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА;
НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ;
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

тел./факс (495)955-2857, 955-2851, 955-2852, 580-5816

близком к реальному времени. Технологии цифрового или координатного моделирования земной поверхности постепенно заменяют методы традиционной картографии.

Цифровые модели имеют существенные преимущества перед картографическими. В них отсутствуют традиционные картографические искажения, связанные с масштабированием и видом картографических проекций. Их точность определяется не масштабом карты, а точностью прямых измерений, несравненно более высокой. Нет необходимости в разделении моделей на отдельные части. Современные компьютерные технологии позволяют хранить модели любых объектов целиком, вплоть до модели всего геопространства Земли.

Для автоматизированных систем инвентаризации, проектирования, навигации и управления особой ценностью обладают векторные цифровые модели, представляющие собой реальные модели объектов окружающего геопространства.

Наиболее эффективным средством создания геоинформационного пространства являются так называемые геоинформационные системы (ГИС), предназначенные для комплексной обработки пространственно-временной геопривязанной информации. Возникшие первоначально как географические ин-

формационные системы, в настоящее время они приобрели значительно большие функциональные возможности. ГИС способны интегрировать в себе любые другие автоматизированные системы либо взаимодействовать с ними на уровне систем искусственного интеллекта, превращаясь в информационно-управляющие системы. Называть их географическими — противостоит, пусть они остаются просто геоинформационными. Иначе ошибочные представления и определения проникают в терминологию не только неискушенных пользователей Интернет, но и даже профессионалов. В действительности они используют цифровые модели и геодезические координаты: В (широта), L (долгота) и Н (высота над поверхностью эллипсоида) или их интерпретацию в форме прямоугольных пространственных (геоцентрических) координат — WGS-84 (World Geodetic System), ITRF (International Terrestrial Reference Frame) и ПЗ-90 (Параметры Земли 1990 г.).

Непрерывное излучение сигналов с космических аппаратов ГНСС: ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США) создает единое координатно-временное радионавигационное поле, позволяющее осуществлять измерения пространственных координат на земной поверхности с помощью навигационных и геодезических

приемников ГНСС. Эта возможность широко используется для автоматизированного решения задач геодезии и навигации. Единое координатно-временное пространство устанавливает взаимосвязь между современной автоматизированной геодезией и навигацией.

Конечно, связь между навигацией и геодезией прослеживается изначально. Ведь основными задачами навигации, как известно [1], являются: определение координат мобильного объекта, направления, скорости и ускорения, выбор оптимального маршрута движения (в том числе кратчайшего). Эти задачи совпадают с основными задачами геодезии, решаемыми на эллипсоиде. Им всегда уделялось большое внимание, о чем свидетельствует, в частности, разработка продольно-цилиндрической проекции Г. Меркатором (1512–1594). Неслучайно и в России в 1701 г. Петром I была открыта Школа математических и навигацких наук, где математику преподавал Леонтий Магницкий, написавший первый отечественный учебник «Арифметика», оказавший влияние на становление отечественного образования. Существенно, что значительная часть учебника была посвящена решению задач практической геометрии (геодезии), поэтому школа стояла у истоков отечественного образования в области математики, на-

ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ - ОТ ЛАЗЕРНЫХ РУЛЕТОК ДО НАЗЕМНЫХ
СКАНЕРОВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО
ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

КОНСУЛЬТАЦИОННЫЕ УСЛУГИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ
ПРИБОРОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

info@geometer-center.ru
www.geometer-center.ru

ГЕОМЕТР Центр

вигации и, в определенной степени, геодезии. Подготовка кадров в этих областях уделялось повышенное внимание, достаточно сказать, что стипендия, выплачиваемая ученикам школы, в несколько раз превышала стипендию слушателей Греко-латинской академии, в которой в то время обучался М.В. Ломоносов.

В настоящее время высокоскоростные виды транспорта требуют решения навигационных задач и управления в режиме реального времени. Собственно для этих целей, в основном, и используются глобальные навигационные спутниковые системы, фиксирующие единый пространственно-временной континуум, в котором точность определения времени выше точности определения пространственных координат. Да и развитие компьютерных технологий позволяет решать навигационные задачи, связанные с алгоритмами сфероидической геодезии.

Для достижения высокой точности навигации и управления, обеспечения безопасности движения высокоскоростных видов транспорта используют комплексирование инерциальных, спутниковых, гироскопических и других видов измерений, дублирующих и дополняющих друг друга. Совместная математическая обработка этих измерений с помощью рекуррентных процедур стохастической фильтрации позволяет использовать достоинства всех составляющих комплекса и получать оптимальное решение навигационных задач.

Автоматизированное решение навигационных задач, безусловно, попадает в сферу действия геоинформатики. Более того, на стыке геоинформатики и навигации, естественным образом, формируется новая область знаний — **геоинформатика транспорта** или **геоинформатика реального времени**.

Отличительными особенностями геоинформатики транспорта являются:

- наличие высокоточной временной составляющей;
- необходимость прямой или косвенной синхронизации потоков измерительной информации;
- наличие геоинформационного пространства вдоль трасс и цифровых моделей траекторий движения мобильных объектов.

Интеграция геоинформационного пространства и измерений ГНСС может быть выполнена на базе пассивных моделей геопространства, как это делается в широко используемых GPS-навигаторах [2], когда данные спутниковых определений накладываются на растровую электронную карту. Такая интегрированная система служит достаточно эффективным средством поддержки принятия решения в системе человек — автомобиль. Что же касается интеллектуальных систем управления, то в них модели геопространства должны быть представлены активной формой — навигационными функциями $F(x)$ (координатными моделями траектории движения), подобными описанным в [3, 4]. Наилучшим математическим аппаратом для интеграции навигационных функций и ГНСС-определений является аппарат стохастической фильтрации Калмана, позволяющий, образно говоря, понять прошлое, истолковать настоящее и предсказать будущее в вероятностном смысле.

При неизвестной траектории движения мобильного объекта задачи навигации могут быть решены за счет совместного использования инерциальных и спутниковых измерений. В этом случае вектор состояния может формироваться координатами подвижного спутникового приемника, а вектор наблюдений — по результатам инерциальных измерений. Весьма эффек-

тивный модернизированный вариант фильтрации Калмана для такого варианта навигации приведен в [4].

Не менее существенные успехи геоинформационных и спутниковых технологий наблюдаются и в строительном комплексе. Геодезические спутниковые приемники и электронные тахеометры приводят к коренному изменению технологий съемочных и разбивочных работ, требующих весьма высокой квалификации исполнителей. Неслучайно профессия геодезиста относится к одной из высокооплачиваемых профессий строительного комплекса.

Резюмируя изложенное, можно отметить, что геодезия и тесно связанные с ней геоинформатика и навигация безусловно входят в сферу высоких информационных технологий — технологий будущего.

▼ Список литературы

1. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров; ред. кол.: А.А. Гусев и др. — Изд. 4-е. — М.: Сов. энциклопедия, 1987. — 1600 с., ил.
2. Найман В.С., Самойлов А.Е. и др. Все о GPS-навигаторах М.: NT Press, 2005. — 392 с.
3. Матвеев С.И., Круглов В.М. и др. Способ определения эталонной координатной модели железнодорожного пути и устройство для его осуществления. Патент на изобретение № 2287187. Приоритет изобретения от 6 апреля 2005 г.
4. Левин Б.А., Круглов В.М., Матвеев С.И. и др. Геоинформатика транспорта. — М.: ВИНТИ РАН, 2006. — 336 с.

RESUME

A role of geodesy as of a science on measurements and geometric mapping the Earth surface objects in both time and space is considered under the contemporary society global informatization. The «transport geoinformatics» together with the «real time geoinformatics» notion is substantiated by the example of the high speed types of transport.

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗВЕДЕНИЯ НЕБОСКРЕБА BURJ DUBAI*

Небоскреб Burj Dubai (Бурдж Дубай, в переводе с арабского — «Дубайская башня») высотой 818 м в настоящее время является самым высоким в мире сооружением, созданным руками человека. В период его возведения геодезической службой было решено много сложнейших технических и инженерных задач. Традиционные методы геодезического обеспечения строительства не могли удовлетворить технологический процесс возведения башни по многим параметрам: точности, надежности, скорости и достоверности получения результатов. Была разработана принципиально новая технология геодезического обеспечения строительства высотного сооружения и применены абсолютно новые методы наблюдения за динамикой деформационных процессов, происходивших при возведении башни.

▼ Конструкция здания Burj Dubai

Здание Burj Dubai является центральным звеном широко-масштабного проекта, который включает отели, парковые зоны, торговую галерею Dubai Mall и рукотворное озеро Burj Dubai. Сама башня предназначена для размещения отелей, частных резиденций, офисов и роскошных апартаментов.

Строительство этого уникального сооружения осуществлял генеральный подрядчик

— компания Samsung Engineering & Construction (ОАЭ) — в партнерстве с компаниями Besix (Бельгия) и Arabtec (ОАЭ). Проект изобилует интересными планировочными и инженерно-техническими решениями, сложными с точки зрения логистики схемами доставки и хранения строительных материалов и оборудования. За восемь месяцев до окончания строительства, когда основные работы были завершены, на объекте ежедневно работало 9800 человек.

Burj Dubai включает большое количество крупных конструктивных элементов и имеет сложную планировку (рис. 1). Основание башни представляет собой фундамент, состоящий из двухсот железобетонных столбов диаметром 1,5 м, заложенных на глубину более 50 м, поддерживающих массивную железобетонную плиту толщиной 3,7 м. Конструктивно сооружение состоит из трех независимых флигелей (крыльев), установленных под углом 120° к центральной оси башни. Флигели здания и центральная часть ядра жесткости механически связаны между собой консольными балками на нескольких технических этажах. Каждый флигель постепенно сужается кверху, в форме «трехгранного штыка». Бетонные плиты полов-перекрытий капитально связаны со стенами ядра жесткости. Выносные плиты карни-

зов позволяют перераспределять возникающую нагрузку или передавать ее на вуты (утолщения) несущих балок.



Рис. 1
Общий вид здания Burj Dubai. Фото JO Lee

* Статья подготовлена А.И. Яценко и О.В. Евстафьевым («Фирма Г.Ф.К.») на основании перевода материалов, предоставленных компанией Leica Geosystems («Constructing the Burj Dubai», автор Doug Hayes, главный геодезист компании Samsung Engineering & Construction).

Большинство стен являются важными несущими конструктивными элементами здания. Толщина основных стен составляет около 600 мм, а несущие колонны оконечности флигелей имеют диаметр 2,5 м. До 156-го этажа башня выполнена из железобетона.

Во время строительства башни было установлено несколько технических рекордов.

За один подъем бетонная смесь с помощью насоса высокого давления доставлялась на высоту 605 м от нулевой отметки.

На бетонном основании 156-го этажа была смонтирована массивная металлоконструкция высотой 215 м, которая удерживает шпиль высотой 140 м, представляющий собой высокую стальную трубу весом более 400 т.

В здании Burj Dubai и его цокольной части было установлено более 65 лифтов, которые перемещаются между различными этажами. Лифты имеют одно- и двухэтажные кабины, некоторые из них — самые скоростные в мире. Часть скоростных лифтов поднимается на высоту более 500 м с нагрузкой до 4,5 т.

Отделка наружного фасада выполнена из закаленного стекла с алюминиевым напылением. Более 23 500 полированных стеклопакетов было поднято на башню для остекления 145 000 м² фасада. Служба логистики, участвующая в строительстве, своевременно обеспечивала доставку огромного количества материалов и элементов конструкции от многочисленных поставщиков, транспортных компаний, с портовых складов, временных участков хранения, а порой и «с колес».

▼ Особенности геодезического обеспечения строительства башни

Каждые три дня возводился один этаж. Это задавало ритм,

которому подчинялись все технологические процессы, включая изготовление и доставку материалов и конструкций, заливку бетонной смеси и, конечно, геодезическое обеспечение.

Первостепенной задачей, стоящей перед геодезической службой, был вынос в натуру и задание планового положения высотных отметок ядра жесткости, которое отливало одновременно на 9 участках. Работы проводились 24 часа, постоянно, 6 дней в неделю.

Следует отметить, что на любом строящемся объекте часто ощущается нехватка времени для выполнения разбивочных работ на монтажном горизонте и установки щитов «скользящей» опалубки. В данном случае каждый монтажный элемент нужно было установить с максимальной точностью, чтобы башня «поднималась» непрерывно без отклонений от «сглаженной» средней вертикали конструкции. Любые незначительные отклонения железобетонных элементов от вертикальности или «уход от осей» границ плит могли иметь серьезные последствия при возведении следующих этажей, перегородок и лифтовых шахт. Невозможно в денежном эквиваленте оценить стоимость переделок, которые могли возникнуть из-за ошибок при задании осей или высотных отметок.

В большинстве случаев геодезические работы при возведении здания проводились в условиях, когда рабочая зона на монтажном горизонте была перенасыщена материалами, оборудованием, работающими грузоподъемными механизмами и персоналом. Особый отпечаток накладывали требования по технике безопасности при выполнении высотных работ. Эти факторы заметно ос-

ложняли проведение геодезических работ на монтажном горизонте, основными из которых являлись: разбивка и установка осей колонн, балок, стен, проемов лифтовых шахт, а также разметка контура остекления. Кроме этого, геодезическими методами осуществлялся мониторинг деформаций и динамических процессов, происходивших на сооружении, для определения значений текущих и прогнозируемых параметров поведения объекта и обнаружения неплановых отклонений.

▼ Динамика пространственного положения сооружения

Начиная измерения на нижних этажах, следовало осознавать, что с увеличением высоты здание будет совершать колебательные движения. Важно было определить и предвидеть в процессе возведения сооружения величину планового смещения как будущего верха здания, так и элементов конструкции на текущем монтажном горизонте относительно проектных осей. До строительства Burj Dubai были проведены исследования и необходимые консультации по оценке ожидаемых направлений и величин смещений, периодов и амплитуд колебания башни, найден «ветровой туннель» на основе данных анализа «розы ветров». В процессе строительства происходило дальнейшее непрерывное изучение поведения башни. По результатам значительного объема натурных наблюдений были разработаны способы мониторинга конструкций и методы анализа поведения сооружения и его отдельных элементов, способы коррекции текущего смещения, определены допустимые значения колебаний башни. Эти работы выполнялись с сознанием того, что гео-

дезические измерения по контролю вертикальности строящейся башни на монтажном горизонте будут осуществляться на постоянно движущемся основании, поскольку конструкция башни не является жесткой и статичной.

Колебания и смещения сооружения являлись результатом поведения материалов конструктивных элементов и множества других внешних воздействий, одновременно действующих на конструкцию. Они были различны по времени воздействия и могли быть вызваны многими причинами. Так, например, некоторые смещения происходили в течение нескольких недель. Нагрузки на фундаментную плиту из-за последовательности технологических операций становились причиной различных по величине осадок. Даже при незначительной величине деформации основания проявлялось значительное смещение верхней части высотного здания. Различные по величине сжатия (деформационные осадки) противоположных сторон несущих стен ядра жесткости также становились причиной начала незаметного наклона башни в процессе строительства.

Определенное дестабилизирующее влияние на пространственное положение башни оказывали внешние факторы. Так, из-за солнечного излучения происходил ежедневный циклический разнотемпературный нагрев конструкции, вызывая хотя и малые изменения величины смещения башни от вертикали, но действующие в определенном направлении. Высокочастотные колебания сооружения были связаны с ветровой нагрузкой, с деятельностью грузоподъемных механизмов и комбинацией нерегулярных динамических сил, ко-

торые периодически воздействовали также и на геодезические приборы. Например, от устойчивого ветра средней силы фиксировалось смещение 108-го этажа (отметка 375 м) на 0,53 м, а 153-го этажа (отметка 569 м) — на 1,25 м.

По мере увеличения высоты башни возрастали значения смещений. С другой стороны, смещения и колебания значительно уменьшались с ходом строительства. Например, после соединения укрепляющих балок на определенных технических этажах величина смещений уменьшилась в несколько раз, поскольку в результате соединения конструкции в единое целое башня становилась значительно жестче.

▼ Управление вертикальностью

В процессе строительства геодезические работы становились больше похожими на управление вертикальностью каждого отдельного простого элемента сооружения по отношению к общей вертикали путем коррекции положений, но со строгим ограничением величины коррекции, в зависимости от высоты конструкции. Это нужно было делать, пока колебания конструкции находились в заданных пределах. Так, например, требовался контроль за положением и состоянием строительных лесов и подмостков через каждые тридцать и более этажей. Движение и колебания здания являлись причиной смещения измерительного оборудования, и поэтому точные координаты контрольных точек были известны только в конкретное время наблюдения и/или во время нового повторного наблюдения.

На сооружениях повышенной этажности использовать метод оптического отвеса нецелесообразно, поскольку он требует большого количество

сквозных технологических отверстий в плитах перекрытий и наличия свободной оптической видимости для визирования.

Конструктивно здание Burj Dubai имеет 9 зон со своими ядрами жесткости и осями, на каждой из которых проводился отдельный независимый геодезический контроль. Темпы строительства не оставляли достаточно времени на построение и передачу информации от опорных точек планово-высотного обоснования традиционными геодезическими методами.

▼ Спутниковые и геодезические измерения

Компания Leica Geosystems (Швейцария) предложила технологию, включающую использование высокоточного спутникового и геодезического оборудования, измерения которым выполнялись на верхней части башни — монтажном горизонте, инклинометров (датчиков наклона), устанавливаемых стационарно на определенных этажах, и программно-аппаратного комплекса для



Рис. 2
Антенна спутникового приемника с круговой призмой

совместной обработки всей информации в стационарном геодезическом офисе, располагавшемся рядом со строительной площадкой. Это потребовало создания новых и независимых решений для геодезического обеспечения каждого участка бетонных работ.

Разработанная технология подразумевала использование трех комплектов спутниковых геодезических ГЛОНАСС/GPS-приемников Leica GX1230 с антеннами AX1202, располагавшимися на верхней части щитов «скользящей» бетонной опалубки. Антенны приемников были установлены соосно с круговыми (360°) призмами (рис. 2), которые давали возможность выполнять измерения на них электронными тахеометрами. На каждом монтажном горизонте, где проводились бетонные работы, определялись пространственные координаты необходимых точек, которые подкреплялись измерениями азимута на удаленную



Рис. 4

Определение координат электронного тахеометра на монтажном горизонте



Рис. 3

Измерения на контрольных опорных точках монтажного горизонта

точку, установленную на одном из высотных зданий.

На объекте строительства была установлена постоянно действующая базовая станция в составе спутникового приемника Leica GRX1200 и антенны AT504, которые работали под управлением программы Leica GNSS Spider. С помощью геодезических спутниковых приемников на каждом монтажном горизонте проводились часовые наблюдения в режиме «кинематика-на-ленту» (kinematic-on-the-fly). В это же время выполнялись другие геодезические измерения с помощью электронного тахеометра и устанавливались опорные точки для последующих бетонных работ на этом этаже (рис. 3). Кроме того, проводились измерения пространственного положения электронного тахеометра методом обратной геодезической засечки (рис. 4), и по методу наименьших квадратов вычислялись его точные координаты.

Работа кранов и большое количество окружающих конструкций над антеннами спутниковых приемников являлись причиной искажений и пропадания сигнала, а также возникновения фазовых искажений от переотраженного сигнала.

Для уменьшения их влияния антенны размещались на высоких штангах над вертикальными стенами. Кроме того, результаты ГЛОНАСС/GPS-измерений при обработке фильтровались для исключения некачественных данных.

Несмотря на то, что при определении пространственного положения антенн спутниковых приемников точность составляла меньше 10 мм, для геодезического контроля использовались только плановые координаты, измеренные спутниковым методом.

▼ Измерение пространственного положения башни инклинометрами

Поскольку сооружение все время двигалось относительно своей вертикальной оси, точные пространственные координаты точек, определенные с помощью спутниковых приемников в конкретный момент времени, необходимо было «относить» к плановым осям сооружения, которые также нужно было знать на этот момент. Это было непростой задачей, так как ни одна точка конструкции не могла быть измерена повторно, потому что верх здания постоянно надстраивался. Все леса и помосты, которые использовались для опорных то-



Рис. 5
Общий вид инклинометра

чек, были неразрывно связаны со щитами «скользящей» опалубки, постоянно перемещающимися гидравлическими домкратами. Поэтому опорная точка на горизонтальном или вертикальном опалубочном щите или на вертикальной стенке была нестабильна и перемещалась во время движения опалубки.

Для измерения пространственного положения башни на первых 156 этажах железобетонной конструкции сооружения было установлено восемь инклинометров — электронных двухосевых датчиков (рис. 5). Инклинометры смонтировали на кронштейнах, закрепленных на стенах ядра жесткости центральной части башни. Эти датчики позволяют измерять наклон по двум взаимно перпендикулярным направлениям с точностью до 0,2" (2,5 мм на 1 км) и могут передавать информацию о величине наклона в цифровом виде через последовательный порт в режиме реального времени с частотой 1 Гц (одно измерение в секунду). Датчики с помощью кабеля были объединены в единую локальную компьютерную сеть. Программа Leica GNSS QC, установленная на компьютере в офисе, избирательно опрашивала каждый инклинометр, сохраняла и конфигурировала данные от всех датчиков в часовые файлы с секундным интервалом. Это

позволяло по известной высоте установки инклинометров и измеренным значениям их наклона вычислять среднее отклонение возведенного верха башни от вертикали в каждый период времени (принцип «бамбукового удилища»). В любой момент времени можно было определить плановое положение верха конструкции с точностью до 10 мм. Такая точность измерений не знает аналогов и была достигнута благодаря тщательной калибровке каждого инклинометра.

На основе этих данных и измеренных с помощью спутникового оборудования координат проводилась коррекция положения каждого элемента опалубки в соответствии с проектом на краткосрочный период. Другими словами, определялись координаты конструкций, которые будут соответствовать положению башни после прекращения внешних воздействий, в предположении, что конструкция вернется в такое положение, когда внешние воздействия изменятся и примут нормальные значения.

Эта комбинированная система измерений использовалась

с начала проведения строительных работ, практически, с «нулевого уровня», еще до того, как стало происходить наглядное проявление смещений или колебаний. Она была проверена традиционным методом — методом обратной геодезической засечки на контрольную точку. Полученные при проверке положительные результаты были важным этапом, поскольку они не только подтвердили качественно новый метод геодезического контроля возведения столь сложного сооружения, но, главное, вселили уверенность в правильности разработанной технологии.

Со временем были подобраны оптимальные способы фильтрации данных, улучшена обработка потока данных и их представление, а также методы проверки качества и целостности данных. Разработанная технология сделала геодезическое обеспечение строительства башни простым и «прозрачным» процессом, позволила предоставлять исходные данные и осуществлять контроль монтажных и бетонных работ в условиях ограниченной видимости и при любых погодных



Рис. 6
Монтажные работы при установке стальной конструкции надстройки и шпиля (фото Lee In Ku)

условиях без необходимости приостановки работы грузоподъемных механизмов.

▼ Монтаж верхней части металлоконструкции и шпиля

На железобетонном основании на уровне 156-го этажа было необходимо установить стальную конструкцию надстройки и шпиль, которые вместе имели высоту 215 м. Шпиль, длиной более чем 140 м, собирался внутри этой конструкции как вертикальное продолжение трубы и поднимался системами блоков на 87 м, чтобы верхняя точка шпиля достигла отметки, равной 818 м.

После установки металлоконструкции были сняты помосты и леса, что позволило освободить место для установки шпиля на верхнем основании металлоконструкции (рис. 6). Невзирая на значительные колебания здания Burj Dubai, используя оптический отвес и опыт строителей, монтаж шпиля был удачно завершен. В заключении были проведены испытания колонн металлоконструкций и шпиля на вертикальность и отсутствие прогиба. Сборка металлоконструкции надстройки и шпиля заняла около 19 месяцев.

▼ Геодезический мониторинг

При строительстве для обеспечения инженеров и проектировщиков информацией о фактическом состоянии возводимого объекта и оценки соответствия ее проектной документации проводился геодезический мониторинг. Мониторинг оказывает бесценную помощь в понимании процессов, постоянно происходящих в конструкции, вызывающих смещения и усадочные деформации.

Комбинация геодезических и спутниковых измерений в сочетании с точными данными

датчиков наклона дала возможность на всем протяжении строительства определять пространственные координаты башни, изучать смещения ее отдельных элементов и конструкции в целом во времени и предоставлять точные прогнозы ее ожидаемого пространственного положения. Для удаленного и постоянного мониторинга при строительстве башни были созданы и применены программы деформационного и динамического анализа.

Постоянно наблюдались долго- и среднепериодические боковые смещения верха башни, а также периоды и амплитуды короткопериодических колебаний. Фильтрация данных, полученных за длительный период, обеспечила ежедневное отслеживание смещений, вызванных воздействием ветра, грузоподъемных механизмов и солнца, позволяя отбраковывать некачественные данные (не пропускать их или включать частично). Кроме того, разрабатывались и совершенствовались методы регистрации смещений верха здания от воздействия солнечного излучения. Измеренные данные в короткие периоды времени анализировались для выявления высокочастотных колебаний конструкции. Особенно тщательно анализировались данные воздействия сильных ветровых нагрузок или землетрясений. Была собрана важная информация о поведении башни.

В течение строительства также проводились наблюдения других непрерывных деформаций, которые отражались на поведении материалов и происходили в результате как краткосрочных, так и длительных нагрузок на всех стадиях возведения башни. Ядро жесткости и бетонные колонны элас-

тично сжимались, как только бетон подвергался мгновенным или длительным нагрузкам. Это происходило незаметно, раз за разом. Длительные и внимательные наблюдения позволили оценить скорость сжатия элементов и сравнить ее с расчетной. По результатам наблюдений к высоте каждой межэтажной плиты были добавлены «миллиметры» компенсации.

Другие регулярные наблюдения включали высокоточное нивелирование фундаментной плиты, которая длительно и неравномерно нагружалась, для определения ее осадок и наклонов. Кроме того, анализировались и сравнивались с проектными значениями величины деформаций плит перекрытий.

Следует отметить, что в данной статье дано лишь краткое описание возможностей новой технологии геодезического обеспечения строительства высотных сооружений, которая была использована при строительстве здания Burj Dubai. Применение новых методов мониторинга, наряду с традиционными, позволило с высокой точностью контролировать поведение сооружения.

Небоскреб Burj Dubai был успешно возведен благодаря усилиям всех участников строительного процесса.

RESUME

A new technology of the geodetic support of tall structures construction is introduced. This technology is based on the use of the GLONASS/GPS satellite receivers, geodetic equipment and inclination sensors. It was implemented for the Burj Dubai building erection. It is noted that the technology developed has provided for geodetic control and monitoring of all the construction operations under the conditions of restricted visibility and in all weathers.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ NIKON NIVO — ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, ДОСТУПНЫЕ ВСЕМ

А.А. Хомич («Интер-Гео», Екатеринбург)

В 1998 г. окончил Уральский государственный педагогический университет. С 2005 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Интер-Гео».

В.В. Захаров («Интер-Гео», Екатеринбург)

В 1979 г. окончил радиотехнический факультет Уральского государственного технического университета по специальности радиотехник. С 1980 г. работал заместителем начальника специального конструкторского бюро по разработке геодезической техники на ФГУП ПО «УОМЗ». С 2007 г. по настоящее время — руководитель геодезического отдела ООО «Интер-Гео».

Привлекательный эргономичный дизайн, малые габариты и вес, многообразные функциональные возможности, включающие последние достижения оптико-электронной промышленности — так можно коротко охарактеризовать новый модельный ряд электронных тахеометров Nikon Nivo, разработанных совместным предприятием корпорации Nikon и компании Trimble — Nikon-Trimble Co., Ltd. (Япония). Эти приборы были впервые представлены 22–24 сентября 2009 г. на выставке INTERGEO, прошедшей в Германии. С высокой степенью вероятности можно сказать, что на выставке не было ни одного посетителя, который не обратил бы внимание на эти электронные тахеометры. Это еще раз подтверждает, что мир оптико-электронного геодезического приборостроения не стоит на месте, а развивается, предлагая все новые и новые решения. Примером могут служить обе серии электронных тахеометров Nikon Nivo, являющиеся новыми уникальными моделями, которые стали не только более компактными и легкими, но и обладают всеми необходимыми характеристиками для удовлетворения потребностей геодезистов, маркшейдеров, землеустро-



Рис. 1
*Электронный тахеометр
Nikon Nivo 3.M*

ителей, изыскателей, строителей и всех, кто связан с геодезическими измерениями.

В настоящее время эти приборы доступны пользователям в России в нескольких модификациях. Так, электронные тахеометры Nikon Nivo серии М имеют четыре модели: Nivo 2.M, Nivo 3.M (рис. 1), Nivo 5.M и Nivo 5.M W, а Nikon Nivo серии С — три модели: Nivo 2.C, Nivo 3.C и Nivo 5.C (рис. 2). Основные технические характеристики каждой модели приведены в таблице.

Рассмотрим более подробно функциональные возможности,

присущие обеим сериям. Каждый производитель геодезического оборудования старается разработать такое решение, которое бы выгодно отличало его прибор от прибора конкурента. Разработчики электронных тахеометров Nikon Nivo одними из первых сумели разместить в таких малых размерах — 149х145х306 мм, при весе всего 3,6 (3,9) кг столь серьезное техническое решение, которое обеспечивает измерение горизонтальных углов с точностью 2", 3" и 5", расстояний без отра-



Рис. 2
*Электронный тахеометр
Nikon Nivo 5.C*

Основные технические характеристики электронных тахеометров Nikon Nivo

Наименование параметров	Nikon Nivo серии M				Nikon Nivo серии C		
	2.M	3.M	5.M	5.M W	2.C	3.C	5.C
Точность измерения горизонтальных углов, “	2	3	5	5	2	3	5
Увеличение зрительной трубы, крат	30						
Лазерный указатель	Коаксиальный, красный						
Створуказатель	Нет	Есть					
Компенсатор	Жидкостно-электрический, двухосевой						
Диапазон работы компенсатора, ‘	3,5						
Минимальное расстояние фокусирования, м	1,5						
Дальность измерения расстояний на одну призму, м	1,5–3000	1,5–5000			1,5–3000	1,5–5000	
Дальность измерения расстояний без отражателя при коэффициенте отражения поверхности 90%, м	1,5–270	1,5–300			1,5–270	1,5–300	
Точность измерения расстояния D на призму, мм	2 + 2xDкм	3 + 2xDкм			2 + 2xDкм	3 + 2xDкм	
Точность измерения расстояния D без отражателя, мм	3 + 2xDкм						
Интервал измерений, с	От 0,8						
Коммуникационные порты: — серийный порт RS-232C — Bluetooth — USB / количество	Есть Опционально Нет					Нет Есть Есть / 2	
Алфавитно-цифровая клавиатура / количество клавиш	Есть / 25						
Черно-белый LCD-дисплей	Есть						
Цветной QVGA-дисплей	Нет					Есть	
Класс пыле-влагозащиты	IP66						
Внутренняя память	10 000 записей				128 Мбайт (RAM), 128 Мбайт (flash-память)		
Диапазон рабочих температур, °C	От –20 до +50			От –30 до +50	От –20 до +50		
Лазерный центрир с четырьмя уровнями яркости	Опционально						
Время работы при непрерывных измерениях, ч	От 19 до 62	От 10 до 31			От 12 до 28	От 7,5 до 20	
Время зарядки аккумулятора, ч	4						
Размеры прибора (ВхШхД), мм	149х145х306						
Вес прибора без аккумуляторов, кг	3,8	3,6			3,9	3,8	

Примечания:

1. Штатная комплектация — электронный тахеометр, треггер, аккумулятор, зарядное устройство, кейс, инструкция на русском языке. Приборы Nikon Nivo серии M дополнительно комплектуются кабелем передачи данных в компьютер.
2. Рекомендуемые аксессуары — вежа телескопическая, отражатель, штатив.

жателя — до 300 м, а с призмой — 5000 м (для моделей Nivo 2.M и Nivo 2.C — 270 м и 3000 м, соответственно).

В тахеометрах имеется возможность программным путем выполнять настройку любого из режимов — «призма» или «без отражателя». Это позволяет в процессе работы проводить измерения в нужном режиме од-

ним нажатием соответствующей кнопки на панели управления MSR1 или MSR2, экономя время переключения на новый режим.

Дальномерная система тахеометра автоматически отфильтровывает сигналы, отраженные от объектов, находящихся вне поля зрения зрительной трубы. Поэтому для измерения расстояния достаточно навести перек-

рестие сетки нитей зрительной трубы на призму и выполнить фокусировку. В этом случае дальность будет точно определена, даже если на пути визирной оси дальномера находятся помехи (колышущаяся листва деревьев, ограждение в виде сетки «рабица» и т. п.). При измерении расстояния в безотражательном режиме выполнять

фокусирование зрительной трубы на цель не обязательно.

Все модели Nivo оснащены специально разработанной для этого модельного ряда просветленной оптикой, позволяющей получать более яркие и четкие изображения в условиях малой освещенности, снижая нагрузку на глаза, а также быстро и легко проводить линейные и угловые измерения.

Среди новинок следует отметить наличие бесконечных наводящих винтов горизонтального и вертикального кругов. Они не требуют закрепительных винтов, надежно удерживают прибор в нужном направлении и уменьшают количество необходимых действий при наведении на цель, значительно ускоряя процесс измерений. Это особенно эффективно при работе в условиях низких температур, когда работа с закрепительными винтами становится довольно сложной операцией.

Применение абсолютного датчика угла в приборах обеих серий не требует инициализации уровня вертикального круга, что позволяет сэкономить время при установке прибора на точку.



Рис. 4

Размещение аккумуляторов в электронном тахеометре Nikon Nivo

В штатную комплектацию электронных тахеометров Nikon Nivo входит оптический отвес, а также опционально имеется возможность установки лазерного отвеса, который необходим при работе в условиях плохой освещенности (на строительных площадках, в помещениях, при маркшейдерских работах и т. п.). Кроме того, наличие видимого лазерного луча отвеса позволяет значительно упростить процесс центрирования прибора и, главное, сократить время. До выпуска приборов Nikon Nivo лазерным отвесом были оснащены только приборы, выпускаемые компанией Leica Geosystems. Компания Nikon-Trimble — второй производитель в мире, который предлагает такую опцию.

Еще одним нововведением, реализованным в Nikon Nivo, является «смещенная» ручка для переноса прибора. Предложенная конструкция ручки не только приятна для визуального восприятия прибора, но и дает возможность выполнять измерения вертикальных углов при близком расположении визирной оси зрительной трубы тахеометра к зениту или надиру. Это особенно актуально при геодезическом обеспечении строительства зданий и сооружений повышенной этажности, лифтовых шахт и т. д. Нет необходимости снимать ручку, как у других приборов — достаточно просто повернуть зрительную трубу на нужный угол и выполнять измерения (рис. 3).

Все приборы оснащены лазерным коаксиальным указателем красного цвета, который обеспечивает точное наведение на цель. При этом луч лазера виден не только специалисту, выполняющему измерения, но и людям, расположенным в нескольких метрах от него. Это особенно важно при геодезическом обеспечении строительства, например, для задания осей со-



Рис. 3

Визирная ось зрительной трубы электронного тахеометра в положении, близком к зениту

оружия или монтаже крупногабаритных конструкций.

Другой примечательной особенностью электронных тахеометров Nikon Nivo является организация электропитания. Каждый прибор оснащен двумя Li-Ion аккумуляторами с электрическим напряжением 3,8 В и емкостью 5200 мАч, выпускаемыми компанией Nikon, что гарантирует их высокое качество. Аккумуляторы расположены в вертикальных стойках прибора, напротив друга (рис. 4). В случае необходимости замены одного из аккумуляторов в процессе измерений, прибор не нужно выключать, так как второй аккумулятор поддерживает тахеометр в рабочем состоянии. Обеспечивается так называемая «горячая» замена аккумуляторов. Это позволяет увеличить время измерений с помощью тахеометра в полевых условиях, как минимум, в два раза. В комплекте с приборами поставляется зарядное устройство.

Приборы Nikon Nivo имеют высокий класс пыле-влагозащиты IP66, что обеспечивает их надежную работу на строительных площадках, в горнодобывающих карьерах и шахтах, а также при топографических съемках в сложных погодных-климатических условиях. Кроме того, с помощью модели Nikon Nivo 5.M W можно выполнять измерения при отрицательной температуре воздуха до -30°C .

Электронные тахеометры Nikon Nivo имеют встроенное полевое программное обеспечение (ПО) Spectra Precision Survey Pro, предоставляющее полный набор типовых геодезических задач, решаемых в полевых условиях. Функциональные возможности ПО Survey Pro были разработаны на основе обратной связи с геодезистами. Каждая новая версия этого ПО построена на практическом опыте. Данные, получаемые с помощью ПО Survey Pro, совместимы с данными всех приборов, выпускаемых под маркой Spectra Precision и Nikon, а также многих других производителей. Survey Pro дополнительно является мощным и гибким средством для интеграции данных, получаемых различными исполнителями с помощью этих приборов, обеспечивая значительное преимущество в условиях жесткой конкуренции в области геодезических измерений.

Для дальнейшей обработки результатов полевых измерений в камеральных условиях, например, в ПО Spectra Precision Survey Office, в электронных тахеометрах Nikon Nivo предусмотрено несколько способов передачи данных в персональный компьютер или ноутбук. Так, приборы Nikon Nivo серии M имеют один серийный коммуникационный порт RS-232C, через который осуществляется подключение интерфейсного кабеля для передачи данных в компьютер. Кроме того, для подключения внешнего контроллера или КПК дополнительно может быть предусмотрена поддержка беспроводного протокола передачи данных Bluetooth.

В приборах Nikon Nivo серии S средства передачи данных намного расширены. Кроме серийного коммуникационного порта RS-232C и беспроводного протокола передачи данных Bluetooth, имеются два высокоскоростных порта обмена данными USB. Они позволяют, с одной

стороны, расширить внутреннюю память электронного тахеометра в 128 Мбайт до любых размеров, подключив съемную flash-карту памяти (в стандартной комплектации она имеет объем 128 Мбайт). С другой стороны, результаты измерений можно без особого труда записать на внешний flash-накопитель и затем «перенести» в компьютер для последующей камеральной обработки. Такой способ передачи данных с прибора на компьютер более надежен, поскольку исключает необходимость подключения интерфейсного кабеля, который может выйти из строя и потребует непосредственного наличия электронного тахеометра в офисе.

Если электронные тахеометры Nikon Nivo серии M имеют одностороннюю алфавитно-цифровую клавиатуру, графический черно-белый LCD-дисплей с разрешением 128x64 пикселей и подсветкой, то приборы серии S для более эффективно-го высокоточного измерения углов и расстояний укомплектованы двумя дисплеями: одним — как у серии M, а вторым — 16-битным, цветным QVGA-дисплеем с сенсорным экраном, разрешением 320x240 пикселей и подсветкой (рис. 5). Наличие сенсорного экрана значительно облегчает работу геодезиста при наборе данных, особенно в условиях отрицательных температур. Цветной экран позволяет лучше воспринимать информацию на дисплее. Сенсорный экран также ускоряет доступ к меню и разделам ПО для быстрого регулярного управления данными.

Особо следует подчеркнуть наличие в электронных тахеометрах Nikon Nivo серии S процессора Marvell PXA300 XScale с частотой 624 МГц, работающего под управлением операционной системы (ОС) Windows CE с дополнительными функциями. На цветном дисплее ОС Windows CE поддерживает полную «всплы-



Рис. 5

Цветной QVGA-дисплей с сенсорным экраном электронного тахеометра Nikon Nivo 5.C

вающую» алфавитно-цифровую клавиатуру, позволяющую пользователю быстро и точно вводить данные. Предоставляется возможность устанавливать прикладные программы, которые могут решать дополнительные задачи при съемке и обработке данных.

Новые эргономичные и дизайнерские решения, уникальная облегченная конструкция и малый размер, наличие практически всех технических решений как программных, так и инженерных, присущих современным геодезическим оптико-электронным приборам, реализованных в тахеометрах Nikon Nivo, показывают их неоспоримые преимущества перед аналогичными электронными тахеометрами других производителей в этом ценовом сегменте.

RESUME

The main technical characteristics of the seven models of the Nikon Nivo total stations of the M and S series are given. Groundbreaking design, soft- and hardware solutions are noted which have made it possible for the developers to implement the very up-to-date achievements in the optico-electronic industry in the field of geodetic device engineering in the light-weight and small-size instrumentation construction.

СОТРУДНИЧЕСТВО НАУЧНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ, ГЕРМАНИИ И АВСТРИИ

23 сентября 2009 г. в на факультете геоматики Университета прикладных наук Карлсруэ (Германия) состоялась встреча и подписание меморандума о сотрудничестве Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), Университета прикладных наук Карлсруэ и Университета прикладных наук Берлина с рядом научных и производственных геодезических организаций Австрии, Германии и России. Инициаторами укрепления взаимных контактов выступили: директор Научно-исследовательского центра «Геодинамика» МИИГАиК В.Я. Лобазов, профессор Университета прикладных наук Карлсруэ Р. Ягер (R. Jager) и профессор факультета строительного дела и геоинформатики Университета прикладных наук Берлина Б.Е. Резник.

Идея сотрудничества учебных и научных подразделений университетов с производственными организациями далеко не нова, но чаще всего связь науки и производства только декларировалась, оставаясь на бумаге, и не завершалась практической реализацией, так как упиралась в отсутствие долговременных совместных научных и коммерческих проектов. При этом производственные организации не уделяли достаточного внимания научным разработкам университетов, а университеты отрывались от потребностей практики. Но опыт последних лет показывает, что производственные организации, внедряющие совре-

менные наукоемкие технологии, оказываются более конкурентоспособными, а университеты, предлагающие производству новые технологии, получают дополнительные финансовые возможности для научных исследований и становятся более привлекательными как учебные заведения. Поэтому в основу сотрудничества университетов были положены, в первую очередь, производственные проекты и договоры, которые на протяжении многих лет вели и ведут их научные подразделения и кафедры.

НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК (www.geodinamika.ru) выполнил ряд проектов, среди которых следует отметить:

— создание спутниковых геодезических сетей, включая опорные межевые сети субъектов РФ и опорные геодезические сети городов в России и странах СНГ (за создание опорной геодезической и геодинамической сети г. Москвы коллектив МИИГАиК был награжден премией им. Ф.Н. Красовского);

— комплексное геодезическое обеспечение авиации России и ряда стран СНГ;

— мониторинг инженерных сооружений, а также памятников архитектуры и культурного наследия (на протяжении последних 13 лет ведется контроль за стабильностью памятников архитектуры музея-заповедника «Московский Кремль»).

Исследовательская группа «Геоматика» Института прикладных исследований Университета прикладных наук

Карлсруэ (www.hs-karlsruhe.de) на протяжении многих лет ведет проекты:

— **GOCA** (www.goca.info) — система контроля в режиме реального времени и раннего оповещения чрезвычайных ситуаций (проект реализован в виде системы раннего оповещения в Альпах, при наблюдениях крупных инженерных комплексов и гидротехнических сооружений в Европе, совместно с МИИГАиК, как программный элемент системы контроля за стабильностью памятников музея-заповедника «Московский Кремль»);

— **DFHBF** (www.dfhbf.de) — система построения высотной модели геоида на локальном участке земной поверхности, основанная на методе М.С. Молоденского;

— **MONIKA** (www.geozilla.de) — программа мониторинга крупных сетей ГНСС с целью выявления локальных деформаций участков земной поверхности и геодинамических исследований (в настоящее время используется при мониторинге станций ГНСС федеральной земли Баден-Вюртемберг в Германии).

Факультет строительного дела и геоинформатики Университета прикладных наук Берлина (www.beuth-hochschule.de) объединяет студентов, обучающихся по специальностям: прикладная геодезия, картография, геоинформатика и строительство. Основными направлениями научной работы факультета являются:

— исследования в области фотограмметрии, наземного ла-

зерного сканирования и дистанционного зондирования Земли из космоса;

— разработки специализированных геоинформационных систем;

— мониторинг технического состояния инженерных сооружений.

Сотрудниками факультета накоплен большой опыт организации непрерывных измерений и обработки деформационных процессов, происходящих на инженерных сооружениях. Так, в последние годы были успешно реализованы наблюдения за конструктивными элементами на водном перекрестке Магдебурга в Германии (см. Геопрофи. — 2008. — № 4. — С. 4–10), на мостовых переходах в Берлине, оползневых участках в Армении и некоторых других объектах (<http://prof.beuth-hochschule.de/resnik>).

Начало подготовительных работ по формированию сотрудничества было положено в мае 2009 г., когда в рамках юбилейных мероприятий МИИГАиК были проведены три технических семинара по вопросам использования современных технологий при реализации достаточно сложных производственных проектов:

— комплексное геодезическое обеспечение гражданской авиации как составной элемент обеспечения безопасности полетов (заказчики — аэронавигационные службы и администрации аэропортов России и стран СНГ);

— комплексный геодезический мониторинг мостов в условиях Крайнего Севера (заказчик — ИЦ «Ямал»);

— геодезический мониторинг деформаций инженерных сооружений и объектов строительства, дальнейшее развитие геодинимических полигонов (заказчик — администрация архитектурного комплекса музея-заповедника «Московский Кремль»).

В ходе обсуждения внимание участников семинаров было сосредоточено на следующих основных направлениях.

1. Обеспечение гражданской авиации необходимой и качественной геодезической информацией на этапах:

— строительства и реконструкции основных сооружений аэродрома — взлетно-посадочных полос, рулежных дорожек, перронов и т. д.;

— эксплуатации аэровокзалных комплексов (ГИС аэровокзала) и систем управления движения воздушных судов и подвижных объектов на летном поле (ГИС летного поля);

— разработки расчетных схем взлета и посадки, а также безопасности полета воздушных судов.

2. Строительство и обеспечение надежной эксплуатации сложных инженерных сооружений в трудных физико-географических условиях, особенно в условиях Крайнего Севера.

Это сложная задача, требующая нестандартных решений, позволяющих обеспечить высокую точность, актуальность и объективность информации за счет максимальной автоматизации системы контроля за стабильностью объектов при минимальном участии геодезистов. Трудности, с которыми приходится сталкиваться, проводя геодезические работы в условиях Крайнего Севера, практически исключают применение большинства традиционных геодезических методов.

3. Отсутствие должного внимания к комплексному подходу при разработке систем контроля памятников культурного наследия и архитектуры со стороны геодезистов.

Это одно из слабых звеньев, поскольку именно геодезисты призваны первыми информировать как о нарушении геометрических параметров объекта в пространстве, так и направлении развития этих нарушений во вре-

мени, будь то вертикальные деформации или горизонтальные смещения всего объекта или его отдельных элементов. Здания, простоявшие столетия, должны продолжать «жить», радуя новые поколения, а система контроля обязана как доктор не только фиксировать «здоровье» объекта, но и указывать на причины заболеваний, чтобы принимать правильные действия для обеспечения их стабильного состояния.

Обсуждение опыта реализации проектов по данным направлениям переросло в совместные коммерческие договоры и явилось той недостающей основой, которая смогла объединить организации и подвести их к подписанию протокола о сотрудничестве.

Кроме отмеченных выше учебных заведений в качестве партнеров и экспертов были приглашены производственные организации Австрии и Германии, заинтересованные работать на российском рынке.

Компания **Vermessung Angst ZT GmbH** (Вена, Австрия, www.angst.at) основана в 1968 г. И. Ангстом (J. Angst). В настоящее время это ведущая геодезическая организация Австрии, имеющая десятки филиалов в различных странах Европы, входящих в концерн GEODIS. Vermessung Angst ZT является головной организацией по ведению ГИС Вены и ряда аэропортов Австрии и Германии. В июне 2009 г. Федеральный президент Республики Австрия присудил И. Ангсту почетное звание «Советник по вопросам строительства».

Фирма **VMT** (Брухзаль, Германия, www.vmt-gmbh.de) — разработчик автоматизированных систем контроля и навигации в подземном строительстве. Компания более 15 лет занимается навигационными системами для тоннелепроходческих комплексов. В настоящее время фирма имеет 6 дочерних фирм, разбросанных по всему миру, в том

числе в Санкт-Петербурге. Впервые в России фирма заявила о себе при строительстве Лефортовского тоннеля в Москве. Во время строительства использовался тоннелепроходческий комплекс, который применялся на четвертом тоннеле, проложенном под Эльбой в Гамбурге (Германия), и на Готардском тоннеле в Швейцарии. Оборудование VMT было применено во многих сотнях других успешно завершённых проектах по точной проходке тоннелей.



Встреча участников меморандума на факультете геоматики Университета прикладных наук Карлсруэ



Меморандум о сотрудничестве подписывается Р. Ягер (слева — И. Ангст, справа — В.Я. Лобазов)

Фирма **FACOS** (Германия) — ведущая геодезическая организация по ведению ГИС аэропортов г. Мюнхена. Она является структурным подразделением Vermessung Angst ZT и выполняет разработку ГИС-проектов для ряда аэропортов Австрии и Германии.

Кроме того, идею сотрудничества поддержали ряд производственных организаций России, заинтересованных во внедрении современных технологий, новых приборов и программного обеспечения.

«Фирма Г.Ф.К.» (www.gfk-leica.ru) — одна из основных поставщиков на российском рынке современных технологий, приборов и систем для геодезических измерений ведущих мировых фирм-производителей, таких как Leica Geosystems (Швейцария), Amberg Technologies (Швейцария), DMT

(Германия) и др. Компания с 1992 г. тесно сотрудничает с МИИГАиК и является участником большинства проектов, выполненных НИЦ «Геодинамика». Основная цель компании — широкое внедрение передовых технологий, оказание содействия заказчикам и партнерам в решении поставленных задач, в повышении производительности и прибыльности работы, а также в обеспечении высоких стандартов качества и безопасности деятельности.

В ходе встречи участников соглашения в Карлсруэ был подписан меморандум о сотрудничестве «Совершенствование геодезического обеспечения строительства и эксплуатации инженерных объектов, памятников культуры и архитектуры и аэропортовых комплексов», выбраны председатель и секретари, согласована программа научных исследований, совместных публикаций и докладов, а также обсуждены перспективные направления работ.

По предложению российской стороны председателем был избран Р. Ягер, известный своей научной деятельностью в Европе и являющийся почетным профессором Сибирской государственной геодезической академии и членом кафедры геоинформатики Западно-Венгерского университета. Секретарями по предложению И. Ангста были

избраны: от российской стороны — В.Я. Лобазов и от немецкой стороны — Б.Е. Резник.

В подписанном меморандуме подробно отражены цели и задачи сотрудничества (текст меморандума на русском и немецком языках размещен на сайте www.geodinamika.ru), главными из которых являются следующие:

- информировать российских специалистов о новых технологиях, приборах и программном обеспечении, которые могут быть реализованы в сложных и наукоемких проектах;

- оказать практическую помощь разработчикам в продвижении их перспективных технологических решений;

- содействовать обучению студентов новым технологиям, практическим навыкам работы с современным геодезическим оборудованием и программным обеспечением.

В следующих номерах журнала «Геопрофи» планируется более детально представить участников соглашения и результаты совместных проектов в рамках сотрудничества, в которых могут быть заинтересованы потребители геодезической информации.

В.В. Лобазов (НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК), **А.А. Майоров** (МИИГАиК), **Б.Е. Резник** (Университет прикладных наук Берлина), **Р. Ягер** (Университет прикладных наук Карлсруэ)

СКВОЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В ПРОГРАММЕ GEONICS ЖЕЛДОР

Ю.А. Курило (Группа компаний CSoft)

В 2002 г. окончил факультет «Строительство железных дорог» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) по специальности «инженер путей сообщения». После окончания университета учился в аспирантуре на кафедре «Геодезия, геоинформатика и навигация». С 2003 г. работал в ПЧ 12 Московской железной дороги, с 2004 г. — на кафедре «Геодезия, геоинформатика и навигация» МИИТ. С 2005 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — главный специалист направления «Инфраструктура и градостроительство».

В.И. Чешева (Группа компаний CSoft)

В 1978 г. окончила Московский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева (в настоящее время — Московский государственный строительный университет) по специальности «инженер-строитель». После окончания института работала в Оргэнергострое, с 1980 г. — в Московском государственном проектном институте, с 1992 г. — в Гипропищепром-3, с 1994 г. — в компании «ИнфАрс». С 1999 г. работает в компании CSoft («Автограф»), в настоящее время — директор направления «Инфраструктура и градостроительство». Кандидат технических наук. Доктор философии.

В настоящее время ведущие мировые поставщики и небольшие отечественные фирмы предлагают целый ряд геоинженерных комплексов и отдельных программ для проектирования инженерных сооружений различных как по структуре и набору решаемых задач, так и ориентированности на ГИС-технологии. Тем не менее, остается острая необходимость в эффективных, интегрированных системах, обладающих следующими возможностями:

- выполнять сквозное («бесшовное») проектирование, охватывающее всю технологическую линию — изыскания, проектирование, строительство и эксплуатацию;

- в качестве основы использовать промышленные платформы с открытой архитектурой, гарантирующие мировой стандарт «де-факто»;

- работать в стандартном интерфейсе;

- учитывать особенности, нормы и традиции «национальных изысканий» и «националь-

ного проектирования», т. е. соответствовать принятым в России нормативам, сложившейся технологии проектирования, механизмам взаимодействия и т. п.

Усилия коллектива группы компаний CSoft направлены на реализацию такого проекта в виде интегрированного программного комплекса для геоин-

женерного моделирования и проектирования GeonICS.

К основным требованиям, которым должны удовлетворять геоинженерные системы, относится, прежде всего, совместимость на первых двух этапах технологической линии: изысканий и проектирования. В настоящее время комплекс GeonICS позволяет:

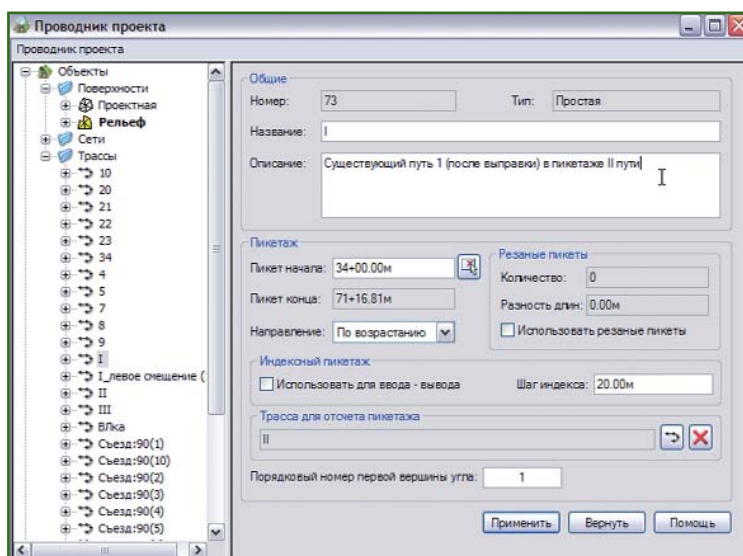


Рис. 1
Общий вид проводника проекта

— изыскателям — создавать и редактировать цифровые модели местности — крупномасштабные топографические планы, трехмерные модели рельефа, объемные инженерно-геологические модели и модели инженерных сетей;

— разработчикам внешних инженерных сетей, специалистам, занимающимся территориальным планированием и разработкой генпланов, и проектировщикам таких сложных комплексных линейных объектов, как, например, железные дороги — создавать трехмерные модели проектируемых объектов и готовить необходимые чертежи.

Подобного рода комплексы — «геооперационные» системы — интегрируют в себе целый спектр различных приложений и подсистем.

В процессе проектирования немаловажное значение имеет возможность быстро получить требуемую конфигурацию проектируемого объекта и разработать рабочие чертежи. При поэлементном редактировании затрачивается значительное время на многократное внесение изменений в один и тот же элемент проекта. Заложенная в комплексе технология позволяет работать с объектом. В этом случае при редактировании входящих в него элементов автоматически генерируются ведомости внесенных изменений, которые учитываются в дальнейшем.

Любая трасса в программе GeonICS рассматривается как специальный объект, состоящий из геометрических элементов: прямых, кривых, переходных кривых. Трассы хранятся в проекте и отображаются на чертеже. Отображение трасс на чертеже, в частности, подписей трасс, управляется стилями (рис. 1). Существуют подписи разных видов, в том числе с учетом данных с профилей.

На этапе разработки проекта линейного объекта выделяются



Рис. 2

Пример проектирования трассы вручную

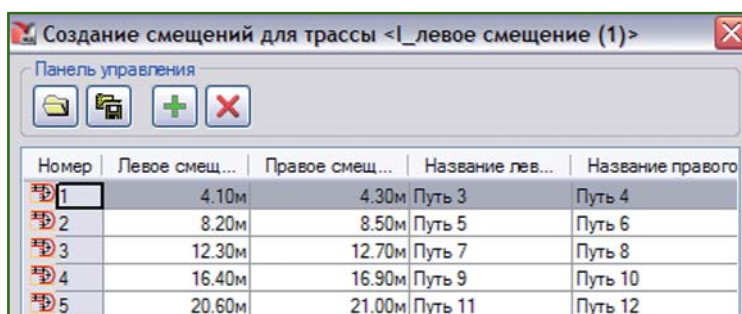


Рис. 3

Пример создания смещений

следующие основные стадии: проектирование трассы в плане и построение профиля проектируемой трассы. Рассмотрим их более подробно.

▼ Проектирование трассы в плане

При иницировании команд создания трассы появляется окно, в котором необходимо указать название трассы, задать пикетаж и основные настройки.

Пикетаж может вводиться как в виде пикетов (номер пикета + расстояние в метрах от пикета до пикетной точки), так и в виде пикетажного значения (расстояние в метрах от нулевого пикета до пикетной точки).

В начале проектирования трассы достаточно выбрать предварительно настроенный стиль, имеющийся в шаблоне «Проектный» (отображение элементов геометрии), и набор подписей «Стандартный» (подписи элементов на трассе).

Уже на этапе создания проектной трассы задаются ограничения геометрии плана и профиля по категории.

При проектировании линейных объектов можно воспользоваться несколькими способами создания трассы как системы объектов.

1. Проектирование трассы по геометрическим элементам. Для этих целей в программном комплексе GeonICS ЖЕЛДОР имеется большой набор инструментов для создания и редактирования

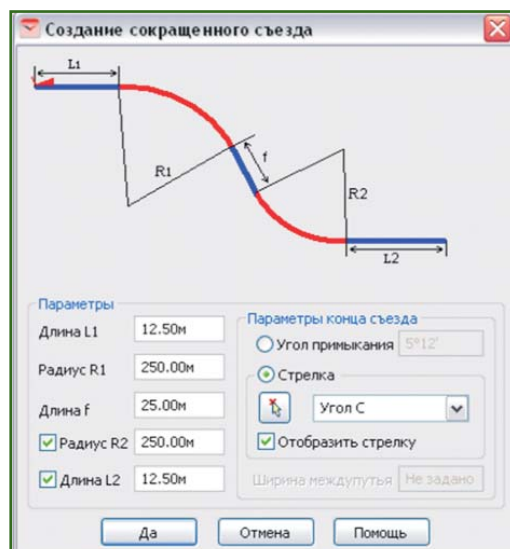
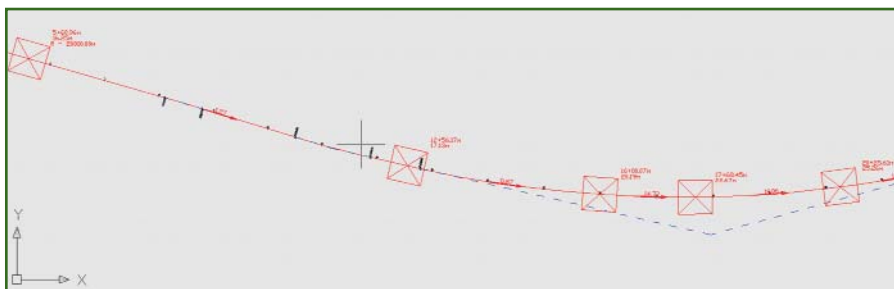


Рис. 4

Пример создания сокращенного съезда

**Рис. 5***Пример построения профиля по плану трассы*

геометрически сложных трасс.

2. Трассирование вручную (в том числе по поверхности). Доступен ряд установок, позволяющих уже при указании вершин углов трассы автоматически вписывать криволинейные элементы с их динамическим изменением размеров при перемещении элементов объекта трассы за «ручки» (рис. 2). Редактировать данные также можно через окна свойств, таблицы и специальные редакторы.

3. Создание смещенной трассы (аналогично команде AutoCAD «Подобие») (рис. 3).

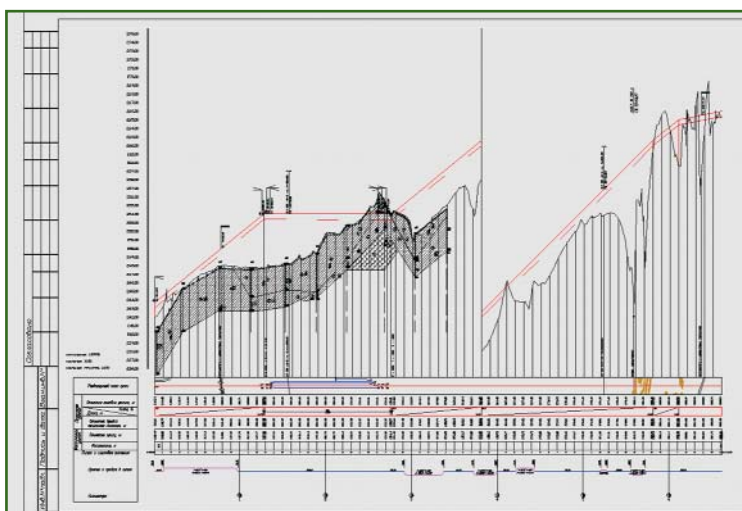
4. Проектирование трассы по существующим элементам, 3D полилиниям, трассирование с руководящим уклоном.

5. Разработка съездов, а также железнодорожных объектов — «Стрелочный перевод» и «Излом» (рис. 4).

6. Проектирование трассы на основе нескольких трасс.

7. Проектирование трассы на основе изыскательских трасс, подготовленных в модулях «Съемка» и «Выправка» (см. «Геопроектирование» № 2-2009, № 4-2009). Эти трассы могут применяться при оформлении топографического плана (для выноса незакодированных габаритов, междупутий и т. п.) и подпрофильной таблицы (для отображения геометрии плана, вывода проектных сдвигов и т. п.)

Проектирование трассы в плане завершается ее оформлением. При оформлении трассы можно использовать динамические подписи элементов

**Рис. 6***Пример оформления профиля трассы*

трасс и выводить ведомости по этим элементам. Доступны различные выноски — пикета/смещения, подписи объектов, указатели уклонов с профиля трассы, сноски данных в координатную таблицу и т. п. Завершается оформление трассы отрисовкой рамок и штампа. Подготовленный таким образом план трассы можно отправлять на печать.

▼ Построение профиля проектируемой трассы

При создании профиля проектируемой трассы можно воспользоваться несколькими способами.

1. Создание и редактирование профиля вручную.

2. Построение профиля по плану трассы (рис. 5).

3. Создание профиля по элементам, 3D полилиниям. В программе имеется геометрический конструктор для линий профиля

(аналогичен геометрическим элементам в плане).

После построения одним из этих способов проектного профиля приступают к его оформлению. При этом доступен ряд утилит, позволяющих автоматизировать получение данных на пересечениях (их оформлением на линии профиля с необходимыми подписями), ситуации с плана трассы, построение гео-

метрии трассы, графиков сдвижек, а также разнообразной информации по объектам, относящимся к пути (рис. 6).

При изменении элементов трассы и профиля выполняется автоматическое обновление данных на линии профиля и в подпрофильной таблице.

Подготовленные чертежи профилей после косметической коррекции (при разбиении объектов Geonics получаются примитивы AutoCAD) можно отправлять на печать.

RESUME

General information is given on the main requirements which geo-engineering software should meet to design engineering constructions. A sequence of design work is presented as well as the procedure of preparing detailed design drawings at the various design stages using the Geonics software.

ОБРАБОТКА В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ АЭРОСНИМКОВ С КАМЕРЫ DMC В ПО «ЦФС-ТАЛКА»

А.И. Алчинов (ИПУ РАН)

В 1972 г. окончил Ленинградское военно-топографическое училище, в 1982 г. — геодезический факультет Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева. В настоящее время — заведующий 22-й лабораторией Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, президент Группы компаний «Талка». Доктор технических наук, профессор. Заслуженный работник геодезии и картографии РФ.

В.Б. Кекелидзе («Талка-ТДВ»)

В 2000 г. окончил горный факультет Московского открытого университета по специальности «горный инженер-маркшейдер». С 2000 г. по настоящее время — младший научный сотрудник 22-й лаборатории ИПУ РАН. С 2002 г. — заместитель генерального директора НПФ «Талка-ТДВ».

Материалы аэросъемки, полученные с помощью цифровой топографической камеры DMC, разработанной Z/I Imaging Corp. (США), могут быть обработаны за короткое время в автоматическом режиме в программном обеспечении (ПО) «ЦФС-Талка» с целью создания ортофотоплана, соответствующего требованиям действующих инструкций.

Коротко остановимся на основных отличиях цифровых снимков, полученных с помощью камеры DMC (рис. 1).

Эти снимки имеют высокое геометрическое и радиометрическое качество изображений. Например, остаточная дисторсия составляет величину менее одного пикселя. Для сравнения, остаточная дисторсия у других цифровых камер, с помощью которых в настоящее время выполняется аэросъемка, может составлять от 50 до 100 пикселей по краям.

Камера DMC позволяет получать цветные снимки в формате TIFF без сжатия, в результа-

те чего они не теряют качества. Другие цифровые камеры сжимают изображения в формате JPG, и в некоторых случаях коэффициент сжатия у них настолько большой, что приводит к заметному ухудшению качества снимков.

В поступившем на обработку проекте использовалось навигационное и геодезическое спутниковое оборудование. В результате аэросъемка была выполнена со строгим соблюдением продольных и поперечных перекрытий, а межмаршрутные снимки располагались друг под другом с точностью до 3%. Всего на обработку было получено 750 снимков.

Работа выполнялась на компьютере с четырехъядерным процессором, объемом памяти 4 Гбайт, жестким диском размером 1 Тбайт, под управлением операционной системы Windows XP. Фотограмметрическая обработка осуществлялась с использованием ПО «ЦФС-Талка».

Перед началом работы снимки были конвертированы в формат TiledTIFF24bit. Указанный формат поддерживает пирамиду изображений, что позволяет быстро открывать на компьютере большое количество сним-



Рис. 1

Фрагмент цифрового изображения, полученного с помощью камеры DMC

ков. Снимки на нечетных маршрутах были развернуты на 180°. Соотнесение снимков с представленной рабочей схемой для определения снимков, подлежащих развороту, и настройка параметров программы заняли 3 часа. Конвертирование снимков выполнялось средствами ПО «ЦФС-Талка» в ночное время без участия операторов и заняло около 15 часов. Исходный размер снимка составлял 300 Мбайт. После конвертирования размер каждого снимка увеличился до 400 Мбайт. Изменение объема необходимо учитывать для того, чтобы предусмотреть достаточно свободного места на жестком диске компьютера перед запуском процесса конвертирования.

В связи с тем, что снимки, получаемые с помощью камеры DMC, являются цифровыми, для внутреннего ориентирования не требуется расставлять координатные метки, достаточно указать фокусное расстояние камеры в пикселях.

Для взаимного ориентирования использовалась функция автоматической расстановки связующих точек. Перед запуском этой функции рекомендуется по возможности точно определить значения продольного и поперечного перекрытий. Это необходимо для того, чтобы программа затрачивала меньше времени на поиск точек. Продольное перекрытие в проекте было измерено на 10 контрольных участках. Расхождение в перекрытии на разных участках составило не более 3%. В параметрах маршрутной схемы были заданы средние значения перекрытий, которые составили: 60% — продольное и 29% — поперечное.

В соответствии с перекрытиями были выложены рамки снимков на подложке. Полученное взаимное положение снимков стало стартовым решением для функции автоматического

взаимного ориентирования снимков.

Для автоматической расстановки использовалась задача «Расставить и пересчитать точки» в ПО «ЦФС-Талка». В параметрах задачи для обработки были выбраны все снимки. Указанная задача сначала находит на снимке контурные места, на которые расставляются связующие точки, а затем эти точки переносятся на соседний снимок с использованием коррелятора. В задаче были выбраны параметры, которые позволяют связывать снимки с высокой точностью, но при этом на ее выполнение тратится значительное время. На обработку 750 снимков потребовалось около 30 часов. Для контроля качества расстановки точек оператором были просмотрены точки, расставленные в автоматическом режиме. Количество точек, поставленных с ошибкой, не превысило 1%, и они были автоматически удалены на этапе расчета взаимного ориентирования. На визуальный контроль расставленных точек было потрачено 2 дня.

Затем в проект были загружены координаты центров фо-

тографирования (проекции) снимков, по которым провели внешнее ориентирование модели. Расчет внешнего ориентирования занял не более 30 минут.

В связи с тем, что определение координат точек планово-высотной подготовки (ПВП) выполнялось полевыми бригадами до проведения аэрофотосъемки, плановое положение этих точек отображалось вручную в виде абриса с привязкой к элементам местности. Для облегчения опознавания точек ПВП их координаты были загружены в проект, а точки — нанесены на снимки по своим координатам с использованием задачи «Поднять опору на снимки». Расхождение между истинным положением точки, которое было определено по абрису, и положением точки, нанесенной по координатам, составило не более 20 см, что говорит о высокой точности координат центров фотографирования снимков. Точки ПВП уточнили по абрисам и провели их совместное уравнивание с координатами центров фотографирования снимков. После уравнивания средняя невязка по точкам ПВП составила 14 см, максимальная не-

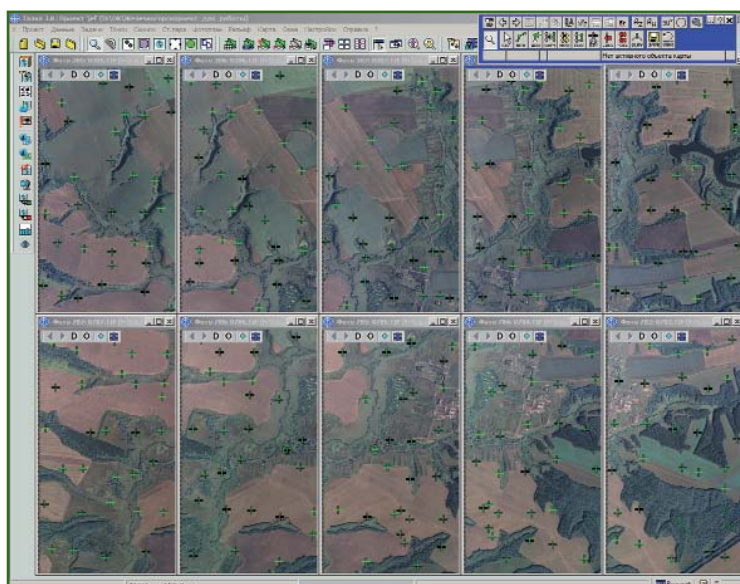


Рис. 2

Пример обработки снимков, полученных с помощью камеры DMC, в ПО «ЦФС-Талка» v.3.8

Затраты времени на создание ортофотоплана масштаба 1:10 000 в ПО «ЦФС-Талка» по 750 цифровым аэроснимкам, полученным с помощью камеры DMC

День	Наименование этапа	Количество времени, ч
1	Подготовка снимков к работе, выбор снимков	3
	Конвертирование снимков	15
2	Создание проекта и введение параметров внутреннего ориентирования, определение средней величины перекрытия в проекте	3
2–3	Взаимное ориентирование снимков (автоматическая расстановка связующих точек)	30
4–5	Визуальный контроль расставленных точек оператором	8+8
6	Расчет внешнего ориентирования по координатам центров фотографирования снимков	0,5
	Нанесение и уточнение точек ПВП по абрисам	3
	Подготовка проекта для автоматического построения рельефа	0,5
6–7	Автоматическое построение рельефа	30
8	Подготовка проекта для создания ортофотопланов	1
	Создание ортофотопланов	23
9	Зарамочное оформление	1
	Подготовка готовой продукции к сдаче	3

вязка — 24 см, средняя невязка по центрам фотографирования — 11 см, максимальная — 25 см.

После внешнего ориентирования проекта для построения рельефа была использована задача из новой версии 3.8 программы «ЦФС-Талка» (рис. 2). Особенностью этой задачи является то, что пикетные точки расставляются автоматически с высокой степенью надежности, не попадая на водоемы, тени, крыши домов и случайные деревья. В результате в населенных пунктах создается не модель местности, а модель рельефа, которая позволяет получать ортофотопланы с высокой точностью.

Для автоматического построения рельефа на одну стереопару, в зависимости от частоты расстановки пикетов, требуется от 1 до 4 минут. В указанном проекте на построение рельефа ушло около 30 часов машинного времени.

Затем была загружена «нарезка», и запущен процесс создания ортофотопланов масштаба 1:10 000 с размером пикселя на местности 60 см в формате TiledTiff24bit (в цвете). Процесс

создания ортофотопланов на весь проект занял около 23 часов. Зарамочное оформление в программе также автоматизировано, оператору необходимо лишь задать надписи в зарамочном оформлении, идентифицирующие изготовителя продукции, дату создания и название района работ. Внесение указанных данных заняло не более получаса, а процесс зарамочного оформления потребовал не более 5 минут на весь проект. Затраты времени на создание готовой продукции приведены в таблице.

Из таблицы видно, что за 9 дней один оператор на одном компьютере может обработать 750 снимков и создать по ним ортофотопланы масштаба 1:10 000.

Кроме того, следует отметить, что в данном случае работа оператора заняла всего 31 час, остальное время было использовано компьютером для различных расчетов.

Так, если в обработке находится несколько проектов, целесообразно процессы, занимающие много машинного времени, запускать вечером в пятницу, чтобы утром, в понедельник,

можно было получить результат, либо, пока выполняются расчеты для одного проекта, выполнять подготовительные работы для других проектов. Как показала практика, для уменьшения машинного времени на различные расчеты рекомендуется исходные снимки, подлежащие обработке, размещать на выносных жестких дисках с высокой скоростью доступа, так как скорость расчета зависит не от частоты процессора, а от времени доступа к диску. В случае, если обращение к снимкам выполняется по сети, скорость обработки падает более чем в 5 раз, а если снимки располагаются на сервере, с которым работают другие операторы, скорость обработки может уменьшиться в 10–20 раз.

RESUME

A sequence is given of an orthophotomap creation with the use of the DPW-Talka software including also the last version 3.8, based on the digital aerial images acquired by the DMC camera. It is noted that an operator is able to process 750 images on a single computer and to create orthophotomaps on a scale of 1:10 000 based on them within nine days.

СОБЫТИЯ

▼ Почетная награда имени профессора А.Л. Островского

В ознаменование памяти выдающегося ученого-геодезиста Украины, профессора Национального университета «Львовская политехника» А.Л. Островского (1923–2008), широко известного не только на Украине, но и за рубежом, Украинское общество геодезии и картографии (УОГиК) и Государственная служба геодезии, картографии и кадастра Украины 4 ноября 2008 г. учредили Почетную награду имени профессора А.Л. Островского.

Профессор А.Л. Островский внес огромный вклад в развитие многих направлений геодезической науки, был создателем и руководителем известной в геодезическом мире научной школы исследования рефракции атмосферы и ее влияния на геодезические измерения. Под его руководством защитили кандидатские и докторские диссертации более 30 ученых, в том числе из России. Он активно развивал сотрудничество ученых Украины и России, неоднократно выступал в качестве оппонента при защите диссертаций в МИИГАиК, был автором около 200 научных трудов, учебников, пособий и до последних дней жизни вел активную научную, педагогическую и общественную деятельность.

А.Л. Островский — участник Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. За мужество и героизм, проявленные в годы войны, он был награжден орденом Славы 2-й степени и 8 боевыми медалями.

За выдающиеся успехи в научной и педагогической деятельности А.Л. Островский награжден орденом «За заслуги» 3-й степени, ему присвоены по-



четные звания «Заслуженный деятель науки и техники Украины», «Почетный геодезист СССР», «Почетный геодезист Украины», «Отличник высшей школы».

Почетную награду имени профессора А.Л. Островского разработали геральдисты г. Львова. Она изготавливается из специальных металлических сплавов по технологиям изготовления государственных наград и имеет форму медали (диаметр — 32 мм, толщина — 2,5 мм), которая крепится к колодке с желто-голубой лентой — цветами государственного флага Украины. Почетная награда носится на левом боку груди, а при наличии нагрудных знаков государственных наград и званий, размещается ниже их.

Решение о награждении почетной наградой имени профессора А.Л. Островского принимается на совместном заседании правления УОГиК и Государственной службы геодезии, картографии и кадастра Украины на основании соответствующих предложений от трудовых коллективов предприятий, организаций, учебных заведений и региональных геодезических обществ. Этой наградой награждаются работники геодезических организаций и предприятий всех форм собственности, геодезических подразделений каких-либо предприятий и организаций Украины, преподавате-

ли и сотрудники высших и специальных учебных заведений топографо-геодезического профиля, а также научно-исследовательских институтов и лабораторий за существенные производственные, научные, педагогические и организационные достижения в области геодезии, картографии и кадастра.

Вручение почетной награды и свидетельства соответствующего образца проводится президентом УОГиК, руководителем Государственной службы геодезии, картографии и кадастра Украины или их уполномоченными лицами.

В 2009 г. медалью наградили нескольких известных ученых-геодезистов из Украины и стран СНГ.

О. Иванчук, И.С. Тревого
(УОГиК)

▼ Внеочередной съезд Русского географического общества (Москва, 17–18 ноября 2009 г.)

Внеочередной съезд Русского географического общества (РГО) был созван в связи с необходимостью внесения изменений в Устав РГО, избрания нового президента организации и выработки концепции ее дальнейшего развития.

17 ноября 2009 г. в Синем зале Президиума РАН состоялось заседание ученого совета РГО, на котором присутствовало около 60 человек, а также прошел съезд, в котором приняли учас-

тие более 200 делегатов и почетных членов общества. Президентом РГО был избран глава МЧС России С.К. Шойгу. Принятые изменения в Уставе восстановили попечительский совет РГО. По просьбе ученого совета общества Председатель правительства РФ В.В. Путин дал согласие стать председателем попечительского совета РГО.

Выступая 18 ноября 2009 г. в Большом зале Президиума РАН, С.К. Шойгу среди приоритетов дальнейшей работы РГО отметил необходимость организации качественного оперативного мониторинга состояния окружающей среды, создания научно-популярных фильмов и тематического Интернет-портала, развития экологического образования и туристического потенциала России. Кроме того, президент РГО предложил создать молодежное отделение.

В.В. Путин, выступивший на съезде РГО, посоветовал Русскому географическому обществу расширить свое участие в решении задач развития Сибири, Дальнего Востока, исследования Арктики и Антарктики, а также экологического обеспечения Олимпийских игр 2014 г. в Сочи.

Географы уже приступили к реализации рассчитанного до 2017 г. проекта по изучению и оценке воздействия Олимпиады-2014 на окружающую среду. Об этом участникам съезда рассказал вице-президент РГО, декан географического факультета, академик РАН Н.С. Касимов. Он также отметил необходимость сохранения природного и культурного наследия России, где важнейшую роль играет реализация концепции образования для устойчивого развития.

В.В. Путин пообещал выделить на развитие деятельности РГО 50 млн руб. для 10 грантов «по тем направлениям, которые выберет само Русское геогра-

фическое общество». В.В. Путин отметил, что возможность сохранения и преумножения знаний, идей во многом зависит от использования качественных механизмов их популяризации. Требуется усиление интеграции СМИ (в первую очередь телеканалов) и РГО для создания тематических программ. Возможно, создание Совета по СМИ при РГО, а также появление нового телеканала.

С.К. Шойгу, отвечая на вопросы журналистов, пояснил, что ВГТРК уже выступила с инициативой по выделению определенного времени в телеэфире. Подводя итоги, почетный президент РГО В.М. Котляков отметил, что к следующему, очередному, съезду РГО, который планируется провести в сентябре 2010 г. в Петрозаводске, РГО придет более сплоченным.

**По материалам
www.geogr.msu.ru**

▼ 4-я Международная конференция «Земля из космоса – наиболее эффективные решения» (Москва, 1–3 декабря 2009 г.)

В конференции, которая прошла в подмосковном комплексе управления делами Президента Российской Федерации «Ватутинки», приняло участие более 500 специалистов из России, СНГ и стран дальнего зарубежья. Организаторами мероприятия выступили ИТЦ «СканЭкс» и НП «Проз-

рачный мир», а спонсорами: ImageSat Int. N.V. (Израиль), SPOT Image S.A. (Франция), Infoterra GmbH (Германия), MDA Corp. (Канада), e-GEOS (Италия) и компания «Яндекс».

В конференции участвовали представители 270 организаций из 27 стран мира: Азербайджана, Армении, Белоруссии, Германии, Израиля, Индии, Индонезии, Испании, Италии, Казахстана, Канады, Латвии, Марокко, Норвегии, Польши, России, Сирии, США, Таджикистана, Таиланда, Турции, Узбекистана, Украины, Франции, Швейцарии, Эстонии и Японии. Абсолютное большинство участников (88%) из России представляли 40 регионов страны. Более 35 % участников конференции представляли коммерческие структуры, по 27 и 28% — государственные и научные, образовательные учреждения.

По сферам деятельности лидировали следующие отрасли (первая пятерка):

1. Наука, образование, космические исследования.
2. Информационные технологии.
3. Лесное хозяйство.
4. Геодезия и картография.
5. Экология и природопользование.

За три дня работы было прослушано 98 устных докладов и представлено 29 стендовых. По сравнению с конференцией

Распределение участников по регионам, %



**Типы организаций
(организационно-правовая форма), %**



2007 г. количество участников увеличилось в полтора раза. Конференция стала крупнейшим событием на территории России и стран СНГ в области космической съемки.

Программа мероприятий была достаточно насыщенной — помимо девяти пленарных и нескольких секционных заседаний были проведены:

- 2 семинара и 6 мастер-классов, посвященных технологиям и средствам обработки данных;

- мастер-класс «Космические данные» (ИТЦ «СканЭкс»);

- мастер-классы ведущих мировых операторов: GeoEye (США), e-GEOS, Infoterra GmbH;

- учредительное собрание Ассоциации «Земля из космоса»;

- мини-конференция «Веб&ГИС»;

- курсы по обработке и тематической интерпретации космических снимков;

- выставка технологий и услуг в сфере данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса.

Конференция открылась пленарным заседанием, посвященным крупным национальным и региональным проектам с использованием космических данных и технологий, на котором выступили представители государственных структур — Федерального космического агентства России, Национального аэрокосмического агентства

сбора решения некоторых проблем управления.

Крупнейшие мировые операторы данных ДЗЗ из космоса рассказали о текущих космических программах и поделились планами по запуску перспективных космических аппаратов (КА) ДЗЗ на пленарном заседании «Программы космической съемки Земли». Были прослушаны доклады представителей компаний-операторов данных, получаемых с помощью оп-



Азербайджана, ГНО «Центр геодезии и картографии» (Армения), а также представители бизнес-сообщества — ИТЦ «СканЭкс» и Geosystems Polska Ltd. (Польша).

В рамках пленарного заседания «Региональное управление» состоялось обсуждение вопросов использования спутниковой информации для решения задач региональной экономики, мобилизации доходов от земельного налога, аренды и продажи земель в местные бюджеты, применения спутниковых снимков в задачах управления и распоряжения земельно-имущественным комплексом железных дорог России; использования космических снимков при выполнении крупных картографических проектов, а также создания региональных центров космического мониторинга на базе университетов как спо-

тико-электронных систем: ImageSat International N.V. (КА EROS A и EROS), Spot Image S.A. (серия спутников Pleiades), GeoEye (GeoEye-1), Hitachi Software Engineering Co. (WorldView-1 и WorldView b-2). Среди новых участников, представляющих данные ДЗЗ этого типа, следует отметить выступление специалистов Агентства по развитию геоинформатики и космических технологий Таиланда (GISTDA) с презентацией результатов первого года работы КА THEOS. О радиолокационных данных ДЗЗ рассказали операторы космических аппаратов: CosmoSkyMed (e-GEOS), TerraSAR-X (Infoterra GmbH) и RADARSAT-2 (MDA). Последний доклад прозвучал в рамках пленарного заседания «Спутниковые методы мониторинга морских акваторий».

На остальных пленарных заседаниях обсуждались проблемы и методы использования данных ДЗЗ из космоса в режиме мониторинга для решения задач в различных областях.

Стихийные бедствия и чрезвычайные ситуации. Прозвучало шесть докладов представителей Италии, Швейцарии, России и Казахстана по вопросам снижения рисков при стихийных бедствиях и оценки последствий чрезвычайных ситуаций.

Морские акватории. Этой теме было посвящено семь докладов участников из Норвегии, Канады, Франции и России. На заседании было подчеркнуто, что достигнутый уровень отечественных технологий позволяет создать национальную систему оперативного спутникового мониторинга нефтяных загрязнений, принимать системные меры по защите экологического состояния, выявлять суда, причастные к загрязнению, оказывать информационную поддержку оперативным действиям по ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов.

Лесное хозяйство. По этому направлению представители из

России и Германии сделали пять докладов. Заместитель генерального директора «Рослесинфорга» В.Н. Манович в своем докладе подчеркнул переход на новый качественный уровень сотрудничества органов «Рослесинфорга» и ИТЦ «СканЭкс» за последние два года. Участники заседания поднимали вопросы более быстрого перехода на съемку лесных массивов из космоса средствами, обеспечивающими пространственное разрешение 2,5 м, а также отмечали необходимость поставки данных не только федеральным, но и региональным органам лесного хозяйства.

Сельское хозяйство. Прозвучало пять докладов из России, Украины и Казахстана, в которых основное внимание было уделено использованию мультиспектральных данных ДЗЗ из космоса в сочетании с геоинформационными технологиями. Разгорелась оживленная дискуссия о функциональности применяемых геоинформационных приложений и методов пространственного анализа, а также вопросах секретности и лицензионной чистоты картографических материалов крупных масштабов. Если первый вопрос сводился скорее к предпочтениям пользователей в оценке эффективности того или иного программного обеспечения, то второй оказался наиболее проблемным. Дискуссия показала, что проблема секретности и лицензионной чистоты картографической продукции актуальна, а пользователи космических снимков по-разному понимают многие ее аспекты.

Охрана природы. Шесть докладов из России были посвящены использованию космических снимков для оценки антропогенной нагрузки и возможным путям снижения ее воздействия на природу, а также геопорталов для размещения в открытом

доступе пространственной природоохранной информации.

Вопросы специализированного гидрометеобеспечения обсуждались на отдельном секционном заседании, на котором было представлено пять докладов из России.

Интеграция науки, образования и бизнеса в интересах устойчивого развития была рассмотрена на пленарном заседании и двух заседаниях в формате «круглого стола».

Пленарное заседание открыл ректор МИИГАиК В.А. Малинников, рассказав о развитии системы кадрового обеспечения национальной инфраструктуры пространственных данных и космических технологий позиционирования. Он отметил, что потребность экономики России в специалистах по геодезии и картографии в два раза превышает количество выпускников ведущих вузов. Кроме того, выпускаемые в настоящее время специалисты картографо-геодезического профиля не в полной мере отвечают запросам научно-производственных организаций. Имеется существенная потребность в специалистах по инфраструктуре пространственных данных, по прикладному использованию систем наземной и аэрокосмической навигации.

На проблемах аэрокосмической подготовки выпускников природоведческих вузов остановился и профессор географического факультета МГУ Ю.Ф. Книжников, подчеркнув, что нужны новые программы подготовки магистров, включение в образовательный стандарт нового поколения специальностей «картография» и «геоинформатика» в области применения дистанционных методов для решения проблем устойчивого развития территорий и дополнительная подготовка географов разной специализации в области аэрокосмических методов исследований.



Фактором интеграции науки, образования и бизнеса является создание и развитие университетских учебно-научных инновационных комплексов в сфере геоинформатики и природопользования — отметили в своих выступлениях профессор университета Вальядолид (Испания) Х.-Л. Казанова и проректор Белгородского государственного университета Т.М. Давыденко. На этом пути предстоит решить ряд следующих проблем:

- обеспечение интеграции на всех уровнях взаимодействия образовательных и научных структур с внутренними и внешними потребителями;

- обеспечение междисциплинарного подхода в процессе интеграции;

- содействие учебных заведений развитию территориально-промышленных комплексов региона;

- привлечение представителей бизнес-структур к участию в образовательном и инновационном процессах, управлении высшими учебными заведениями;

- обеспечение экономической заинтересованности субъектов интеграционных процессов, в том числе в рамках частно-государственного партнерства, посредством создания университетских малых инновационных предприятий;

- охрану авторских прав на результаты, полученные в ходе выполнения фундаментальных и прикладных исследований в вузах.

Эти проблемы обсуждались и на заседании «круглого стола», посвященном опыту и перспективам взаимодействия работодателей и вузов. Его участниками было отмечено, что в настоящее время на базе технологий ИТЦ «СканЭкс» в ведущих университетах России, Казахстана и Испании созданы региональные центры космического мони-

торинга. Эти центры обеспечивают подготовку и переподготовку специалистов, обладающих современными знаниями в области ДЗЗ и геоинформационных систем, а также мониторинг территории соответствующего региона и предоставление информации хозяйствующим субъектам в сфере природопользования, аграрном секторе, земельно-имущественных отношений, градостроительной практики, дорожном строительстве, создании инфраструктуры и др. О работе центра космического мониторинга Южного федерального университета рассказал его директор Ф.А. Сурков. Опытом функционирования центра дистанционного зондирования Тюменского государственного университета поделился его руководитель О.С. Сизов.

С выходом Федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» (ФЗ № 217 от 2 августа 2009 г.) высшие учебные заведения России получили возможность создавать малые предприятия (хозяйственные общества). Закон обеспечивает возможность коммерциализации интеллектуальной собственности вузов и регламентирует взаимодействие вузов с бизнес-структурами и другими потребителями вузовских «ноу-хау». На этом сделал акцент проректор Ставропольского государственного университета А.А. Лиховид, а профессор Московского педагогического государственного университета Е.Л. Болотова осветила вопросы правового взаимодействия образования, науки и бизнеса. Иллюстрацией такого взаимо-



действия явилось сообщение А.В. Гречищева, директора Инновационного научно-образовательного центра «Геомониторинг», созданного в МИИГАиКе совместно с ИТЦ «СканЭкс», о результатах обработки данных ДЗЗ в центре.

Участники заседания пришли к единому мнению, что имеются все предпосылки для развития в России на базе вузов наземной инфраструктуры приема всех видов информации, передаваемых с космических аппаратов ДЗЗ. Региональные вузовские центры, кроме образовательных и научных задач, способны и готовы решать и производственно-коммерческие. В частности, осуществлять мониторинг территорий и предоставлять информацию в режиме близком к реальному времени хозяйствующим субъектам своего региона для поддержки принимаемых управленческих решений.

Актуальной является задача обеспечения сетевого взаимодействия таких региональных центров, получения возможности приема данных с российских космических аппаратов, помощь

государства в оплате лицензий для приема данных с иностранных космических аппаратов ДЗЗ.

Второе заседание «круглого стола» было посвящено приоритетным тенденциям взаимодействия в системе школа-вуз-бизнес. Задача повышения конкурентоспособности российской экономики не может быть решена без привлечения молодежи к осознанному выбору будущей профессии, связанной с инновационными технологиями. Создание школьных лабораторий «Земля из космоса», центров научно-технического творчества молодежи и учреждений дополнительного профессионального образования, реализующих проекты в области использования изображений Земли из космоса, позволит формировать экологическую компетентность учащихся, усилить мотивацию школьников к обучению, подготовить их к осознанному выбору будущей профессии, связанной с наукоемкими технологиями.

Об использовании космического мониторинга для реализации инновационных образовательных технологий в работе Молодежного космического центра МГТУ им. Н.Э. Баума-

на рассказала его руководитель В.И. Майорова. Работу школьных лабораторий «Земля из космоса» представили директор школы № 1294 г. Москвы Л.А. Салонина и заместитель директора физико-математического форума «Ленский край» Республики Саха (Якутия) П.С. Никитин. В ходе обсуждения также было отмечено активное участие школьников, педагогов и научных работников в конкурсах, проводимых НП «Прозрачный мир» совместно с ИТЦ «СканЭкс», а учитель географии и информатики школы № 6 г. Холмска (Сахалинская область) М.А. Мартышкова была награждена ценным подарком за работу «Методические разработки по использованию изображений Земли из космоса в школьном образовании».

В рамках конференции прошли семинары и мастер-классы, посвященные технологиям и средствам обработки космических данных, на которых выступили представители компаний ИТЦ «СканЭкс», Infoterra GmbH, «Пакурс», ВНИИгеосистем и «Гео-Альянс». Демонстрировались программные средства для обработки данных ДЗЗ, разработанные в ИТЦ «СканЭкс», рассматривались вопросы организации ведомственных и коммерческих архивов космической информации, автоматизации поточной обработки больших объемов данных, пакетная обработка данных с помощью программных средств GISEYE и тематическая обработка космических снимков в программе ScanEx Image Processor. Освещались возможности создания трехмерных моделей местности с использованием космических снимков TerraSAR-X (Infoterra GmbH), опыт работы с данными ДЗЗ и преимущества обработки радиолокационных данных в программном приложении

PHOTOMOD Radar («Пакурс»), а также особенности программного комплекса Geomatica («Гео-Альянс»).

Три мастер-класса провели представители ведущих операторов данных ДЗЗ из космоса: GeoEye, e-GEOS и Infoterra GmbH.

Впервые в России была организована мини-конференция «Веб&ГИС», организаторами которой выступили компания «Яндекс» и ИТЦ «СканЭкс», собравшая около 200 участников. Конференция началась с серии мастер-классов, на которых были представлены Web-картографические технологии как альтернатива традиционным ГИС, и Web-сервисы доступа к глобальным архивам геоданных как дополнительная возможность их совместного использования с геоданными, хранящимися в локальных архивах. В ходе конференции с докладами выступили представители компаний «ДубльГИС» (Новосибирск), Google, «Яндекс», «DATA+», Regio (Эстония), Advanced Flash Components (США), GIS-Lab, проекта Wikimapia.org (Троицк) и др.

Одной из главных составляющих конференции была выставка, в которой приняли участие следующие компании: ImageSat International N.V., Infoterra GmbH, SPOT Image S.A., e-GEOS, MDA, «Геонавигатор» (Санкт-Петербург), «Пакурс», GeoEye, «Енисейлаб» (Красноярск), НП «Прозрачный мир», Hitachi Software Engineering Co., Ltd. (Япония), «Гео-Альянс» и ПНИИИС.

Важным событием конференции стало учредительное собрание Ассоциации поставщиков и пользователей данных космической съемки «Земля из космоса». Основная цель ассоциации — проведение просветительской работы и продвижение законодательных инициатив для гармонизации взаи-



моотношений в сфере ДЗЗ. В настоящее время разработан устав ассоциации и концепция закона «О дистанционном зондировании Земли из космоса», создание проекта которого станет главной задачей ассоциации на первом этапе ее деятельности.

Поддержку конференции оказали: Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS), ГИС-Ассоциация и Институт мировых ресурсов.

Информационная поддержка была оказана рядом российских и зарубежных средств массовой информации, среди которых газета «ГисИнфо», каталог GeoTop, журналы «Гео-профи», «Инженерные изыскания», GIS Development, GIM International, GeoConnexion, GEO Informatics, MundoGEO и Vector1Media.

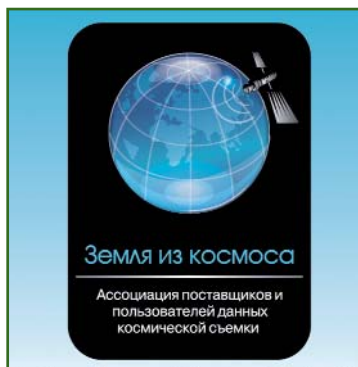
Информационным партнером мини-конференции «Веб&ГИС» выступило некоммерческое сообщество специалистов GIS-Lab.

По материалам пресс-релиза ИТЦ «СканЭкс»

▼ Создание Ассоциации поставщиков и пользователей данных космической съемки «Земля из космоса»

Развитие отрасли дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса идет быстрыми темпами, в связи с чем возникает острая необходимость в ее четком законодательном регулировании. Существующие в настоящее время нормативно-правовые акты не покрывают всех проблем, главная из которых заключается в отсутствии единого законодательного документа, устанавливающего четкие правила и критерии, определяющие деятельность в области данных ДЗЗ из космоса в Российской Федерации.

Утвержденные и готовящиеся к принятию нормативные акты разрабатываются и принимают-



ся силами Роскосмоса, Минобороны и других ведомств, без учета мнения частных компаний — поставщиков и потребителей данных ДЗЗ. Нередко они оторваны от реальности, а также в большинстве случаев устанавливают монополию отдельных участников рынка ДЗЗ, в основном, государственных предприятий.

Противоречия в законодательных документах по ряду вопросов, касающихся данных ДЗЗ из космоса, а также отсутствие реальной возможности повлиять на законодательные процессы в этой сфере деятельности, побудили к созданию объединения — Ассоциации поставщиков и пользователей данных космической съемки «Земля из космоса», основной целью которого является проведение просветительской работы и продвижение законодательных инициатив для гармонизации взаимоотношений в сфере ДЗЗ. В ассоциацию вошли компании, хорошо известные в России в области ДЗЗ из космоса: ОАО «Газпром — космические системы», ЗАО «Раккурс», ООО «ИТЦ СканЭкс», ООО «Северная географическая компания», ФГУП «Уралгеоинформ», ООО «Гео-Альянс», ООО «Глобальные поисковые системы» и др.

Ассоциация намерена привлечь максимально широкий круг участников для эффективного решения достаточно сложных задач, стоящих в области ДЗЗ. Первое учредительное

собрание ассоциации состоялось 1 декабря 2009 г. в рамках 4-й Международной конференции «Земля из космоса — наиболее эффективные решения». Согласно разработанному уставу высшим органом ассоциации является общее собрание ее участников. Собрание будет проводиться один раз в год для решения ключевых вопросов, таких как утверждение годового отчета и бухгалтерского баланса, утверждение состава правления и кандидатуры председателя, определение стратегических действий на следующий год. Правление определяет политику и направления развития ассоциации, утверждает внутренние документы, принимает решение о принятии и исключении участников, назначает исполнительного директора, который отвечает за текущую деятельность объединения. Это все образует слаженную систему управления и обеспечивает оперативность в решении текущих и стратегических вопросов.

Достаточно узкая специализация ассоциации позволит ей сфокусироваться на решении главных задач в отрасли, а удобная система управления позволит участникам объединения следить за процессом и постоянно владеть полной информацией о деятельности ассоциации.

Ассоциация поставщиков и пользователей данных космической съемки «Земля из космоса» намерена выступить с законодательной инициативой по разработке проекта закона «О дистанционном зондировании Земли из космоса» уже в 2010 г. Это обстоятельство поможет придать новый импульс развитию рынка технологий и услуг в области ДЗЗ из космоса в России.

М.А. Шелудякова, пресс-секретарь Ассоциации «Земля из космоса»

▼ **IV отчетно-выборная конференция Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии (Санкт-Петербург, 8 декабря 2009 г.)**

Конференция прошла в большом зале Русского географического общества. В ней приняли участие 73 делегата, представлявших более 60 партнерских организаций.

Открыл конференцию председатель правления СПб ОГиК А.С. Богданов докладом о работе правления за период 2004–2009 гг. Сопоставление начала деятельности и ее текущего состояния обнаруживает исключительно разностороннюю и успешную работу, выполненную за пять лет членами правления общества, при поддержке многих партнерских организаций Санкт-Петербурга. На начало 2009 г. в работе СПб ОГиК участвовало 57 партнерских организаций, оказавших разнообразную поддержку (финансовую, техническую и организационную), которая позволила значительно расширить первоначальный спектр деятельности и сыграла решающую роль в ее результативности. С обществом также сотрудничали коллеги из Ленинградской области, других городов РФ и из-за рубежа.

В ряду достижений общества за последние пять лет — восемь выпусков журнала «Вестник СПб ОГиК» для геодезистов, топографов и изыскателей (с 2009 г. — «Изыскательский

вестник»), проведение двух региональных практических конференций по трехмерным моделям для ГИС управления территориями (www.3d-gorod.ru), участие в работе по сохранению уникальных памятников истории геодезии — «Геодезической дуги Струве», присвоение одной из улиц в Санкт-Петербурге имени В.В. Витковского, проведение большого числа технических семинаров, выставок нового оборудования, лекций и других многочисленных мероприятий.

В отчете председателя контрольно-ревизионной комиссии (КРК) общества В.С. Грабовского (ФГУП «Аэрогеодезия») была дана положительная оценка финансовой и бухгалтерской деятельности аппарата правления. Он отметил, что главным принципом формирования финансовой базы общества были добровольные пожертвования отраслевых компаний крупного, среднего и малого бизнеса. В структуре расходов общества наметился постоянный ежегодный рост целевых затрат на различные мероприятия, который в настоящее время превышает 60% от общего объема бюджета общества.

Выступившие в прениях дали высокую оценку проведенной правлением работы, отметили необходимость сохранить достигнутые результаты, продолжить деятельность по всем направлениям, особое внимание обратить на роль СПб ОГиК в ко-



ординации действий и обмена мнениями по проблемам, связанным с саморегулированием в сфере инженерных изысканий. Директор ГУП «Трест ГРИИ» Б.В. Резунков предложил шире освещать в СМИ деятельность общества, а также отметил необходимость увеличения числа партнеров общества за счет изыскательских компаний. Руководитель Северо-Западного окружного управления геодезии и картографии Н.Г. Пономаренко отметил, что успех в подъеме и росте значения СПб ОГиК является заслугой председателя правления, начальника отдела геолого-геодезической службы КГА Санкт-Петербурга А.С. Богданова, и вручил ему от имени делегатов конференции и правления общества почетную грамоту.

Работа правления за отчетный период была признана «удовлетворительной». Были утверждены заслушанные отчеты, а Устав СПб ОГиК оставлен без изменений. Участники конференции утвердили перечень приоритетов деятельности общества на следующие 5 лет и избрали новый состав правления в количестве 26 человек и КРК из 3 человек. С составом вновь избранных рабочих органов СПб ОГиК можно ознакомиться на сайте www.spbogik.ru.

На состоявшемся первом заседании нового состава правления общества председателем был избран А.С. Богданов.

А.С. Богданов, В.Б. Капцюг
(СПб ОГиК)



ВИЗУАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ НЕКОНГРУЭНТНЫХ¹ ТОЧЕК СТЕРЕОПАРЫ

Н.Н. Зинчук (31.07.1960–20.07.2009)

В 1982 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». После окончания университета служил в 29-м НИИ МО РФ. Работал старшим научным сотрудником Лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Кандидат географических наук.

Основным источником трехмерной геопространственной информации в области современного аэрокосмического зондирования продолжает оставаться стереоскопическая модель местности, формируемая по паре сопряженных наземных или аэрокосмических снимков — стереопаре. Стереоскопическая модель воспринимается наблюдателем и этим отличается от объективно существующей геометрической модели, которая трактуется как совокупность сколь угодно большого числа точек, образованных пересечением соответствующих проектирующих лучей, восстановленных по стереопаре снимков [1]. Стереоскопическая модель обеспечивает пространственную локализацию наблюдаемых объектов по глубине.

Стереомодель представляет собой не однородное объемное тело, а разную «по прочности» пространственную конструкцию. Одни сопряженные участки снимков стереопары создают устойчивый стереоэффект, другие — могут находиться в «бинокулярном соревновании», третьи — приводят к диплопии (нарушение зрения, состоящее в двоении видимых предметов. — *Прим. ред.*). Вероятнее всего, пространственной основой модели служат стереообразующие элементы (инварианты) — сопряженные детали изображе-

ний левого и правого снимков стереоскопической пары, устойчивые к преобразованиям различного рода. Будучи отчетливо локализованы по глубине (отстоянию), они образуют пространственный каркас, который заполняется текстурными деталями. К стереоскопической модели следует подходить как к иерархическому образованию, в котором можно выделить, по крайней мере, два уровня — обзорный и локальный. Локальные стереомодели воспринимаются при стереоскопическом визировании небольших фрагментов стереопары, обзорная — при стереоскопическом просмотре всей стереопары или ее значительной части. Локальные стереомодели встроены в обзорную.

Локальные стереоскопические модели обладают активным свойством пространственной локализации нестереопарных (неконгруэнтных), т. е. не находящихся в бинокулярном соответствии, деталей. Это свойство приобретает существенное значение в настоящее время, когда объем исходных цифровых (т. е. дискретных) снимков стал превалировать над получаемыми аналоговыми снимками, и дискретность воспроизводимых изображений увеличила количество неконгруэнтных (часто очень важных) точек.

С точки зрения психологической гештальт-теории (гештальт-теория предполагает, что человеческое восприятие и осмысливание объектов и явлений является целостным и структурированным, а не кусочным и пошаговым. — *Прим. ред.*) воспринимаемая человеком стереоскопическая модель представляет собой не простую совокупность отдельных деталей (точек), а организованное, структурированное целое. Ее свойства как целого нельзя свести к сумме свойств отдельных деталей. При формировании целостной стереоскопической модели действуют как общие правила (законы) гештальт-группировки — близости, сходства, продолжения и др., так и специфические правила стереоскопического гештальта [2]. К их числу относится явление пространственной локализации на стереомодели неконгруэнтных деталей. Суть этого эффекта заключается в том, что одиночная неконгруэнтная деталь изображения, присутствующая лишь на одном снимке стереопары, воспринимается на стереомодели также локализованной в пространстве, как и окружающие ее стереопарные детали. Возможность пространственной локализации неконгруэнтных точек в рамках локальной стереомодели играет определяющую роль для их измерительной пространственной фиксации.

¹ Неконгруэнтные точки (детали) — точки (детали) на стереоскопической паре снимков, не находящиеся в бинокулярном соответствии.

При восприятии локальных стереомоделей наблюдатель, как правило, зрительно строит пространственные конструкции, имеющие по глубине определенную перспективу. Геометрически естественно предположить линейный или, так называемый, ренессансный характер этой перспективы (рис. 1а) [3]. Однако установлено, что наблюдаемая картина пространства подчиняется системе перцептивной перспективы² (рис. 1б) [3]. Это означает полную аксонометричность наиболее близких к наблюдателю «плит» (рис. 1б). В результате передний план наблюдаемого перспективного изображения воспринимается не как горизонтальная поверхность, а как наклонная или даже вертикальная.

Для измерительной оценки системы перцептивной перспективы рассмотрим стереоскопически совмещенное изображение усеченной трехгранной пирамиды, обращенной основанием к наблюдателю (рис. 2а). Эта стереограмма моделирует локальную стереоскопическую модель, имеющую перспективное отстояние. Если вмонтировать в одно из изображений пирамиды одиночный перспективный рисунок, представленный на рис. 1, то можно охарактеризовать его измерительные свойства.

Во внутренней пространственной системе координат $Sxyz$ стереоскопического изображения усеченной пирамиды, включающего линейный перспективный рисунок (рис. 2б), аппликата z_1 неконгруэнтной точки M_1 больше аппликаты z_2 аналогичной точки M_2 на перцептивном перспективном рисунке, включенном в стереограмму усеченной пирамиды (рис. 2в). По оценке [3] это превышение достигает 30%. При этом точки M_1 и M_2 находятся в ближней к наблюдателю области. Граница ближней области составляет 17% общего отстояния по

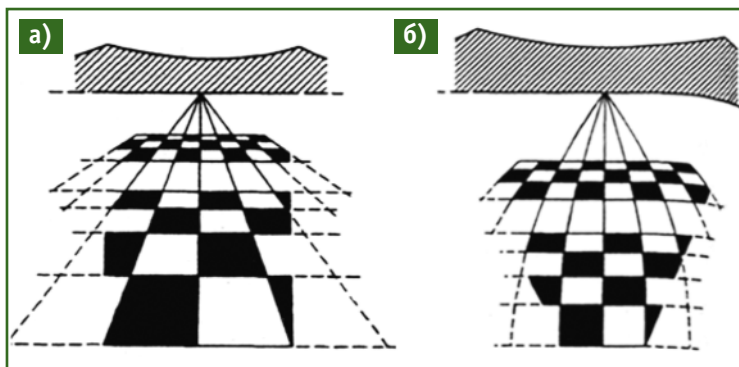


Рис. 1

Схемы изображения глубокого пространства, начиная с наиболее близкого переднего плана: а) ренессансная система перспективы; б) система перцептивной перспективы

глубине перцептивной поверхности локальной стереоскопической модели.

Величина аппликаты z_1 определяется по формуле [4]:

$$z_1 = bx / pmf, \quad (1)$$

где bx — базис фотографирования в масштабе снимка; pm — продольный параллакс точки M_1 , если бы у нее имелась бинокулярная составляющая; f — фокусное расстояние съемочной аппаратуры.

Величина аппликаты z_2 определяется как [3]:

$$z_2 = bx' / pm' f \cos \varphi, \quad (2)$$

где bx' — базис наблюдения в масштабе снимка; pm' — бинокулярный продольный параллакс точки M_2 , если бы у нее имелась бинокулярная составляющая; f' — фокусное расстояние зрительной системы; φ — угол конуса нормального видения. Конус нормального видения — значение аксонометрически допустимого отклонения луча зрения от перпендикуляра к картинной плоскости (плоскости снимка).

При переходе к фотограмметрической системе координат $SX''Y''Z''$ эта зависимость с учетом традиционной формулы для ординаты наземного снимка [4] Y'' примет вид:

$$Y'' = B_0 / pf \cos \varphi, \quad (3)$$

где B_0 — проекция базиса фотографирования на горизонталь-

ную плоскость; p — продольный параллакс точки на нормальной стереопаре наземных снимков.

Уравнение (3) отличается от уравнения, которое характеризу-

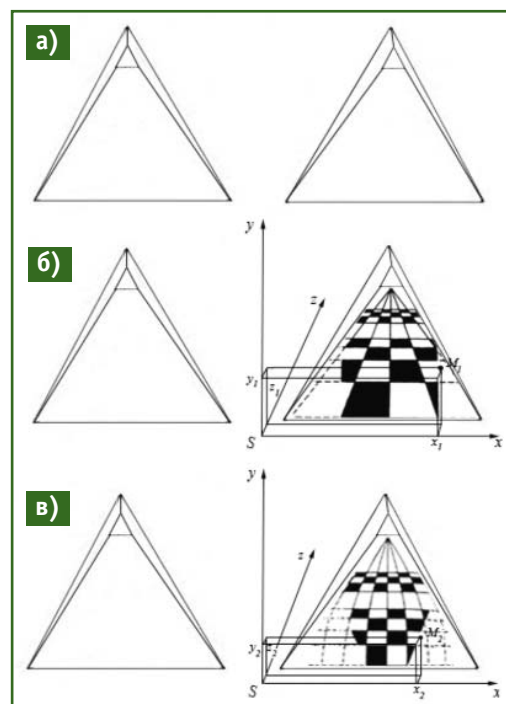


Рис. 2

Стереогаммы для оценки характера измерительной пространственной фиксации неконгруэнтных точек стереопары: а) стереограмма локальной стереоскопической модели; б) стереограмма локальной стереомодели, имеющей линейную перспективную поверхность; в) стереограмма локальной стереомодели, имеющей перцептивную перспективную поверхность

² При использовании линейной перспективы с одной точки зрения можно получить на плоскости единственное изображение пространства, а при использовании системы криволинейной перцептивной перспективы теоретически может быть получено бесконечное множество геометрически разных изображений одного и того же пространства.

ет линейную фотограмметрическую (ренессансную) систему перспективы $SX'Y'Z'$,

$$Y' = B_0/pf. \quad (4)$$

Аппликата точки M_2 на аэрокосмическом снимке с учетом традиционной формулы [4] будет определяться как

$$Z'' = -B/pf \cos \varphi, \quad (5)$$

где B — базис фотографирования; p — продольный параллакс точки на нормальной стереопаре аэрокосмических снимков.

Уравнение (5) также отличается от аналогичного уравнения, характеризующего ренессансную перспективную систему (для точки M_1),

$$Z' = -B/pf. \quad (6)$$

Таким образом, измерительная пространственная оценка глубины отстояния неконгруэнтной точки, находящейся в ближней к наблюдателю области локальной стереоскопической модели, должна выполняться с использованием зависимостей (3) и (5). Использование традиционных формул (4) и (6) в указанной области наблюдения может привести к погрешности простран-

венной оценки в 30% от истинного значения.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Визуальное восприятие и пространственная локализация неконгруэнтных точек стереопары осуществляется в рамках локальных стереоскопических моделей, образующих текстуру обзорной стереоскопической модели.

2. Геометрически, локальные стереоскопические модели могут быть охарактеризованы системой перцептивной перспективы, для которой свойственна полная аксонометричность изображения в наиболее близкой к наблюдателю области. Граница ближней области наблюдения составляет 17% общего отстояния по глубине перспективной поверхности локальной стереоскопической модели.

3. Измерительная пространственная оценка глубины отстояния неконгруэнтной точки, находящейся в ближней к наблюдателю области локальной стереоскопической модели, может быть

выполнена с использованием зависимостей (3) и (5).

▼ Список литературы

1. Книжников Ю.Ф. Стереоскопическая модель местности как научное понятие и термин // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2004. — № 6. — С. 68–79.
2. Зинчук Н.Н. Оценка точности измерений порога восприятия глубины дискретной стереомодели // Геодезия и картография. — 2004. — № 11. — С. 25–29.
3. Раушенбах Б.В. Системы перспективы в изобразительном искусстве: Общая теория перспективы. — М.: Наука, 1986. — 254 с.
4. Брюханов А.В., Господинов Г.В., Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы в географических исследованиях. — М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1982. — 232 с.

RESUME

The results of studying visual perception and spatial localization of the incongruent points especially typical for digital stereoscopic images are presented. The formulas are proposed for estimating the range depth of incongruent point in this area.

НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Официальный дистрибьютор в Украине

Leica
Geosystems

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. Попудренка, д. 54, оф. 106
Тел./факс: (044) 494-28-09

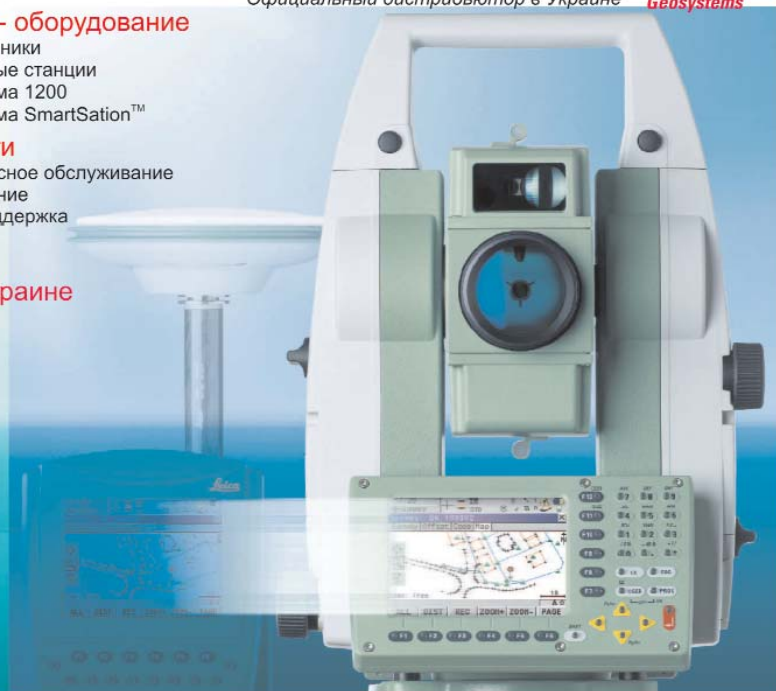
Симферопольский офис:

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



Наш сайт: www.ngc.com.ua

E-mail: ngc@ngc.com.ua



ЦИФРОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АЭРОФОТОСНИМКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ВИЗУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

С.А. Кадничанский (РОФДЗ)

В 1973 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания института работал в Госцентре «Природа», а затем учился в очной аспирантуре ЦНИИГАиК. После защиты кандидатской диссертации в 1979 г. работал в ЦНИИГАиК. С 1993 г. — заведующий отделом цифровых кадастровых технологий РосНИЦ «Земля» и Центра «ЛАРИС», с 2002 г. — начальник отдела новых технологий ФГУП «Госземкадастрсъемка» — ВИСХАГИ и по совместительству профессор кафедры картографии ГУЗ, с 2005 г. — директор по научно-исследовательской работе компании «Геокосмос». С 2009 г. по настоящее время — главный технолог НП АГП «Меридиан+». Вице-президент РОО «Общество содействия развитию фотограмметрии и дистанционного зондирования».

Перспективная аэрофотосъемка появилась одновременно с аэрофотосъемкой. Первые в России аэрофотоснимки, полученные с воздушного шара в 1886 г. А.М. Кованько, были большей частью именно перспективными снимками г. Санкт-Петербурга. В начале XX века аэрофотосъемка имела бурное развитие, особенно в военно-разведывательных целях, и в этом деле перспективные аэрофотоснимки играли важную роль. Позднее, снимки, сделанные при приблизительно вертикальном положении оптической оси камеры, заняли главенствующее место в топографическом производстве, и перспективная аэрофотосъемка потеряла какую-либо значимую долю в огромной массе аэрофотосъемочных работ, выполняемых с целью создания топографических карт. В последнее время в связи со стремительным развитием информационных технологий, геоинформационных систем (ГИС), цифровой аэрофотографии и цифровых методов обработки материалов аэрофотосъемки перспективная аэрофо-

тосъемка и использование перспективных снимков обретают новый смысл и большое значение в решении разных задач, хотя до сих пор не всеми оценены по достоинству.

Однако прежде чем мы рассмотрим особенности и преимущества перспективных аэрофотоснимков, было бы полезно уяснить смысл самого понятия перспективной аэрофотосъемки. Стандартное определение, содержащееся в [1], таково: «перспективная (топографическая) аэрофотосъемка — топографическая аэрофотосъемка, выполняемая при угле отклонения оптической оси съемочной камеры от вертикали, превышающем 3° ». Это определение представляется весьма формальным и не раскрывающим сущности. Оно явно опирается на требования действующего положения по аэрофотосъемке [2], заключающиеся в том, что угол наклона аэрофотоснимка не должен превышать 3° . Выходит, что снимок, полученный при угле наклона $2,9^\circ$, еще не перспективный, а при $3,1^\circ$ — уже перспективный. В действительности ни-

какой «перспективности» одного из них по сравнению с другим выявить не представляется возможным. Еще хуже дело обстоит с другими определениями. Так, в энциклопедическом словаре [3]: «перспективная аэрофотосъемка — фотографирование местности аэрофотоаппаратом, оптическая ось которого отклонена от вертикали на некоторый постоянный угол». Последнее определение, вообще, никак нельзя приспособить к пониманию сущности перспективной съемки, так как важно не постоянство угла наклона, а его значение, которое при выполнении перспективной аэрофотосъемки специально задается большим. Поэтому предложим такое определение понятия перспективной аэрофотосъемки: «перспективная аэрофотосъемка — аэрофотосъемка, при которой проектируемый и фактический угол отклонения оптической оси камеры от вертикали имеет существенное значение». Каким именно должно быть это значение рассмотрим ниже.

Чем же перспективные аэрофотоснимки могут быть



Рис. 1

Фрагменты планового (а) и перспективного (б) аэрофотоснимков

интересны и полезны по сравнению с обычными плановыми аэрофотоснимками? Если мы обратимся к плановому снимку, представленному на рис. 1а, то столкнемся с очевидными трудностями в понимании характера объекта, изображенного на снимке. Совсем иное впечатление производит изображение этого объекта на перспективном снимке (рис. 1б). Без труда можно понять характер объекта и получить о нем гораздо больше информации. Можно ли по плановому снимку получить столь богатую информацию о зданиях,

изображенных на нем, как это предоставляет перспективный снимок? Таким образом, наиболее выигрышным является обзор под углом, так как легко узнаваемы такие возвышающиеся над поверхностью земли объекты, как здания, мосты, путепроводы и прочие сооружения, видны основания, стены и другие детали объектов. Это значит, что перспективные снимки предоставляют пользователю намного больше деталей, которые не различимы на обычном плановом аэрофотоснимке. На перспективном снимке мы не просто уз-

наем гораздо больше об объекте, но и понимаем его пространственный характер и отдельные детали, их трехмерные пространственные отношения.

Подводя итог, следует отметить основные преимущества перспективных снимков, а именно:

- объекты существенно легче распознаются;
- содержится намного больше информации об объектах;
- просто определяется характер пространственной (в трехмерном пространстве) протяженности и формы объектов;
- легко определяется пространственное (в трехмерном пространстве) взаимное расположение объектов и их частей.

По сравнению с плановым снимком перспективный предоставляет даже неискушенному пользователю возможность легко дешифровать изображение и ориентироваться по нему на местности, облегчая и ускоряя принятие решения при анализе визуальных пространственных данных.

Действительно, уверенно ориентироваться на местности по обычному снимку или фотоплану в большинстве случаев может только специалист. В этом легко можно убедиться, обратившись к рис. 2. Не менее проблематичным представляется использование визуальной пространственной информации в виде карты. В этом случае необходимо знать и уверенно «читать» условные знаки, которыми на карте обозначены искусственные и естественные объекты местности.

Перспективная аэрофотосъемка особенно эффективна, если объект фотографируется с разных ракурсов, как минимум с четырех, что позволяет рассмотреть его с разных сторон, как это показано на рис. 3.

Перечисленные достоинства весьма очевидны и не обусловлены современными техническими возможностями. Они всегда были присущи перспектив-



Рис. 2

Фрагменты планового (а) и перспективного (б) аэрофотоснимков городской территории

ным снимкам. Однако только с появлением цифровых фотокамер, обладающих достаточно высоким пространственным разрешением, и высокоточных бортовых средств определения пространственного положения и ориентации, а также в связи с бурно развивающимися компьютерными технологиями, стало возможным создавать информационные системы, эффективно использующие в качестве визуальных пространственных данных библиотеки геопривязанных перспективных снимков.

Одним из наиболее интересных примеров является технология, разработанная Pictometry International Corp. (США), которая включает в себя как все аспекты аэрофотосъемки, так и последующего создания действующей информационной системы на основе собственного программного решения. Эта система оперирует огромной библиотекой геопривязанных перспективных и плановых снимков, позволяя быстро подгружать снимки с интересующими объектами, определять координаты любой точки местности и выполнять некоторые измерения по этим снимкам. С 2001 г. компания приступила к систематизированной перспективной съемке территорий в США и выполнила съемку первых восьми административных округов. К 2004 г. количество заказчиков увеличилось до 125 и продолжает расти, включая как федеральные агентства, так и частные компании. В 2005 г. компания BLOM, главный офис которой находится в Осло (Норвегия), получила право на использование технологии Pictometry в Европе и в настоящее время осуществляет перспективную аэрофотосъемку всех городов Европы с численностью населения, превышающей 50 тыс. человек, что составляет приблизительно 825 населенных пунктов. Предполагается, что материалы этой аэрофотосъемки будут обновляться каждые 2 года. Это говорит о

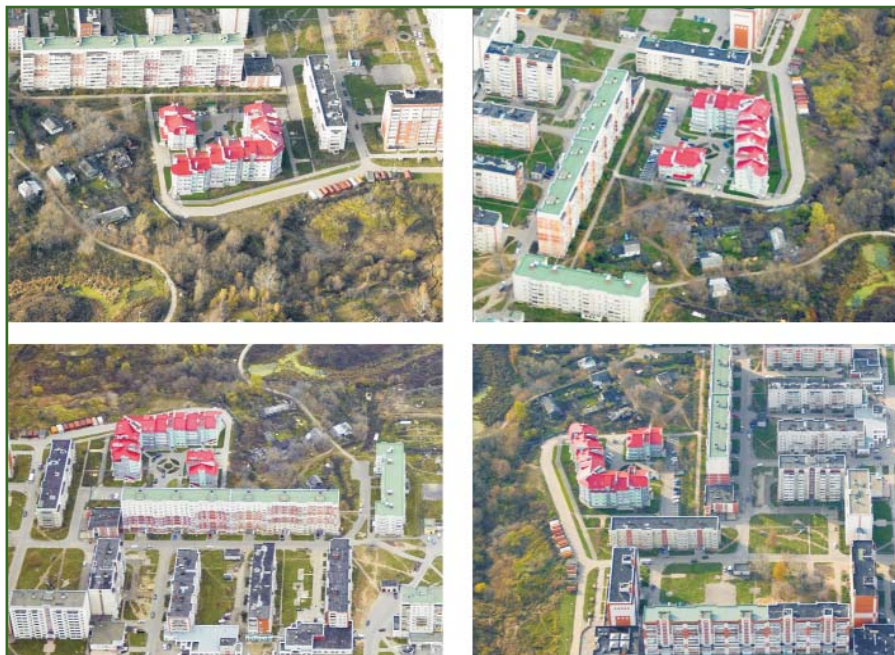


Рис. 3

Перспективная аэрофотосъемка городской территории, выполненная с четырех ракурсов

том, насколько серьезную позицию заняли перспективные аэрофотоснимки среди визуальных пространственных данных.

В каких же целях и приложениях используются материалы перспективной цифровой аэрофотосъемки и оперирующие ими информационные системы? Первоначально к таким информационным системам проявили интерес различного рода службы быстрого реагирования — скорая медицинская помощь, службы безопасности и спасения, а также пожарные. Это объясняется тем, что именно в этих приложениях очень важно быстро ориентироваться на незнакомой местности, определять положение объекта по визуальным пространственным данным, оценивать, при необходимости, обстановку и специфические свойства местности и объекта. Такие информационные системы являются дальнейшим развитием ГИС-проектов, создаваемых органами государственной власти и местного самоуправления различного уровня, а также крупными предприятиями, располагающимися на больших территориях. Не останавливаясь

подробно на возможных областях их использования, отметим, что материалы перспективной аэрофотосъемки могут успешно применяться там, где требуется визуальный анализ геопривязанного изображения местности, и гораздо более эффективны, чем электронная карта или цифровой ортофотоплан. Так, например, компания BLOM в настоящее время для автомобильных навигаторов предлагает визуальную информационную систему на основе перспективных снимков взамен электронных карт.

При рассмотрении особенностей и параметров перспективной аэрофотосъемки в первую очередь встает вопрос: **каким должен быть угол наклона оптической оси камеры от вертикали ν ?** Совершенно очевидно, что он должен быть достаточно большим для того, чтобы во всех частях снимка у возвышающихся над поверхностью земли объектов были изображены их вертикальные поверхности. Для перспективной аэрофотосъемки характерно то, что при ориентации камеры, при которой одна из пар сторон рамки кадра па-

параллельна плоскости главного вертикала (плоскость **SNO** на рис. 4), прямоугольный кадр проецируется на горизонтальную плоскость в виде трапеции. Сторону рамки кадра, которой на проекции кадра соответствует ближняя к точке надира **N** сторона трапеции, будем называть ближней стороной рамки кадра и обозначим **a**, а противоположную — дальней стороной — **b**. Требование к углу наклона камеры можно сформулировать, исходя из условия: отношение масштаба изображения вертикального отрезка к масштабу изображения горизонтального отрезка должно быть не меньше некоторого заданного числа **K**. Приблизительно, но с достаточной точностью, это число равно отношению размера пикселя, спроецированного на вертикальную плоскость $P_v = P/\cos v'$, к размеру пикселя, спроецированного на горизонтальную плоскость $P_r = P/\sin v'$, т. е. $K = \sin v' / \cos v'$, где v' — угол наклона луча визирования от вертикали. Если потребовать, чтобы значение **K** для ближней стороны рамки кадра было не менее 0,5, то угол визирования для ближней стороны рамки кадра составит около 27°. Для камеры с углом поля зрения в плоскости главного вертикала

равным 25,2° необходимый угол наклона оптической оси (главного луча) камеры будет иметь значение 39,6°. Конечно, в зависимости от различных прочих условий и требований, угол наклона оптической оси камеры может иметь значения несколько отличные от этого, но важно то, что они, в любом случае, существенно отличаются от нуля.

Другим важным параметром перспективной аэрофотосъемки является пространственное разрешение снимков на местности. В отличие от плановой аэрофотосъемки, обладающей приблизительно одинаковым разрешением на местности по всему полю снимка, для перспективной съемки характерно существенное отличие пространственного разрешения для ближней и дальней сторон рамки кадра. При значении угла наклона оптической оси равном 40° и угла поля зрения в плоскости главного вертикала — 25,2° относительное различие пространственного разрешения для ближней и дальней сторон рамки кадра будет составлять приблизительно 1,5. Так, например, при съемке с высоты 1000 м камерой Rollei с фокусным расстоянием 82 мм и размером матрицы ПЗС 22 Мпикселя, при угле наклона оптической оси равном 40°, пространственное разрешение на местности для ближней стороны будет не хуже 12 см, а для дальней — 18 см. При использовании камеры с матрицей ПЗС 39 Мпикселя при прочих равных условиях пространственное разрешение на местности будет составлять 9 см и 14 см, соответственно, для ближней и дальней сторон. Такие значения представляются уже весьма приемлемыми для обеспечения достаточно детального отображения объектов местности. В любом случае выбор того или иного пространственного разрешения обусловлен решением заказчика перспективной аэрофотосъемки. Следует только иметь в виду ограничения по высоте полета

над населенными пунктами и возможности съемочной аппаратуры.

Современная перспективная аэрофотосъемка — это съемка территории при условии ее сплошного покрытия перспективными снимками с некоторыми продольным и поперечным перекрытиями. Причем, эти проектируемые перекрытия в зависимости от ориентации направления фотографирования относительно направления оси движения носителя могут быть постоянными или переменными по полю снимка.

Мы не ставим перед собой задачу в деталях рассмотреть все параметры перспективной аэрофотосъемки и последовательность ее планирования. Заметим лишь, что процесс проектирования перспективной съемки существенно сложнее, чем плановой, так как в нем одновременно должно учитываться большее число факторов. Задача осложняется еще и тем, что каждый объект должен быть снят не менее чем с четырех ракурсов.

Таким образом, при планировании перспективной аэрофотосъемки необходимо учитывать следующие условия и факторы:

- допустимую высоту полета;
- требуемое пространственное разрешение для ближней и дальней сторон рамки кадра;
- требуемые продольные и поперечные перекрытия для камер, имеющих различные направления фотографирования относительно направления полета, в зависимости от методов последующей фотограмметрической обработки;
- фокусное расстояние камеры;
- размеры матрицы ПЗС камеры и физический размер пикселя;
- ориентацию сторон матрицы камеры, если она прямоугольная;
- угол наклона оптической оси камеры;
- скорость полета;

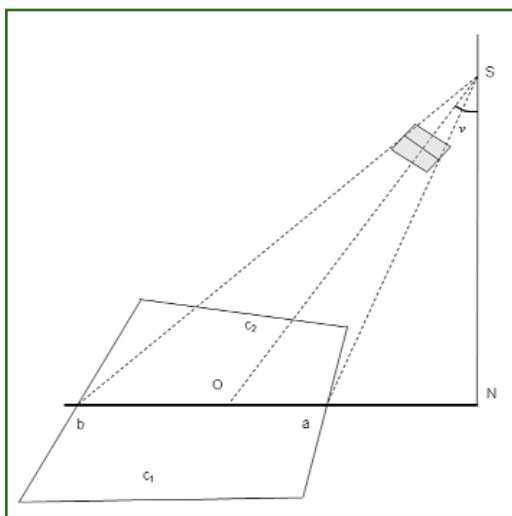


Рис. 4

Проекция рамки кадра на горизонтальную плоскость

— состав аппаратуры съемочного комплекса и синхронность (несинхронность) работы его отдельных компонентов.

Говоря о составе аппаратуры съемочного комплекса, следует иметь в виду разнообразие вариантов его комплектации и сочетание значений параметров различных измерительных устройств.

Перспективная съемка может выполняться одновременно с плановой съемкой и, при необходимости, одновременно с воздушным лазерным сканированием. При этом, как для плановой съемки, так и для перспективной аэросъемки могут использоваться среднеформатные аэрофотокамеры. Если для плановой съемки применяется полноформатная камера, то такая камера устанавливается отдельно. При проектировании необходимо учитывать синхронность или несинхронность съемки камерами для перспективной и плановой съемки, а также параметры конкретной аппаратуры.

В России современная технология перспективной аэрофотосъемки была впервые разработана компанией НПП «Геоком-ГИС». Она включает комплекс аппаратуры, методику планирования съемки и последующей фотограмметрической обработки перспективных снимков с помощью программного обеспечения (ПО) Aspectus, а также создание визуальной информационной системы, использующей перспективные снимки на основе этого ПО.

Для реализации этой технологии в 2006 г. на борту самолета Ан-30 был смонтирован съемочный комплекс, состоящий из полноформатной камеры UltraCamD для плановой съемки, двух камер среднего формата Rollei для перспективной съемки и лазерной сканирующей системы ALTM 3100, позволяющей получать высококачественную цифровую модель рельефа. Камеры для перспективной съемки были установлены таким обра-

зом, что они «смотрели» в стороны от направления полета под углом 50° от вертикали.

В этом же году с использованием данного комплекса аппаратуры была впервые выполнена аэрофотосъемка г. Кстово и части г. Нижнего Новгорода. Высота фотографирования составляла около 800 м. При этом камеры для перспективной съемки обеспечивали пространственное разрешение 11 см для ближней стороны кадра, 20 см — для дальней и 14 см — для центра кадра. Размер пикселя на местности плановых аэрофотоснимков составлял 7,2 см. В результате обработки материалов аэросъемки были уточнены элементы внешнего ориентирования перспективных снимков, построена цифровая модель рельефа по данным лазерного сканирования и создан ортофотоплан по аэрофотоснимкам, полученным полноформатной камерой UltraCamD. Эти данные были загружены в информационную систему, предназначенную для работы с перспективными снимками.

Рассмотрим функциональные особенности ПО Aspectus, поскольку это весьма полезно для уяснения достоинств и возмож-

ностей перспективных аэрофотоснимков в совокупности с другими данными. Программа Aspectus в качестве исходных данных использует перспективные снимки с их элементами внешнего ориентирования и параметрами камер, цифровую модель рельефа и ортофотоплан территории.

Ортофотоплан служит для общего ориентирования, а также для выбора и указания точек интереса (объект, участок местности), которые требуется детально изучить по перспективным снимкам. Вместо ортофотоплана может использоваться отсканированная, ориентированная и привязанная топографическая карта местности.

Цифровая модель рельефа служит для обеспечения определения координат точек местности и выполнения измерений по перспективным снимкам. От ее точности и подробности зависит точность этих измерений.

Перспективные снимки — источник всесторонней и детальной информации об объектах местности, а также исходный материал для пространственных измерений. Кроме того, они используются для создания трехмерных моделей мест-

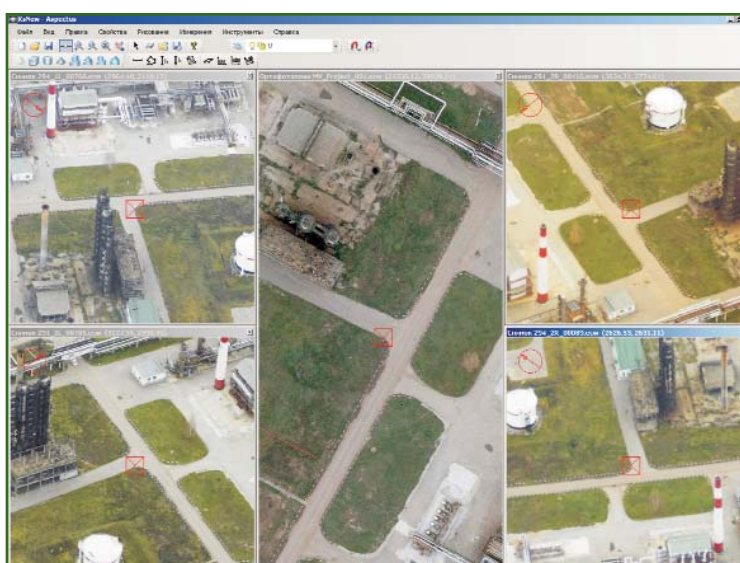


Рис. 5

Пример взаимной согласованности положения точки интереса (красный курсор) на ортофотоплане и на перспективных снимках

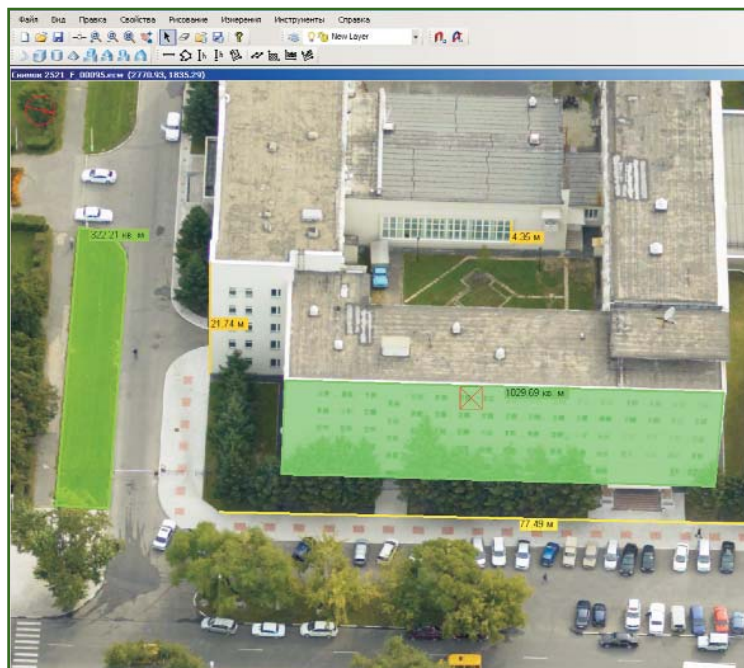


Рис. 6

Примеры измерений, выполняемых на перспективном снимке

ности с реалистичной фототекстурой.

Имеющееся в составе программы специальное средство уточнения элементов внешнего ориентирования снимков позволяет с максимальной точностью обеспечить привязку перспективных снимков по точкам, опознаваемым на ортофотоплане и перспективном снимке.

Программа работает следующим образом. При выборе на ортофотоплане или карте точки интереса в четырех окнах появятся изображения перспективных снимков (если перспективная съемка выполнялась с четырех ракурсов), наиболее оптимально отображающих точку интереса с разных сторон с изображением марки в точке интереса. Взаимная точность (согласованность) положения марки в точке интереса для ортофотоплана и каждого из перспективных снимков весьма велика, как это видно на рис. 5, и характеризуется средней квадратической ошибкой около 0,5 м при размере пикселя на местности в центре кадра порядка 0,15 м.

Выбор точки интереса может осуществляться как на ортофо-

топлане, так и на любом из перспективных снимков путем перемещения курсора. При этом в окне отображаются координаты точки местности, соответствующей его текущему положению, а также координаты точки интереса. Масштаб изображения перспективных снимков автоматически выставляется приблизительно равным масштабу изображения ортофотоплана. Любой из перспективных снимков можно плавно перемещать, при этом положение точки интереса будет изменяться относительно изображения. При достаточно продолжительном перемещении снимок автоматически и моментально (практически незаметно) заменяется другим снимком, наиболее оптимально отображающим текущую точку. Таким образом, наблюдатель ощущает непрерывность изображения перспективного снимка, в то время как в действительности происходит замена одного снимка другим. Масштабирование и перемещение курсора выполняется синхронно для всех перспективных снимков и ортофотоплана. ПО Aspectus располагает набором инструментов для выпол-

нения различных измерений по перспективным снимкам. На рис. 6 показаны примеры некоторых измерений, выполняемых на перспективном снимке.

Кроме того, с помощью этого ПО можно интерактивно легко и удобно создавать техмерные модели зданий и сооружений и текстурировать их фотоизображением с перспективных снимков.

Цифровые перспективные аэрофотоснимки могут успешно применяться во многих прикладных областях (создание карт, планов, ортофотопланов), но наиболее эффективны там, где требуется визуальный анализ и измерительная обработка пространственной информации, поскольку информационные системы, включающие перспективные снимки, существенно более просты в изготовлении и содержат не производную информацию об объекте, а полученную непосредственно в результате аэросъемки. Именно по этой причине перспективная аэросъемка стала завоевывать серьезные позиции по объему выполняемых работ в странах Европы и США, однако до сих пор не оценена по достоинству в России.

▼ Список литературы

1. ГОСТ Р 52 369–2005. Фототопография. Термины и определения.
2. Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. ГКИНП-09-32–80. — М.: «Недра», 1982.
3. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров; ред. кол.: А.А. Гусев и др. — Изд. 4-е. — М.: Сов. энциклопедия, 1987. — 1600 с., ил.

RESUME

Peculiarities of planning and fulfilling the oblique digital aerial photoimaging are given. Capabilities together with the advantages are noted for the digital oblique imagery application to visualize spatial data about the terrain in the contemporary information systems.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОРТОСНИМКОВ RAPIDEYE, ALOS И ALOS + RAPIDEYE

И.В. Оньков («Тримм», Пермь)

В 1970 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в Степногорском управлении строительства, с 1974 г. — в Пермском политехническом институте, с 1989 г. — в Горном институте УрО АН (Пермь), с 1993 г. — в Частном предприятии по созданию цифровых карт, с 1995 г. — в филиале «Госземкадастръемка» — ВИСХАГИ (Пермь), с 2000 г. — в Пермском филиале ООО «Недра» (Челябинск), с 2002 г. — в ООО «ПермНИПИнефть». С 2006 г. по настоящее время — научный консультант ООО «Тримм». Кандидат технических наук.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), получаемые с группировки из пяти космических аппаратов (КА) RapidEye, стали доступны пользователям в конце 2008 г. Эти космические снимки предназначены для решения широкого круга задач в таких отраслях, как сельское и лесное хозяйство, нефтегазовый комплекс, энергетика, телекоммуникации, экология, охрана окружающей среды, управление чрезвычайными ситуациями. Возможность ежедневной съемки одной и той же территории делают использование данных, полученных со спутников RapidEye, особенно перспективными для задач мониторинга [1]. Кроме того, входящие в комплект поставки снимков начального уровня обработки (1В) коэффициенты рациональных полиномов (RPC), позволяют самостоятельно ортотрансформировать снимки RapidEye и решать на их основе задачи как по топографическо-

му и тематическому картографированию местности, так и различного рода картометрические задачи (определение координат точек, площадей, длин линий и пр.).

Космические снимки, получаемые картографической стереокамерой PRISM с КА ALOS японского аэрокосмического агентства JAXA, доступны пользователям с 2006 г. Панхроматические снимки имеют разрешение до 2,5 м, что дает возможность использовать их для создания и обновления топографических и специальных карт мелких масштабов, включая масштаб 1:25 000. Снимки ALOS/PRISM начального уровня обработки 1В1 поставляются с данными RPC, что также позволяет самостоятельно выполнять их ортотрансформирование, имея соответствующую по точности цифровую модель рельефа местности и наземные опорные точки [2, 3].

В данной статье приведены результаты исследований гео-

метрической точности ортотрансформированных снимков RapidEye, ALOS, ALOS + RapidEye, созданных на основе материалов космической съемки г. Перми и прилегающих территорий, предоставленных компанией «Совзонд» (табл. 1).

▼ Создание ортоснимков RapidEye, ALOS и ALOS + RapidEye

Ортотрансформирование снимков выполнялось в программном комплексе (ПК) ENVI 4.6 с использованием коэффициентов рациональных полиномов RPC в проекции Гаусса-Крюгера (система геодезических координат СК-42, 10 зона). Размер пикселя ортоизображения на местности для снимков RapidEye задавался равным 6,5 м, для снимка ALOS/PRISM — 2,5 м. Высота геоида над эллипсоидом принималась равной нулю. Единая ЦМР на территорию, покрываемую снимками, была создана из одноградусных блоков гло-

Основные характеристики исходных космических снимков и условий съемки

Таблица 1

Номер снимка	Номер (имя) КА и камеры	Уровень обработки	Дата и время съемки	Отклонение от надира, ^о	Высота Солнца, ^о
ID1331830	RE4 (Choros)	1В	13.07.09, 08:20	6,5	54,0
ID1331952	RE5 (Trochia)	1В	14.07.09, 08:21	3,0	53,7
ALPSMN089162425	ALOS/PRISM	1В1	27.09.07, 07:37	1,4	30,2
ALPSMN118482420*	ALOS/PRISM	1В1	15.04.08, 07:37	1,4	41,1

* Снимок использовался только для оценки точности по разностям двойных измерений.

бальной цифровой модели рельефа Земли SRTM, используя процедуру Mosaicking ПК ENVI. Ортотрансформирование снимков RapidEye выполнялось отдельно для каждого канала без использования опорных точек с целью обеспечения точного совпадения растров при создании композитных RGB-изображений. На рис. 1 показана мозаика из цветных 8-битных RGB-изображений ортоснимков RapidEye.

Для создания синтезированных цветных ортоснимков



Рис. 1
Ортотомозаика из космических снимков RapidEye



Рис. 2
Синтезированный цветной ортоснимок ALOS + RapidEye

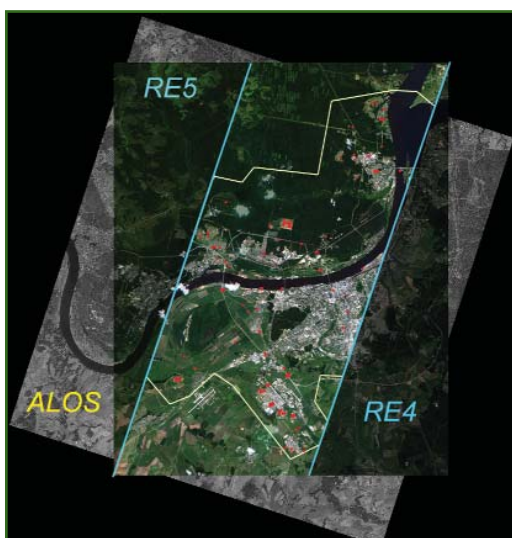


Рис. 3
Расположение опорных точек (показаны красным цветом) в полосе взаимного перекрытия ортоснимков

ALOS + RapidEye использовалась процедура Pansharpening ПК ENVI. На рис. 2 приведена мозаика, составленная из двух синтезированных ортоснимков ALOS + RE4 и ALOS + RE5.

▼ Оценка точности ортоснимков

Оценка геометрической точности ортоснимков RapidEye (RE4, RE5), ALOS и синтезированных цветных ортоснимков ALOS + RapidEye (ALOS + RE4, ALOS + RE5) выполнялась по измерениям координат 154 опорных точек, расположенных в полосе взаимного перекрытия трех снимков (рис. 3) и границ ортофотоплана (линия желтого цвета).

В качестве опорных точек принимались, в основном, пересечения осевых линий дорог, геометрические центры резервуаров и фундаменты опор линий уличного электроосвещения, хорошо опознаваемых на ортоснимках (рис. 4а, 4б, 4в).

Измерения на снимках выполнялись строго по одним и тем же опорным точкам. Геодезические координаты опорных точек измерялись по цифровому ортофотоплану г. Перми, созданному по материалам съемки с КА IKONOS в 2008 г. с размером пикселя 1 м (рис. 4г), и принимались за истинные (безошибочные), так как результаты ранее выполненных исследований показали, что средняя квадрати-

ческая ошибка определения координат четких контуров по ортофотоплану города составляет в среднем 0,6–0,8 м, т. е. в 2–3 раза меньше, чем предполагаемые ошибки оцениваемых ортоснимков.

Оценка точности выполнялась, основываясь на предположении, что разности между значениями геодезических координат опорных точек на плане и на ортоснимках содержат систематические и случайные составляющие. Для математического описания систематической составляющей используется наиболее простая модель преобразования подобия (2D-преобразование Гельмерта), включающая два параметра сдвига, угол разворота осей и масштабный коэффициент, а для случайной составляющей — модель двумерного нормального закона распределения ошибок.

Систематическая составляющая складывается в основном из методических погрешностей, обусловленных применением коэффициентов RPC, погрешностей параметров преобразования координат из системы WGS-84 в СК-42, систематических ошибок цифровой модели рельефа, ошибки в принятой при ортотрансформировании высоте геоида. В свою очередь, случайная составляющая обусловлена, главным образом, вследствие ошибок измерения коор-

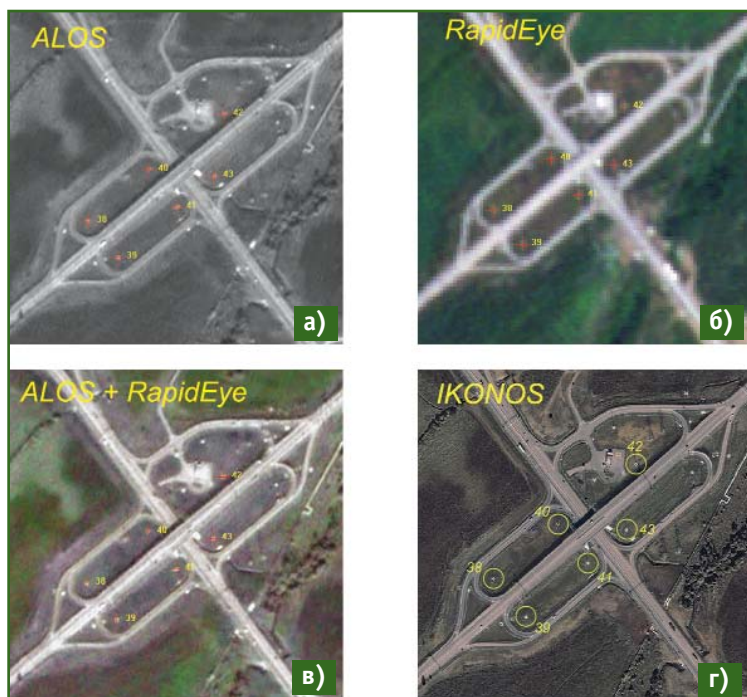


Рис. 4

Пример выбора в качестве опорных точек фундаментов опор уличного освещения

динат точек на растре, т. е. ошибок дискретизации растра и опознавания опорных точек, а также остаточных ошибок коэффициентов RPC и цифровой модели рельефа, которые условно можно рассматривать как случайные.

В качестве показателей точности ортоснимков принимались следующие показатели.

Для систематической составляющей:

- оценки сдвига по осям координат ΔX и ΔY ;
- угол разворота φ ;
- нормированный (безразмерный) коэффициент масштаба m .

Для случайной составляющей:

- стандартные среднеквадратические ошибки (СКО) σ_X , σ_Y , σ ;

— средняя радиальная ошибка **MRE** (Mean Radial Error) и максимальная радиальная ошибка **REmax** (Radial Error maximum), которые традиционно используются в отечественных нормативных документах по геодезии и фотограмметрии.

Для удобства сравнения с зарубежными данными вычислялись также круговые ошибки (Circular Error) CE90, CE95, принятые в международной практике.

Результаты оценки параметров принятой модели по методу наименьших квадратов представлены в табл. 2.

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что систематические ошибки ортоснимка ALOS в несколько раз меньше ошибок ортоснимков RapidEye, что свидетельствует об относительно высокой точности коэффициентов RPC, поставляемых со снимками этого спутника. Следует отметить, что эта точность «наследуется» и для синтезированных цветных снимков ALOS +

RapidEye, т. е. операция Pansharpening, выполняемая средствами ПК INFO, не ухудшает точность ортоснимков, несмотря на достаточно большую разницу в датах съемки и условий солнечного освещения (табл. 1).

Случайные ошибки ортоснимков оценивались по остаточным отклонениям координат опорных точек при оценке коэффициентов модели Гельмерта по методу наименьших квадратов (табл. 3).

Результаты, приведенные в табл. 3, получились достаточно неожиданными. Случайные ошибки ортоснимков ALOS и RapidEye оказались практически одинаковыми, несмотря на то, что размер пикселя ортоснимка RapidEye в два с лишним раза больше размера пикселя ортоснимка ALOS.

Для проверки этого факта была выполнена независимая оценка точности по разностям двойных измерений растровых координат идентичных точек в области взаимного перекрытия ортоснимков RapidEye (RE4, RE5) и ALOS (ALPSMN089162425, ALPSMN118482420). Значения средней квадратической разности координат измеряемых точек, выраженные в пикселях и метрах, представлены в табл. 4.

Из данных табл. 4 следует, что случайная ошибка измерения координат точек, выраженная в пикселях на ортоснимках RapidEye, более чем в два раза меньше, чем на ортоснимках ALOS. Но с учетом размера пикселя (2,5 м и 6,5 м) эти ошибки, выраженные в метрах, становятся примерно равными, что сог-

Оценки систематических составляющих ошибок ортоснимков

Таблица 2

Ортоснимок	ΔX , м	ΔY , м	φ , рад	m
RE4	-30,57	18,04	0,000062	-0,000113
RE5	-27,04	13,81	0,000058	-0,000029
ALOS	4,12	-4,46	0,000009	-0,000036
ALOS + RE4	3,93	-4,38	0,000017	-0,000016
ALOS + RE5	4,17	-4,71	0,000012	-0,000020

Оценки случайных ошибок ортоснимков

Таблица 3

Ортоснимок	СКО, м	MRE, м	REmax, м	CE90, м	CE95, м
	σ_x σ_y σ				
RE4	1,81 1,66 1,74	2,21	5,12	3,73	4,26
RE5	1,89 1,69 1,80	2,23	5,87	3,88	4,43
ALOS	1,76 1,75 1,76	2,13	5,48	3,78	4,31
ALOS + RE4	1,72 1,85 1,79	2,22	5,21	3,84	4,38
ALOS + RE5	1,78 1,73 1,76	2,16	5,19	3,79	4,32

Оценка точности ортоснимков по разностям двойных измерений

Таблица 4

КА	Наименование ортоснимка	Число разностей	Средняя квадратическая разность пиксель	м
RapidEye	RE4, RE5	154	0,25	1,64
ALOS	ALPSMN089162425, ALPSMN118482420	120	0,65	1,62

ласуется с данными, приведенными в табл. 3.

Таким образом, понижая уровень систематических ошибок ортоснимков RapidEye путем коррекции по наземным опорным точкам, можно существенно повысить их точность. Для подтверждения этого вывода были выполнены экспериментальные исследования зависимости точности ортоснимков RapidEye и ALOS от числа опорных точек, используемых при ортотрансформировании.

Исследование зависимости точности ортоснимков от числа опорных точек

Следуя принятому на практике подходу, все измеренные на снимке точки делились на две

непересекающиеся группы: опорные и контрольные. Из общего числа 154 измеренных на каждом снимке точек 48 рассматривались как опорные, а оставшиеся 106 — как контрольные.

Для повышения надежности статистических выводов для каждого варианта расчета выполнялось несколько серий обработки с различными наборами неповторяющихся опорных точек. При $n = 1$ оценивались только сдвиги по осям координат, при $n \geq 2$ оценивались четыре параметра преобразования Гельмерта. Радиальная ошибка рассчитывалась по расхождению скорректированных координат контрольных точек с их геодезическими координатами. На рис. 5 показаны зависимости средней радиальной ошибки контрольных точек (усредненной по сериям и снимкам) от числа опорных точек.

Из приведенных на рис. 5 графиков следует, что при числе опорных точек более 4–8 точность ортоснимков RapidEye практически эквивалентна точности ортоснимков ALOS, и дальнейшее увеличение числа опорных точек при ортотрансформировании не приводит к существенному различию в их точности.

Результаты выполненных исследований точности ортотрансформированных по небольшому числу опорных точек космических снимков RapidEye, ALOS/PRISM и синтезированных цветных ортоснимков ALOS + RapidEye подтверждают возможность их использования для создания и обновления топографических и тематических карт мелких масштабов, включая масштаб 1:25 000, и, несомненно, должны заинтересовать пользователей, применяющих в своей практической деятельности ортомозаики ОРТОРЕГИОН и ОРТОРЕГИОН + МОНИТОРИНГ [3].

Список литературы

1. Дворкин Б.А. Новая перспективная группировка спутников ДЗЗ RapidEye // Геопрофи. — 2009. — № 3. — С. 14–18.
2. Беленов А.В., Болсуновский М.А. Возможности картографической стереокамеры PRISM спутника ДЗЗ ALOS // Геопрофи. — 2006. — № 6. — С. 28–30.
3. Абросимов А.В., Беленов А.В., Дворкин Б.А. ОРТОРЕГИОН и ОРТОРЕГИОН + МОНИТОРИНГ — продукция для картографирования и мониторинга земной поверхности // Геопрофи. — 2009. — № 4. — С. 9–15.

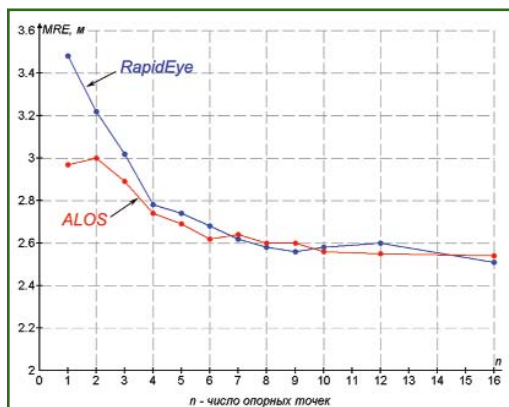


Рис. 5

Зависимость точности ортоснимков от числа опорных точек

RESUME

The studies fulfilled have shown that an approach of using a small number of the reference points for the geometric correction of orthoimages based on the Helmert transformation significantly improves their accuracy. A conclusion is made on the capabilities of using the orthoimages considered for the creation (update) of topographic and thematic maps on small scales including that of 1:25 000.

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 Кинзельюкского пика в качестве геодезического пункта: «Судя по зарисовкам, сделанным Трофимом Васильевичем, с

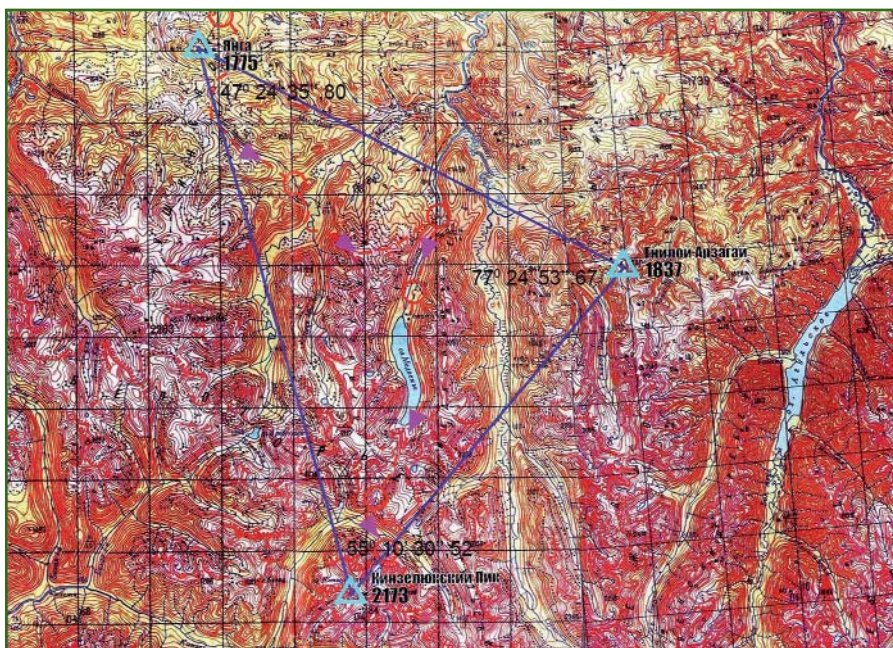


Рис. 1

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

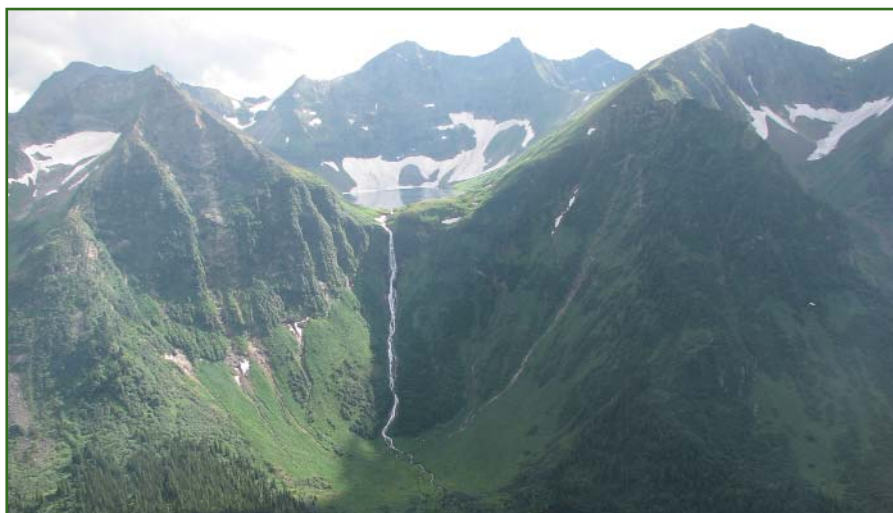


Рис. 2
Вид на Кинзелюкский пик

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 за тяжкими 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 урвненным 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 соответствие 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 испр., 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

МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА УПРАВЛЕНИЯ «ИНТЕНСИВ» РАГС

Международная школа управления «Интенсив» Российской академии государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАГС) образована в июле 1991 г. (Лицензия на право осуществления образовательной деятельности — серия А № 283576 от 28 февраля 2008 г.).

Школа осуществляет на договорной (платной) основе краткосрочное интенсивное повышение квалификации и профессиональную переподготовку руководителей и специалистов органов государственной власти различных уровней, муниципальных образований, администраций городов, предприятий, организаций и учреждений различных форм собственности, иностранных фирм и предпринимателей.

Курсы повышения квалификации охватывают широкий круг вопросов от финансового менеджмента и планирования до использования в практической деятельности современных информационных и компьютерных технологий.

Среди проводимых курсов и семинаров особо следует отметить курсы повышения квалификации и профессиональной переподготовки руководителей и специалистов по тематике земельных и имущественных отношений, проводимых Центром «Земля и недвижимость», входящим в структуру Международной школы управления «Интенсив». Тематика курсов и проводимых в их рамках консультаций включает следующие направления:

- порядок распоряжения земельными участками и их использования: правовое регулирование, опыт и практика;
- землеустроительные рабо-

ты при инвентаризации и межевании земель;

- формирование и государственный кадастровый учет объектов недвижимости;

- государственная кадастровая оценка объектов недвижимости;

- оценка земельных участков;

- землепользование и землеустройство в муниципальных образованиях;

- современные технологии ведения государственного кадастра объектов недвижимости;

- управление земельными ресурсами;

- оборот земель сельскохозяйственного назначения: законодательство, практика;

- организация и ведение земельного контроля и мониторинга земель;

- землепользование в местах проживания коренных малочисленных народов России;

- правовое регулирование технического учета объектов градостроительной деятельности;

- государственное и муниципальное имущество: владе-

ние, использование, распоряжение, оперативное управление, аренда;

- эффективное управление активами (недвижимым имуществом) производственных объединений (корпораций, холдингов, акционерных обществ, фондов, компаний);

- государственное управление природопользованием;

- правовое регулирование экологического, технологического и атомного надзора;

- экологическая безопасность предприятия и др.

Обучение по вопросам использования современных технологий, оборудования и программного обеспечения при инвентаризации и межевании земель, ведении государственного кадастра объектов недвижимости и другим направлениям ведется с привлечением ведущих специалистов Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, Комитета по аграрным вопросам Государственной Думы РФ, Академии народного хозяйства при Правительстве РФ, Рос-





сийской ассоциации частных землемеров, ФГУП «Госземкадастрсъемка» — ВИСХАГИ, ОАО «Главземпроект», НПП «НАВГЕОКОМ», «Геосервисприбор» и др.

Продолжительность обучения составляет от 1–4 дней до 1–2 недель, в зависимости от курса обучения. Занятия проводятся в оборудованных аудиториях и компьютерных классах. После окончания обучения слушателям выдается свидетельство (удостоверение, сертификат) о повышении квалификации или профессиональной переподготовке установленного образца.

Обучение слушателей курсов повышения квалификации и участников семинаров организуется на основе постоянно совершенствующихся учебных планов и программ с широким использованием компьютерного и мультимедийного оборудования. Слушатели имеют возможность работать в библиотеке и читальных залах РАГС.

За 18 лет работы Междуна-

родной школы управления «Интенсив» проведено более 1000 семинаров, курсов повышения квалификации, всероссийских и международных конференций и других мероприятий с общим числом свыше 70 тыс. участников и слушателей.

В семинарах и курсах повышения квалификации по земельной тематике, проведенных за эти годы, прошли обучение более 8000 руководителей и специалистов министерств, служб, агентств Российской Федерации, а также учреждений, предприятий и организаций различных форм собственности. Среди них представители:

- органов по управлению земельно-имущественными комплексами практически всех регионов Российской Федерации;

- администраций субъектов Российской Федерации, БТИ, органов архитектуры и градостроительства из более чем 500 городов и муниципальных образований;

- территориальных управлений Росимущества, Росреестра и земельных кадастровых палат;

- предприятий Росавтодора, Росавиации, ОАО «Российские железные дороги»;

- территориальных управлений и предприятий Росводресурсов, Рослесхоза, Россельхознадзора и Росприроднадзора;

- территориальных генерирующих и распределительных компаний (бывшие структуры РАО ЕЭС);

- компаний топливно-энергетического комплекса, в том числе «Газпром», «Роснефть», «ЛУКОЙЛ»;

- более 200 компаний и организаций, занимающихся землеустройством и оценкой земель;

- филиалов ФГУП «Госземкадастрсъемка» — ВИСХАГИ и ФГУП «Федеральный кадастровый центр «Земля»;

- научных, производственных и учебных организаций и многих других.

На период обучения слушателям семинаров и курсов повышения квалификации предоставляются комфортабельные одно- и двухместные номера в гостинице, а также другие социально-бытовые услуги, оказываемые различными подразделениями РАГС.

Семинары и курсы повышения квалификации проводятся школой «Интенсив» совместно с заинтересованными организациями как в городе Москве, так и в других городах Российской Федерации, в том числе в режиме телемостов по каналам сети Интернет.

С программами ближайших семинаров и курсов можно ознакомиться в Интернет на сайтах: www.intensiv77.ru, www.ipkr.ru, www.rags.ru, www.rachz.ru, www.geoprofi.ru.

М.Н. Штыкин,

заместитель директора
Международной школы
управления «Интенсив» РАГС

ФЕВРАЛЬ

▼ Москва, 16–18*

Практический консультационный семинар **«Землеустроительные работы при инвентаризации и межевании земель»**

Международная школа управления «Интенсив» РАГС

Тел: (495) 436-05-21, 436-90-27, 436-03-25

Факс: (495) 436-05-21, 436-90-27

E-mail: fedoseev@ur.rags.ru, korneev@ur.rags.ru

Интернет: www.intensiv77.ru, www.ipkr.ru, www.rags.ru

▼ Москва, 18–19*

Научно-практическая конференция **«Геодезия, маркшейдерия, аэросъемка на рубеже веков»**

Международная Федерация Геодезистов (FIG), Международный Союз Маркшейдеров, Российское общество содействия развитию фотограмметрии и дистанционного зондирования

Тел: (495) 933-52-19

Факс: (495) 933-62-89

E-mail: info@con-fig.ru

Интернет: http://con-fig.ru

МАРТ

▼ Мюнхен (Германия), 9–11

Мюнхенский саммит по спутниковой навигации 2010

Интернет: www.munich-satellite-navigation-summit.org/Summit2010

▼ Москва, 11–12*

Первая всероссийская конференция пользователей Leica Geosystems **«Технологии. Решения. Опыт»**

Компания НАВГЕОКОМ

Тел: (495) 781-77-77, 747-51-49

Факс: (495) 747-51-30

E-mail:

info@leica-conference.ru

Интернет:

www.leica-conference.ru

▼ Москва, 23–25*

Практический консультационный семинар **«Порядок распоряжения земельными участками и их использования: правовое регулирование, опыт и практика»**

Международная школа управления «Интенсив» РАГС

Тел: (495) 436-05-21, 436-90-27, 436-03-25

Факс: (495) 436-05-21, 436-90-27

E-mail: fedoseev@ur.rags.ru, korneev@ur.rags.ru

Интернет: www.intensiv77.ru, www.ipkr.ru, www.rags.ru

▼ Минск (Белоруссия), 23–26*

МАРАФОН TERRA CREDO

«Кредо-Диалог»

Тел: +375 (17) 281-68-93

Факс: +375 (17) 281-68-83

E-mail:

market@credo-dialogue.com,

konkurs@credo-dialogue.com

Интернет:

www.terra.credo-dialogue.com

▼ Москва, 30–2*

7-й Международный промышленный форум **GEOFORM+ 2010**

6-я Международная научно-практическая конференция **«Геопространственные технологии и сферы их применения»**

Международная выставочная компания MVK, Росреестр, Ассоциация Транспортной Телематики, Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»

Тел/факс: (495) 925-34-97

E-mail: dnj@mvm.ru

Интернет: www.geoexpo.ru

АПРЕЛЬ

▼ Москва, 6–8*

Практический консультационный семинар **«Землеустроительные работы при инвентаризации и межевании земель»**

Международная школа управления «Интенсив» РАГС

Тел: (495) 436-05-21, 436-90-27, 436-03-25

Факс: (495) 436-05-21, 436-90-27

E-mail: fedoseev@ur.rags.ru, korneev@ur.rags.ru

Интернет: www.intensiv77.ru, www.ipkr.ru, www.rags.ru

▼ Москва, 14–16*

IV Международная конференция **«Космическая съемка — на пике высоких технологий»**

Компания «Совзонд»

Тел: (495) 988-75-11, 514-83-39

E-mail: conference@sovzond.ru

Интернет:

www.sovzondconference.ru

▼ Львов (Украина), 22–24*

15-я Международная научно-техническая конференция **«ГЕОФОРУМ 2010»**

Западное геодезическое общество УОГиК, НУ «Львовская политехника»

Тел: (10032) 258-27-60,

(1038050) 370-64-02

Факс: (10032) 258-21-81

E-mail:

ssavchuk@polynet.lviv.ua

Интернет: www.lp.edu.ua

▼ Новосибирск, 27–29*

VI Международная специализированная выставка и научный конгресс **«ГЕО-Сибирь»**

Сибирская ярмарка, СГГА

Тел: (383) 220-83-30, доб. 287

E-mail: nenash@sibfair.ru

Интернет:

www.geosiberia.sibfair.ru

Примечание. Знаком «*» отмечены мероприятия, официальные участники которых получают очередной номер журнала «Геопрофи».



В фокусе ГЛОНАСС

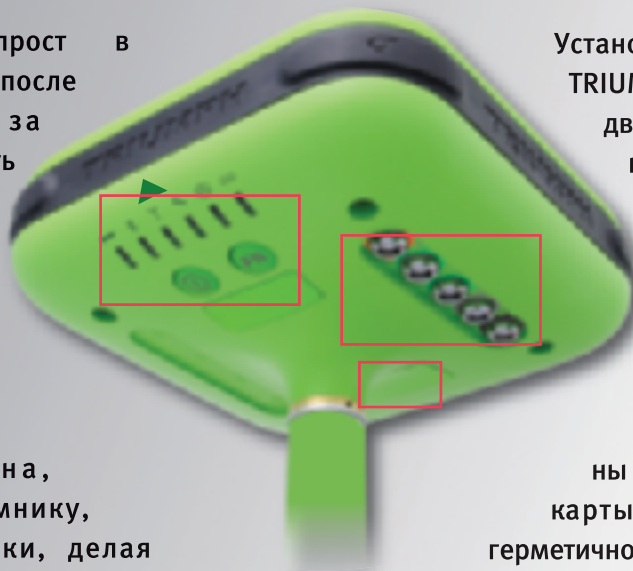
*Хорош ли ГЛОНАСС так же, как GPS?
Хорош ли Ваш ГЛОНАСС?
Как это узнать?*

TRIUMPH-1: Простой и Совершенный

В элегантном, прочном, легком (1,7 кг, 17x17 см) и герметичном корпусе располагаются ГНСС электроника, УВЧ и GSM модемы, антенны, а также аккумуляторы, обеспечивающие непрерывную работу прибора до 20 часов, и усовершенствованная система управления питанием. Батареи, расположены вблизи электроники, что позволяет им лучше работать в холодную погоду. Батареи можно заряжать от любого источника питания с напряжением от +10 до +30 В постоянного тока.

MinPad

TRIUMPH-1 очень прост в использовании. Сразу после включения один за другим загорятся шесть светодиодных индикаторов и зеленым цветом сообщат, что приемник в норме и готов к работе.



Разъемы

Установить связь с приемником TRIUMPH-1 очень просто. Кроме двух последовательных портов и порта USB, у приемника есть Ethernet порт. WiFi и Bluetooth позволяют установить беспроводное соединение.

Сменная SIM-карта

Внутри корпуса расположены две переключаемые SIM-карты. Благодаря маленькой герметичной дверце, одну SIM-карту можно легко вынимать и менять.

УВЧ/GSM Антенна

УВЧ/GSM антенна, подсоединенная к приемнику, становится частью вешки, делая использование приемника еще удобнее.

RTK Тележка

Давно ушли в прошлое дни, когда для выполнения RTK работ нужен был рюкзак для экипировки и множество соединительных кабелей.

Однако у существующих систем остался большой недостаток, состоящий в том, что вешку приходится держать одной рукой.

Мы позаимствовали идею у игроков в гольф и предлагаем вариант установки вешки на модифицированную тележку для гольфа. На такой тележке могут разместиться наш наладонный контроллер Victor и прочие необходимые принадлежности, которые вы легко можете перевозить с места на место.

Попробуйте хоть раз и вы не сможете больше отказаться.

Конечно, TRIUMPH-1 очень легкий и может устанавливаться на стандартных вешках.

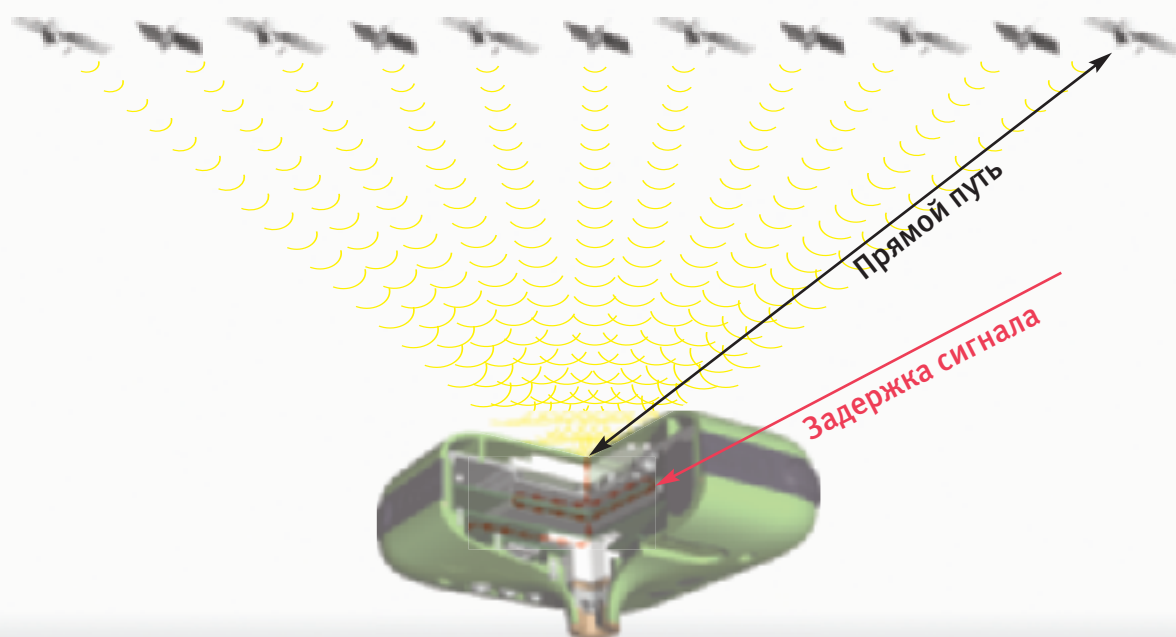


216 каналов GPS+Galileo+ГЛОНАСС

Задержка сигнала

Основная задача ГНСС приемника - измерение расстояния до различных ГНСС спутников и расчет собственных координат. Расстояния до спутников измеряются по времени прохождения сигналов от спутников до приемника, где принятые сигналы обрабатываются в аналоговой, а затем в цифровой части приемника. Данные от базового приемника (находящегося в известной точке) устраняют общие для всех спутников ошибки в подвижном приемнике, что позволяет повысить точность расчета собственных координат приемника.

Путь сигнала от каждого спутника до места его обработки в приемнике состоит из двух этапов: 1) путь в пространстве от спутника до антенны приемника, 2) от антенны приемника к электронике, цифровому процессору приемника. Первая часть пути специфична для каждого спутника, вторая одинакова для всех спутников: сигнал проходит от антенны по антенному кабелю в аналоговую и цифровую часть приемника. Назовем время пути сигнала во второй части задержкой сигнала в электрических цепях приемника. В том случае, если задержка сигнала в электрических цепях приемника одинакова для всех спутников, ее можно рассматривать как компонент сдвига часов относительно системного времени ГНСС и при расчете координат рассматривать ее как четвертую неизвестную (наряду с x , y , z). Иными словами, если задержка сигнала в приемнике одинакова для всех спутников, то она не влияет на расчет координат. Утверждение, что задержка сигнала в приемнике одинакова для всех спутников верно для системы GPS, но не для ГЛОНАСС. Задержка сигнала в электрических цепях приемника зависит от частоты сигнала, передаваемого спутником. Все спутники системы GPS излучают сигналы на одной частоте и создают одинаковую задержку. Спутники ГЛОНАСС передают сигналы на разных частотах. Таким образом, каждый спутник имеет свою, отличную от других, задержку сигнала внутри приемника. Различие характеристик задержек называют обычно межканальными смещениями задержек. Их наличие снижает точность вычисляемых координат. Если бы межканальные смещения были бы одинаковы для одних и тех же спутников в базовом и подвижном приемниках, они не влияли бы на точность расчета координат. В этом случае измерения системы ГЛОНАСС эквивалентны измерениям GPS. К сожалению это не так. Величина межканальных смещений зависит не только от типа приемника, но и от температуры внутри приемника и разброса электрических параметров компонентов. Величина межканальных смещений в системе ГЛОНАСС мешает использованию спутников ГЛОНАСС в приложениях, требующих высокой точности.

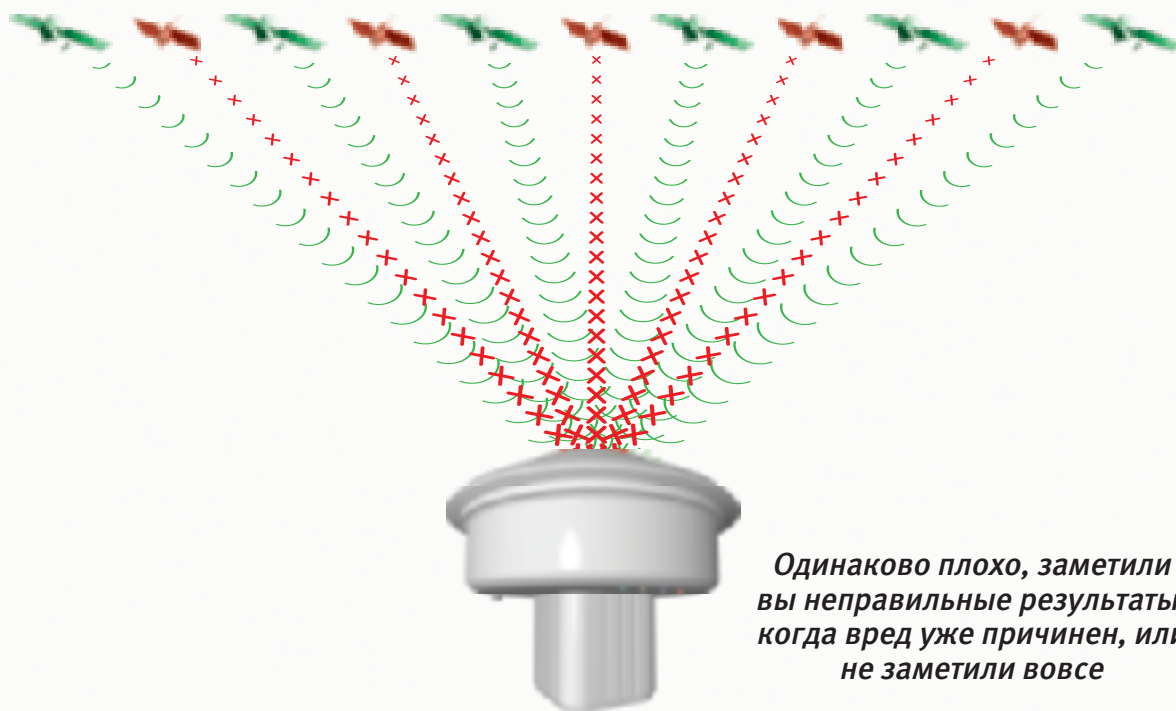


От антенны к процессору приемника

Задержки сигнала в ГЛОНАСС

Если необходимо добиться сантиметровой точности, то разрешение проблемы задержки сигнала в ГЛОНАСС представляется нелегкой задачей. И здесь, возможно, скрыта причина, по которой большинство производителей приемников на протяжении долгого времени избегают использовать спутники системы ГЛОНАСС. Многие производители сейчас просто игнорируют задержки сигнала ГЛОНАСС и предлагают покупателям такие приемники в качестве базовых и подвижных приемников. В начале эры использования сигналов ГЛОНАСС мы были единственными производителями таких приемников, поэтому эти приемники имели одинаковые межканальные смещения. Когда межканальные смещения были заметны, мы использовали совместные решения GPS+ГЛОНАСС только для разрешения неоднозначности, а затем данные спутников ГЛОНАСС исключались из расчетов.

В некоторых типах приемников, если задержка сигнала между базовым и подвижным приемниками неприемлива, аппаратно-программное обеспечение просто исключает спутники ГЛОНАСС из расчетов, получая решения только с помощью GPS спутников! Решая проблему таким способом, производители не объясняют пользователю, почему его двухсистемный приемник не дает лучших результатов, чем односистемный. И таких приемников много. Если же аппаратно-программное обеспечение приемника не исключает спутники ГЛОНАСС из расчетов, то это приводит к неточным результатам. И пользователь принимает ошибочные результаты за истинные. Некоторые производители пытаются измерить задержку сигнала ГЛОНАСС и прописать ее в аппаратно-программном обеспечении приемника. Конечно, это шаг вперед, но, все равно, это не исключает ошибок, потому что остается не учтенным изменение параметров электронных компонентов от температуры и их уход во времени.

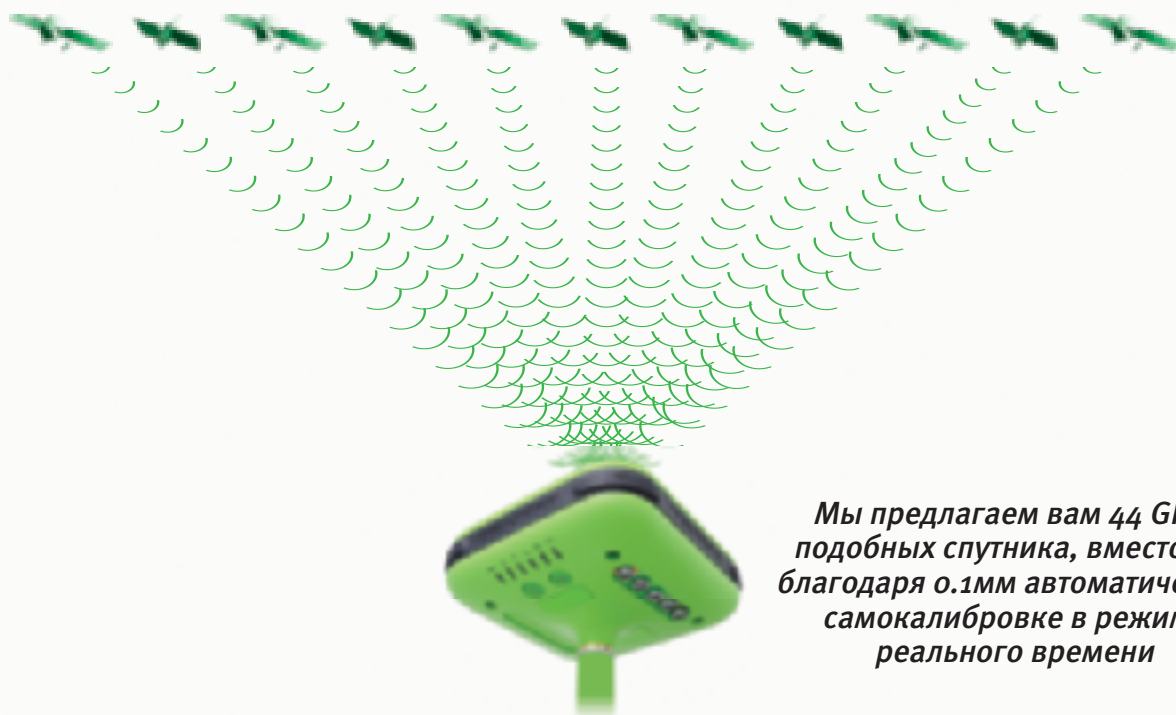


Сложность, но не проблема

Калибровка задержек сигнала

В каждом нашем приемнике, принимающем сигнал ГЛОНАСС, мы непрерывно в режиме реального времени калибруем все задержки сигнала ГЛОНАСС с точностью ± 0.1 мм. Мы разработали и воплотили в жизнь специальное запатентованное аппаратно-программное решение для нашей СБИС "TRIUMPH". Эта калибровка в режиме реального времени делается незаметно для пользователя и никак не влияет на нормальное использование приемника. Итог всей нашей работы в том, что мы сделали наш ГЛОНАСС таким же хорошим, как и GPS. И предлагаем вам большее количество спутников, помогающих выполнять работу быстрее и намного точнее, даже в неблагоприятных условиях. Наш приемник TRIUMPH-1 имеет 216 каналов и способен отслеживать все GPS, ГЛОНАСС и Galileo спутники и выполнять ваши задачи и сейчас, и в будущем.

А ваш ГЛОНАСС так же хорош, как и GPS? Спросите своего производителя, как в вашем приемнике решается эта проблема. Это может отразиться на уже сделанных или будущих наблюдениях. Как известно, многие прошлые наблюдения нельзя повторить и переделать (например, геодезическое обеспечение строительства). Спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS, со вложенными в них десятками миллионов долларов, предоставляются нам бесплатно и готовы к использованию. Мудрое применение комбинации GPS и ГЛОНАСС дает реальное преимущество и существенно улучшит ваш конечный результат.



Мы предлагаем вам 44 GPS-подобных спутника, вместо 30, благодаря 0.1мм автоматической самокалибровке в режиме реального времени

Наш ГЛОНАСС хорош, как GPS

ОЕМ Платы

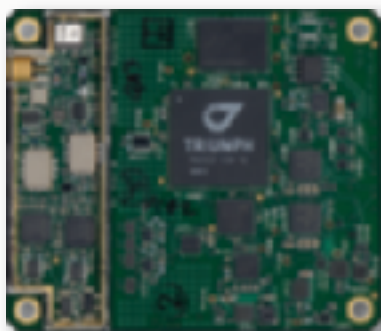
В каждую плату, основанную на технологии TRIUMPH, встроена СБИС “TRIUMPH”. Впервые в истории ГНСС мы предлагаем кинематику реального времени (RTK) с частотой выдачи решений до 100 Гц.

Каждая плата может принимать сигнал Galileo. Напряжение питания каждой платы находится в пределах от +4,5 до +40 В. Благодаря фильтрации напряжения, могут исключаться его пульсации, возникающие в случае подачи питания по кабелю. В каждую плату встроена не просто шина CAN (Controller Area Network), а полноценный CAN-интерфейс с необходимой для его работы программно-аппаратной поддержкой. То же самое можно сказать и про порты RS-232/422 наших плат. Каждая плата снабжена большим объемом памяти для записи и хранения данных. Кроме того, у каждой платы есть драйверы для четырех светодиодов, кнопок включения/выключения и функциональной кнопки. Одним словом, наши платы не нуждаются ни в каких дополнительных функциях.

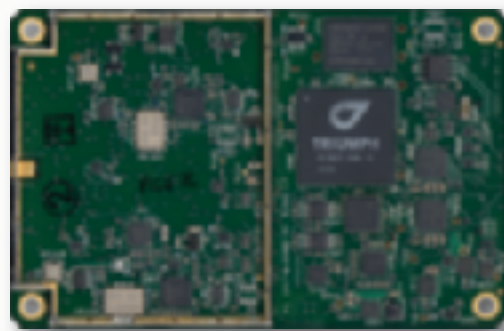
Помимо сигнала временной синхронизации и маркеров событий, каждая плата оснащена интерфейсом синхросигналов IRIG.



TR-G2T
GPS L1/L2/L5
Galileo E1/E5A
57x66 мм



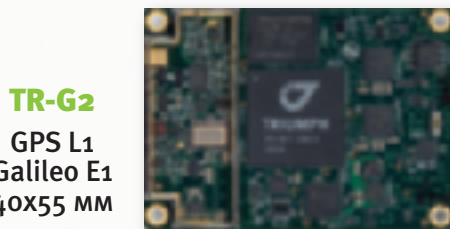
TR-G3
GPS L1
Galileo E1
ГЛОНАСС L1
57x66 мм



TR-G3T
GPS L1/L2/L5
Galileo E1/E5A
ГЛОНАСС L1/L2
57x88 мм



TRE-G2T
GPS L1/L2/L5
Galileo E1/E5A
100x80 мм



TR-G2
GPS L1
Galileo E1
40x55 мм



TRE-G3T
GPS L1/L2/L5
Galileo E1/E5A
ГЛОНАСС L1/L2
100x80 мм

RTK 100 Гц

Duo & Quattro

QUATTRO... Четыре платы в одной

Quattro-G3D одновременно принимает сигналы от четырех антенн. Это эквивалентно четырем приемникам, работающим синхронно с общим опорным генератором и одним центральным процессором.

4 x GPS L1/L2
4 x Galileo E1
ГЛОНАСС L1/L2
100x120 мм



Duo... Две платы в одной

Duo-G2 и Duo-G2D - это платы, каждая из которых одновременно принимает сигналы от двух антенн.

Duo-G2 Duo-G2D
2 x GPS L1 2x GPS L1/L2
2 x Galileo E1
100x80 мм



Встроенные OEM Платы

В небольших, легких, прочных и водонепроницаемых корпусах приемников ALPHA, DELTA и SIGMA могут располагаться различные OEM платы. Кроме того, у этих приемников есть минимальный пользовательский интерфейс TriPad (две кнопки и два светоиндикаторных диода), встроенные батареи (ALPHA, SIGMA), а также Bluetooth, GSM модуль и УВЧ модем.



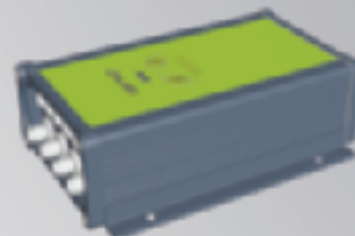
ALPHA
(для TR-G3, TR-G2T, TR-G3T)

- Встроенная батарея
- Зарядное устройство
- Bluetooth
- GSM модем
- 148 x 85 x 35 мм



DELTA
(для TRE-G2T, TRE-G3T, Duo-G2, Duo-G2D, Quattro-G3D)

- 109 x 35 x 169 мм



SIGMA
(для TRE-G2T, TRE-G3T, Duo-G2, Duo-G2D, Quattro-G3D)

- Встроенная батарея
- Зарядное устройство
- УВЧ модем
- GSM модем
- 132 x 61 x 90 мм

ALPHA, DELTA, SIGMA

Будущее невозможно спрогнозировать

Еще несколько десятилетий назад компании, такие как AT&T, Ford, IBM, General Electric, Standard Oil, Pan American и прочие, составляли планы на пять, десять, и даже двадцать лет вперед. Будущее было предсказуемым. Однако сегодня, хотя компании подправляют свои планы несколько раз за год, они все равно не избегают сюрпризов. Будущее невозможно спрогнозировать. Оно больше не предсказуемо.

Для передачи сигналов система GPS использует стандарт CDMA (Code Division Multiple Access), а в ГЛОНАСС используется FDMA (Frequency Division Multiple Access). Проще говоря, все GPS-спутники используют одну частоту, но передают разные коды, а ГЛОНАСС-спутники используют одинаковые коды, но на разных частотах. На предыдущих страницах мы рассказали, как нам пришлось потрудиться над тем, чтобы ГЛОНАСС стал так же хорош, как и GPS. Откуда же такое сильное различие между GPS и ГЛОНАСС? Оно было не таким сильным, пока его не заметили геодезисты! Пока обе системы находились на стадии разработки, никто не задумывался, что они могут использоваться для достижения миллиметровой точности, и что именно на точность будет спрос.

С GPS нам повезло. С ГЛОНАСС пришлось как следует поработать, чтобы добиться сравнимой точности.

Но не расстраивайтесь. Будущее использования спутников тоже непредсказуемо. Когда первые GPS спутники были запущены, еще не существовало сотовых телефонов, и автомобильных систем навигации не было на горизонте. Ученые Лаборатории Реактивных Двигателей (JPL) собирались использовать фазовую несущую системы GPS для точных измерений. При этом точность в плюс-минус десять метров казалась лучшим, на что можно было рассчитывать.

В этом непостоянном и непредсказуемом мире мы кланяемся тем, кто сделал нам такой подарок, даже тридцать лет спустя кажущийся чудом: бесплатный доступ к GPS. В равной степени мы должны быть благодарны и создателям системы ГЛОНАСС за то, что они пошли тем же путем.

Об “отношениях” GPS и ГЛОНАСС существует

множество домыслов. Одни говорят, что русские “скопировали” американские программы GPS и Space Shuttle. Но мы знаем, что в конце 1950-х годов русские сильно обогнали американцев, запустив первый спутник “Спутник-1”. Американские ученые быстро сообразили, что если за спутником могли следить радиолюбители из любой точки мира, то спутник можно использовать наоборот: если позиция спутника на орбите известна, можно вычислить и позицию пользователя.

Другие говорят, что русские ученые были уже готовы использовать спутники для навигации, но не получили финансирования от армии, потому что по данным русской разведки, такой программы не было в армии США! Правда ли это или вымысел, но сегодня налицо сотрудничество обеих сторон на благо пользователей всего мира.

И еще несколько слов о споре между CDMA и FDMA. В следующих поколениях спутников системы ГЛОНАСС предполагается использовать стандарт CDMA. Я имел честь участвовать в дискуссиях российских и американских ученых по вопросам взаимодействия систем. По обе стороны земного шара идет работа над этим. Однако реально спутники ГЛОНАСС CDMA появятся не так скоро.

Между тем, мы нашли замечательное решение задачи калибровки задержек сигнала в электрических цепях приемника, чтобы пользоваться преимуществом большего количества спутников в небе.

До следующих публикаций,

с уважением,

Джавад



David Ashjian