

#5
2010

ТОПРОФИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

INTERGEO 2010

20 ЛЕТ ЗАО «ПРИН»

ГЕОДЕЗИЯ И ЭЛЕКТРОННОЕ
ГЕОПРОСТРАНСТВО

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

СЕРВИС G2
(GPS + ГЛОНАСС)

ПО TRACY

ГИС «КАРТА 2011»

ОПЫТ РАБОТ:
ГОРНОЛЫЖНАЯ ТРАССА
(ШЕРЕГЕШ)

РОГУНСКАЯ ГЭС

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР
НАВГЕОКОМ



УНИКАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕРЕННАЯ НАДЁЖНОСТЬ



GRS-1: Высокоточный 72-канальный двухчастотный ГЛОНАСС/GPS приёмник с частотой вывода данных до 100 Гц и программной установкой опциональных расширений через файлы авторизации (OAF)

Euro-1 60T: Высокоточный двухчастотный 40-канальный ГЛОНАСС/GPS приёмник, выполненный в формате Eurocard, с программной установкой опциональных расширений через файлы авторизации (OAF)

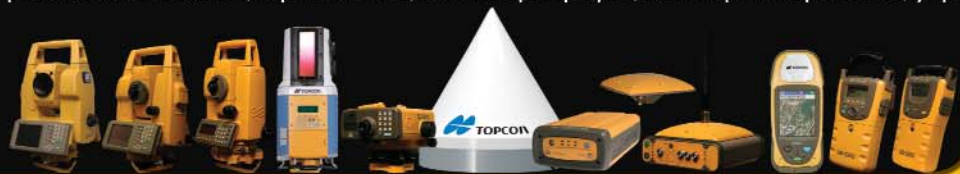
Euro G3-160T: Высокоточный 72-канальный двухчастотный ГЛОНАСС/GPS/Galileo приёмник с программной установкой опциональных расширений через файлы авторизации (OAF)

TG-3: Бюджетный высокоточный 50-канальный одночастотный ГЛОНАСС/GPS приёмник с частотой вывода данных до 100 Гц и программной установкой опциональных расширений через файлы авторизации (OAF)

Euro-1 12T: Высокоточный двухчастотный 40-канальный ГЛОНАСС/GPS приёмник, выполненный в формате Small Eurocard, с программной установкой опциональных расширений через OAF и мощностью потребления менее 2,7Вт

ГЛОНАСС/GPS/GALILEO приёмники в OEM исполнении от компании TOPCON

TOPCON — мировой лидер в разработке и производстве полного спектра устройств точного позиционирования (GNSS приёмники, GNSS антенны, полевые контроллеры, электронные теодолиты и тахеометры, оптические, цифровые и лазерные нивелиры) и решений для геодезии, строительства, ГИС и картографии, мониторинга процессов, управления машинами и других областей.



**ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР
КОМПАНИИ**

TOPCON

Бизнес-парк «Дербенёвский»
Дербенёвская ул., д.1, Москва, 113114
тел: +7(495) 726 8732
факс: +7(495) 726 8745
<http://www.topcongps.ru>
<http://www.gtcomp.ru>
e-mail: 4all@gtcomp.ru

Уважаемые коллеги!

Подготовка этого номера проходила в период, когда организации РФ, занимающиеся геодезическими, картографическими и кадастровыми работами, испытывали определенные трудности. Существовавшие государственные структуры, регулировавшие эту отрасль, ликвидированы, а новые либо не созданы, либо находятся в стадии становления. Усложнились вопросы согласования и лицензирования работ, приостановились государственные закупки на тендерной основе, не обновляется устаревшая нормативно-правовая база. Профессиональные объединения (некоммерческие партнерства), которые должны координировать работу производственных организаций, также не могут пока в полной мере решать имеющиеся проблемы. Обостряет сложившуюся ситуацию отсутствие законодательных решений и официальных заявлений руководителей органов исполнительной власти о роли в государственном управлении отрасли геодезии, картографии и кадастра. Все это, наряду с кризисом, приостановило планомерное развитие как частных, так и государственных предприятий, работающих в этой сфере, а накопленный ими потенциал интеллектуальных и финансовых ресурсов используется только для выживания.

Своими взглядами на геодезическое обеспечение государственных задач на страницах этого номера журнала делится А.П. Карпик, ректор СГГА. Следует согласиться с его мнением в том, что создание и внедрение новых технологий требует принципиального пересмотра сложившихся подходов на геодезическое обеспечение устойчивого развития территорий. Отказ от создания периодически обновляющейся картографической продукции и переход на сбор, обработку и накопление пространственной информации в виде геоинформационных баз данных о территориях — единственно перспективный путь.

О новом подходе получения данных ДЗЗ из космоса при космическом мониторинге больших по площади и протяженных территорий рассказывается в статье, предоставленной компанией «Совзонд».

Возможности и перспективы современных технологий продолжают демонстрироваться на ежегодной выставке INTERGEO, прошедшей в этом году в Кельне (Германия). Она привлекает своим профессиональным уровнем ученых и практиков, руководителей различного уровня и дает каждому из них пищу для размышлений. Количество компаний и площади выставочных стендов, как и производство в этой сфере, конечно, зависят от существующей экономической ситуации. Но от этого интерес к ней не уменьшается. Посещение выставки в очередной раз убеждает, что научно-технический прогресс, основанный на современных информационных технологиях, невозможно остановить, его можно только замедлить.

Это ярко подтверждает 20-летний опыт компании «ПРИН» — пионера по внедрению глобальных навигационных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС в России. Компания на своем пути сталкивалась со многими проблемами, но творческое начало и научный потенциал ее создателей и последователей позволяли и позволяют преодолевать трудности, неизбежно возникающие в период всеобщей перестройки государственной системы управления.

О возможностях совместного использования сигналов спутниковых группировок GPS и ГЛОНАСС рассказывают специалисты компании Figro, приводя результаты исследований, обосновывающие перспективы внедрения нового глобального сервиса высокоточного позиционирования G2.

Спутниковые технологии находят все большее применение в мобильных приложениях благодаря появлению небольших по размерам антенн, обладающих высоким качеством приема сигналов ГНСС. Описанию одной из таких антенн посвящена статья сотрудников компании «ГНСС плюс».

Практический успех использования новых решений в полевых и камеральных условиях во многом определяется применяемым программным обеспечением. В этом номере журнала рассказывается о возможностях программы TRACY, устанавливаемой на компактном полевом контролере под управлением операционной системы Windows Mobile 6.0 и предназначенной для проведения спутниковых измерений, и подпрограммы ГИС «Карта 2011» для трансформирования растровых изображений.

В других публикациях демонстрируется опыт применения различных методов для крупномасштабной топографической съемки в масштабе 1:500:

— классический метод съемки в сочетании с современным программным комплексом CREDO (горнолыжная трасса в Кемеровской области);

— метод наземного лазерного сканирования (строящаяся Рогунская ГЭС, Республика Таджикистан).

Представляет интерес использование цифровых инклинометров для автоматизации пространственного мониторинга положения мостовых конструкций, высотных зданий, плотин гидротехнических сооружений и пилонов базовых станций ГНСС.

Успешное освоение новых технологий возможно только благодаря постоянному пополнению базовых знаний, полученных в высшем учебном заведении, на специализированных курсах. Такие курсы повышения квалификации предлагает Учебный центр НАВГЕОКОМ, отличительные особенности которых описываются в отдельной статье.

Редакция журнала «Геопрофи» с оптимизмом смотрит в будущее, основываясь на своем опыте общения с разработчиками и пользователями как в России, так и за рубежом.

Редакция журнала



Воплощение вековых традиций качества!

Полный спектр геодезического оборудования



ЗАО «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ»

197101, Санкт-Петербург, ул. Большая Монетная, д. 16

тел./факс: (812) 363-4323

e-mail: office@geopribori.ru

www.geopribori.ru

Редакция благодарит компании, поддержавшие издание журнала:

«Геостройзыскания», Trimble Navigation, Группа компаний «Геотехнологии», РИРВ, Группа компаний CSoft, «НАВГЕОКОМ», «Геодезические приборы», КБ «Панорама», «Фирма Г.Ф.К.», «Геометр-Центр», Ashtech, СРО НП «АИИС», Spectra Precision, «ПРИН», Pacific Crest, OmniSTAR, «Кредо-Диалог», «Ракурс», «Совзонд», «ГНСС плюс», Навигационно-геодезический центр

Издатель
**Информационное агентство
«ГРОМ»**

Генеральный директор
В.В. Грошев

Главный редактор
М.С. Романчикова

Редактор
Т.А. Каменская

Перевод аннотаций статей
Е.Б. Краснопевцева

Дизайн макета
И.А. Петрович

Дизайн обложки
В.А. Богоутдинов

Интернет-поддержка
А.С. Князев

Почтовый адрес: 117513, Москва,
Ленинский пр-т, 135, корп. 2
Тел/факс: (495) 223-32-78
E-mail: info@geoprofi.ru

Интернет-версия
www.geoprofi.ru

Перепечатка материалов без разрешения редакции запрещается. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. Редакция не несет ответственности за содержание рекламной информации.

Свидетельство о регистрации в Минпечати России ПИ № 77-14955 от 03.04.2003 г.

Периодичность издания —
шесть номеров в год.

Индекс для подписки в каталоге
Агентства «Роспечать» **85153.**

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать
20.10.2010 г.

Печать Издательство «Проспект»

ТЕХНОЛОГИИ

- А.П. Карпик
**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ** 4
- Т. Мелгард, Э. Виджен, О. Орпен, Д. Хельга Улштайн
**НОВЫЙ СЕРВИС ВЫСОКОТОЧНОГО
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ G2 ДЛЯ GPS И ГЛОНАСС** 11
- М.А. Болсуновский
**ВОЗМОЖНОСТИ ПРЯМОГО ДОСТУПА К РЕСУРСАМ
КА ДЗЗ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА** 19
- А.Ю. Борзов
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ
ТРАНСФОРМИРОВАНИЯ РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ** 23
- А.И. Троицкий
ПРИН. ДВАДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ 29
- А.Ю. Янкуш, К.Ю. Андреева
**ВЫСОКОТОЧНЫЕ ГНСС АНТЕННЫ TALLYSMAN
СЕРИИ TW24** 40
- А.Н. Майоров, Ю.Г. Ноянов, А.Ю. Жиганов
**TRACY — ПРОГРАММА ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
JAVAD GNSS** 42
- Д.Б. Новоселов
КЛАССИЧЕСКИЙ МЕТОД И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 47
- В.А. Семькин, А.А. Кузнецов
**ТЕХНОЛОГИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ СЪЕМКИ
МЕТОДОМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ** 51
- А.И. Яценко
ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНКЛИНОМЕТРОВ 57

НОВОСТИ

- Х ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «ОТ СНИМКА К КАРТЕ: ЦИФРОВЫЕ
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»** 34
- INTERGEO 2010** 36

ОБРАЗОВАНИЕ

- Е.В. Журавлева, Л.В. Воробьева
УЧИТЬСЯ ИЛИ НЕ УЧИТЬСЯ — ВОТ В ЧЕМ ВОПРОС 61

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

 65

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

 67

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

А.П. Карпик (СГГА, Новосибирск)

В 1978 г. окончил НИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работал ассистентом на кафедре «Инженерная геодезия». В 1980–1981 гг. проходил научную стажировку в МИИГАиК. В 1982–1985 гг. учился в аспирантуре Московского инженерно-строительного института. С 1986 г., после защиты кандидатской диссертации, работал старшим преподавателем, доцентом, с 1992 г. — заведующим кафедрой «Инженерная геодезия», а с 1997 г. — директором Института геодезии и менеджмента СГГА. В 2004–2005 гг. проходил стажировку в АННОО «Международный институт культурной интеграции» (Германия). С 2006 г. по настоящее время — ректор СГГА. Доктор технических наук, профессор.



Современная геодезия охватывает, в широком смысле, междисциплинарный научный и производственный комплексы, предназначенные для определения формы, размеров и гравитационного поля Земли, получения картографического изображения земной поверхности, для решения оборонных, экологических, управленческих и разнообразных инженерных задач, что составляет содержание геодезического обеспечения территорий.

До сравнительно недавнего времени геодезическое обеспечение территорий характеризовалось отраслевой и картографической специализацией. Геодезическая отрасль на основе

заявок других министерств и ведомств создавала геодезические сети и топографические карты и формировала картографо-геодезические территориальные фонды. Они использовались геодезическими службами других отраслей для создания специализированных геодезических сетей и тематических карт, как правило, на бумажных носителях. Последние применялись для планирования, проектирования, управления и изучения территорий. При этом комплексное использование созданной продукции, особенно карт на бумажных носителях, являлось чрезвычайно сложной и трудоемкой задачей.

Развитие экономики и общества в современных условиях неразрывно связано с многогранной проблемой человечества — обеспечением устойчивого развития государств и отдельных территорий. Данная проблема чаще всего проявляется в необходимости взаимной увязки всех решений в сфере управления и обеспечения жизнедеятельности общества локального, регионального и глобального уровней иерархии территорий. Соответственно возрастает необходимость междисциплинарных исследований и комплексного межотраслевого подхода к

выработке решений. А это, в свою очередь, требует организации совместного использования информационных ресурсов различных отраслей. Применительно к пространственным информационным ресурсам данное требование сводится к интегрированию различной тематической информации об объектах территории на единой координатной основе, что является предметом геодезии.

Таким образом, в соответствии с новыми потребностями экономики и общества, существующими экологическими проблемами техногенного происхождения, рамки геодезического обеспечения существенно расширяются, а его содержание изменяется.

Сущность геодезического обеспечения территорий составляет комплекс мероприятий, направленных на создание, представление, актуализацию и использование разрозненной информации на основе геодезического метода определения пространственного положения и формы предметов (включая процессы, явления и события) окружающего мира в геодезических системах координат.

На современном этапе развития экономики и общества перед геодезическим обеспечением

ем встали новые цели и задачи, вытекающие из концепции устойчивого развития территорий, и появились новые возможности, обусловленные техническими и технологическими достижениями.

В качестве новой цели геодезического обеспечения устойчивого развития территорий выступает потребность в интегрировании на единой координатной основе информации различных отраслей экономики и жизни общества в общее информационное пространство, построенное на единой идеологии, единых принципах и удовлетворяющее единым требованиям. Следовательно, современное геодезическое обеспечение должно удовлетворять этим новым целям, условиям, требованиям: во-первых, быть основой для взаимной увязки и совместного использования множества природных и экологических характеристик и, во-вторых, позволять сохранять и сопоставлять модели состояний территории современных и прошлых периодов. Кроме того, обязательным является требование предоставлять результаты в цифровой форме, обеспечивающей компьютерную обработку и геоинформационный анализ данных.

Появившиеся технические и технологические возможности базируются на новых методах и средствах сбора и компьютерной обработки пространственно привязанных данных. Способы определения положения точек местности вышли в последние годы на новый качественный уровень в связи с применением спутниковых технологий, электронных тахеометров, лазерного сканирования и дистанционного зондирования Земли с использованием цифровых методов. Моделирование окружающего пространства стало осуществляться в цифровой форме с соблюдением требований компьютерного восприятия, пространственно-временной че-

тырехмерности, совместимости и согласованности моделей разного масштаба и тематического назначения. Появились компьютерные технологии накопления, обновления и использования геопространственных данных в геодезических территориальных банках данных. Все более широкое применение находят геоинформационные системы (ГИС).

В силу приведенных причин, требований и условий в геодезии в настоящее время активно формируется и развивается комплексное направление, связанное с применением современных геоинформационных методов для получения и использования пространственной информации о территориях всех иерархических уровней.

Особенности современного этапа становления геодезического обеспечения территорий обусловлены следующими важными факторами:

- новыми требованиями к геодезической информации со стороны отраслей экономики в аспекте всеобщей информатизации общества;

- новыми требованиями к геодезическому обеспечению в свете потребностей устойчивого развития территорий.

В настоящее время рассматриваются две концепции развития геодезии: первая — как науки о Земле и вторая — как науки о пространстве. При этом в первой концепции предметом геодезии является фигура и поверхность Земли, а во второй — геометрия объектов реального мира и их положение в пространстве. На основании исследований сформулированы задачи геодезии: создание координатного каркаса, описание окружающего пространства по структурным линиям, поверхностям и точкам, геодезическое обоснование строительства и эксплуатации сооружений.

В настоящее время в общем случае предметом геодезии яв-

ляются пространственные отношения и формы объектов и явлений окружающего мира, что подтверждено историей ее развития.

Как техническая наука геодезия занимается разработкой методов, средств и технологий получения информации, характеризующей пространственно-временное состояние объектов реального мира, хранения и использования ее для создания математических, цифровых и графических моделей объектов. Пространственная координато-временная информация получается в результате проведения геодезических измерений в референционной системе координат или общеземной системе отсчета. Объектами реального мира могут быть: планета Земля, геодезические сети, предметы и рельеф местности, инженерные сооружения (существующие и их проекты), объекты любой тематики (геологической, топографической, экономической, кадастровой, ландшафтной, экологической и др.), стационарно расположенные в пределах территории или перемещающиеся по ней.

Предназначение геодезической отрасли — геодезическое обеспечение планирования развития народного хозяйства. В разные исторические периоды перед отраслью ставились конкретные задачи, которые решались с использованием передовых, соответствующих тому времени, технологий. В XX веке геодезическая отрасль Советского Союза (и в дальнейшем России) последовательно решала задачи по созданию единой плановой и высотной государственной геодезической сети, картографированию территории страны в масштабах 1:100 000, 1:25 000 и 1:10 000, городов и поселков в масштабах 1:5000, 1:2000 и 1:500, выполнению инженерно-геодезических работ, геодезическому обеспечению мелиорации земель, разведки и добычи

полезных ископаемых (в том числе на шельфе морей и океанов), лесоустроительных работ, земельного кадастра. При этом цель работ состояла в том, чтобы зафиксировать пространственное положение и состояние объекта геодезического изучения на конкретный момент времени. Изучение динамики объектов проводилось на отдельных локальных территориях или инженерных сооружениях. Результаты геодезических работ в виде координат и высот пунктов опорных геодезических сетей и топографических карт сохранялись в картографо-геодезических фондах, откуда их получали потребители для использования при решении конкретных задач.

Геодезическая информация о территориях создавалась и использовалась в двух основных формах: дискретной (прерывной) и аналоговой (непрерывной).

В дискретной форме информация получается геодезическими методами с использованием средств и методов топографии, фотограмметрии и картографии в виде координат отдельных точек окружающего пространства. Геодезические методы широко используются для изучения не только дневной поверхности, но и подземного пространства (в маркшейдерии), пространства помещений, dna водоемов; для контроля пространственного состояния зданий,

инженерных сооружений и агрегатов; для определения траектории движения. В последние годы координаты отдельных точек пространства измеряются методами космической геодезии с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Информация в аналоговой форме вначале создавалась в виде рисунков-схем, затем появились картографические произведения: различного вида и назначения карты, атласы, глобусы и макеты местности. Постепенно развивалась и формировалась картография — область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений.

Результаты определения (с совместным использованием астрономических, гравиметрических и геодезических измерений) размеров и формы Земли в виде координатных систем, а также результаты аэрофотосъемки, дистанционного зондирования Земли из космоса и топографических съемок используются в картографии в качестве исходных материалов и данных для составления, обновления и издания топографических карт различных масштабов. В свою очередь, топографические карты служат основой при создании множества географических, тематических, отраслевых и специального назначения картографических произведений.

Вышеизложенное составляет в общем виде содержание геодезическо-картографического обеспечения экономики и общества, сложившегося к настоящему времени. Полный перечень современных геодезических и картографических работ федерального и специального (отраслевого) назначения, выполняемых в рамках геодезическо-картографического обеспечения, приведен в Федеральном законе «О геодезии и картографии» [1, 2].

До начала 1980-х гг. геодезическая информация о территориях поставлялась потребителю и использовалась в виде каталогов координат, а топографическая и картографическая — в виде планов и карт на бумажных носителях.

Научно-технический прогресс двух последних десятилетий привел к широкому распространению персональных компьютеров, а также возникновению и бурному развитию информатики и ее революционному влиянию на многие виды деятельности. В геодезическо-картографической области это направление научно-технического прогресса вначале использовалось для автоматизации технологических процессов. Затем появились новые виды продукции: цифровые модели местности, цифровые и электронные карты и атласы, которые можно объединить термином «цифровая пространственная информация о территории»,



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

а также новые технологические процессы, получившие названия цифрового картографирования местности и геоинформационного картографирования.

В области других наук о Земле, в первую очередь, в экономической географии, ландшафтоведении и т. п., применение компьютерных технологий привело к созданию и развитию геоинформационных систем по анализу пространственных моделей территорий, в том числе и по картографическим изображениям.

При появлении в начале 1990-х гг. ГИС на российском рынке специалисты многих отраслей народного хозяйства быстро оценили предоставляемые ими богатые возможности моделирования геопространства и подготовки пространственных решений. Однако они оказались недостаточно подготовленными к использованию появившихся возможностей обработки геопространственных данных. Этот период отмечен множеством публикаций просветительского и образовательного характера по вопросам дистанционного зондирования Земли, системам координат, методам определения пространственных координат с использованием аппаратуры ГНСС в периодических специализированных изданиях, а также формированием нового смежного с геодезией научного направления — геоинформатики и стан-

дартизации терминологии в этой области.

В настоящее время на базе и в развитии таких процессов наблюдается появление новых возможностей хранения и представления пространственной информации о территориях и обеспечения ею потребителей, анализа этой информации, а также новых потребностей в ее использовании и доставке, связанных, в том числе, с Интернет-технологиями.

В рамках решения задач территориального управления, включая прогнозирование чрезвычайных ситуаций, создается комплексное межотраслевое геоинформационное обеспечение территорий на федеральном, региональном, районном, муниципальном уровнях [3]. Разрабатываются системы ведения земельного, лесного и градостроительного кадастров, кадастров подземных вод, недр и особо охраняемых природных территорий. На основе геопространственной информации внедряются системы управления промышленными предприятиями и транспортом, а также навигационные системы. Геопространственная информация все шире применяется в средствах массовой информации и справочных системах. Таким образом, научно-технический прогресс и переход экономики и общества в условия века информатизации обуславливают новые требования к геодези-

ческому обеспечению территорий, в частности, включение в арсенал методов и средств геодезии методов и средств геоинформатики.

С другой стороны, в связи с появлением перед человечеством задачи устойчивого развития территорий в глобальном масштабе перед геодезической отраслью возникает задача обеспечения устойчивого развития территорий. Новая модель развития также обуславливает новые требования к геодезическому обеспечению как части общей информационной индустрии.

Таким образом, для удовлетворения новых требований к информационному обеспечению общества и экономики необходимо решение следующих задач информационного характера, в том числе геодезических:

- совместный анализ пространственной информации, полученной всеми отраслями для данной территории, следовательно, необходима интеграция различной тематической информации на единой координатно-временной основе;

- определение (фиксация) изменений пространственного положения объектов территории, обусловленных техногенными и природными факторами, следовательно, необходимы накопление и ведение геопространственной информации о прежних состояниях территории и об их изменениях;

**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**

— оценка и прогнозирование будущего состояния территории в пространственном отношении под воздействием человеческой деятельности, следовательно, необходимы соответствующие методы моделирования геопространственной составляющей территории, обработка больших объемов пространственной информации разной тематики и временных состояний, что возможно только с применением компьютеров. Таким образом, пространственная информация о территории должна предоставляться, сохраняться и сопоставляться с информацией о предыдущих и прогнозируемых состояниях территории в цифровой форме.

Следовательно, на современном этапе развития геодезического обеспечения центр тяжести в комплексе геодезических работ смещается со сбора информации о территориях для создания карт и планов на сбор, обработку, интеграцию, анализ и представление информации о территории. Этот новый этап геодезического обеспечения, в отличие от предыдущего этапа, названного нами «геодезическо-картографическое обеспечение», предлагается обозначить термином «геодезическое информационное обеспечение» [3].

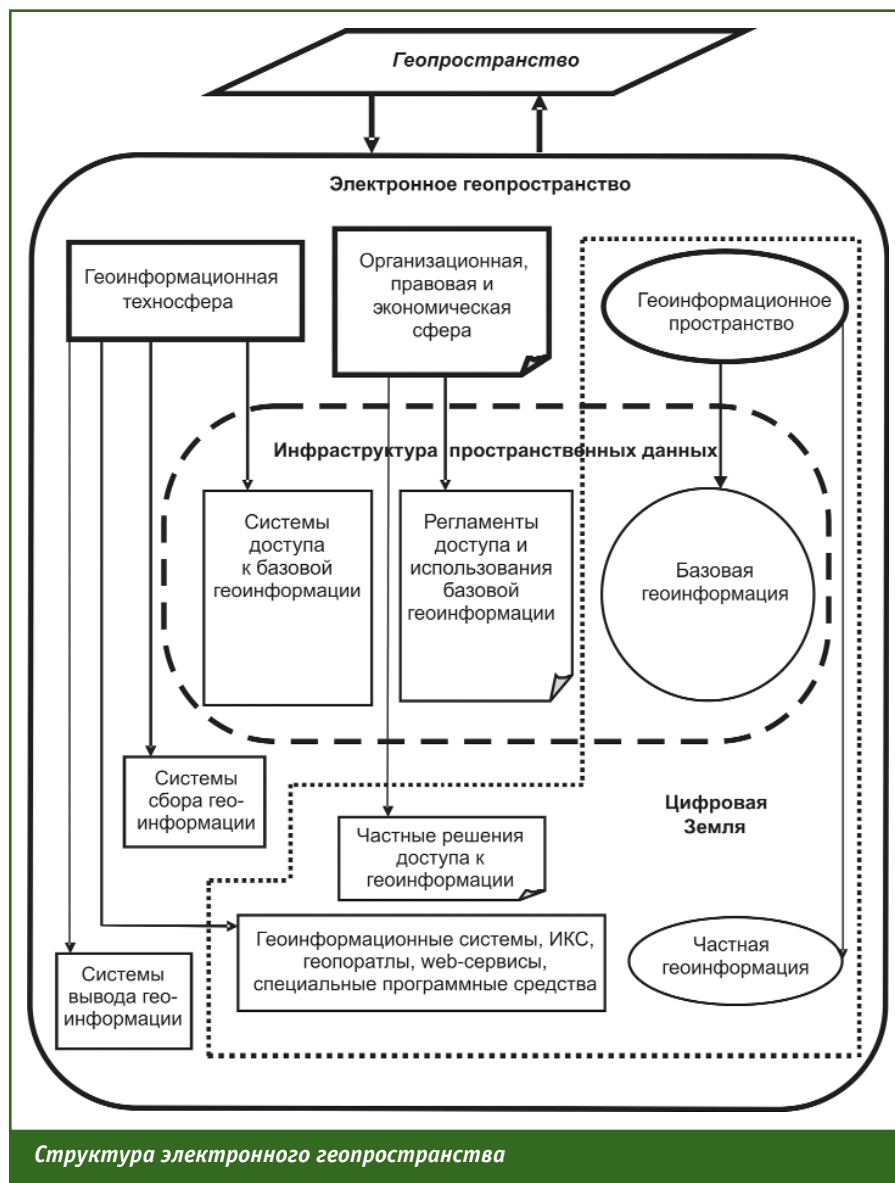
Как известно, сущность геодезических методов заключается в определении пространственного положения и формы предметов (включая процессы и явления) территорий в геодезических системах координат. Таким образом, геодезическая составляющая является обязательной в любой пространственной информации, а геодезическое информационное обеспечение — неотъемлемой частью геоинформационного обеспечения.

Реализация новых целей и функций геодезического информационного обеспечения требует новых методов и подходов к использованию современных достижений научно-техни-

ческого прогресса: универсальной системы определения местоположения — глобальной системы позиционирования, с одной стороны, и, с другой стороны, компьютерных информационных технологий, включающих геоинформационные технологии и системы управления базами данных. Использование этих достижений в рамках существующего подхода к геодезическому обеспечению территорий малоэффективно, поскольку здесь появляется противоречие между новыми целями геодезического информационного обеспечения и существующей методологией геодезическо-картографического обеспечения.

В связи с этим возникает проблема несоответствия между новой ориентацией геодезического обеспечения территорий на сбор, обработку, интеграцию, анализ и представление пространственной информации и существующей методологией геодезическо-картографического обеспечения, ориентированной, в основном, на сбор пространственной информации для создания карт и планов.

Формирование нового вида деятельности — геодезического информационного обеспечения — и системы, обеспечивающей его реализацию, требует системного научного анализа и разработки методологических основ.



Информационная деятельность заключается в получении, преобразовании и использовании информационных ресурсов во всех сферах жизнедеятельности человека, а информационные ресурсы призваны отражать аспекты жизни общества. В этом многообразии информации и информационных процессов важная роль принадлежит пространственно-координатной информации, отображающей окружающий нас мир, и информационным процессам по ее получению и использованию методами геодезии, картографии, дистанционного зондирования Земли и геоинформатики [4]. Этот блок информационной деятельности является неотъемлемой частью практически всех видов человеческой деятельности и, в первую очередь, строительства (промышленного, гражданского, дорожного, мелиоративного, инженерных коммуникаций, гидротехнических сооружений, тоннелей, мостов, и др.), территориального управления, функционирования систем обороны, охраны правопорядка, критических ситуаций, транспорта, поиска, разведки и добычи полезных ископаемых, монтажа и эксплуатации инженерных сооружений и технологического оборудования, землеустройства и кадастра, ведения сельского, лесного и водного хозяйств и многих других. Например, согласно мировым источникам, не менее 70% всех управленческих решений, принимаемых органами власти и территориального управления, носят геопространственный характер и основываются на координатно-временной информации.

С рассмотренных позиций геодезическое информационное обеспечение может быть представлено в виде модели геопространства. Структура электронного геопространства представлена на рисунке [4]. Электронное геопространство показано сплошной линией, выделены важные структурные подмноже-

ства — цифровая Земля (показана пунктиром) и инфраструктура пространственных данных (показана штриховым контуром). Необходимо пояснить, что термины «частная геоинформация» и «частные решения» здесь применены не в смысле формы собственности, а для обозначения остальных решений и остальной геоинформации («небазовой»), которые могут касаться отдельных отраслей, организаций и граждан. Каждый объект геопространства характеризуется собственными пространственными свойствами — местоположением, формой и размерами, что и отображается соответствующим видом информации — геоинформацией. Отсюда в предметной области геодезии, картографии, геоинформатики и других наук о Земле возникает задача задания новой формы, нового уровня представления информации об окружающем нас мире на базе электронной техники, цифровых форматов данных, ГИС-обработки, информационно-коммуникационных систем и Интернет-технологий.

На основании изложенного выше можно сформулировать основные направления деятельности по формированию новых подходов геодезического информационного обеспечения современного информационного общества.

1. Создание общего геоинформационного пространства, отражающего пространственные свойства окружающего нас мира и содержащего геоинформационные модели, цифровые и электронные карты.

2. Комплектование и освоение геоинформационной техносферы, включающей современные системы сбора, хранения, обработки, анализа и информационных коммуникаций, системы вывода, визуализации и воспроизведения геоинформационной продукции.

3. Формирование и реализация общей организационно-пра-

вовой и экономической основы получения и использования в экономике и обществе геоинформации и различной геоинформационной продукции.

4. Введение в действие и функционирование инфраструктуры пространственных данных для различных территориальных образований на основе принятых соглашений и норм.

5. Создание цифровой Земли для разных территориальных уровней, объектов, процессов и видов деятельности.

▼ Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон о геодезии и картографии // Геодезия и картография. — 1996. — № 1. — С. 1–9.
2. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон о внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты РФ в связи с принятием Федерального закона «О лицензировании отдельных видов деятельности»; Изм. ст. федерал. закона «О геодезии и картографии» // Геодезия и картография. — 2003. — № 1. — С. 2–6.
3. Карпик А.П. Сущность и система базовых понятий геоинформационного обеспечения территорий // Материалы VII науч. конф. по темат. картографии «Картограф. и геоинформ. обеспечение упр. региональным развитием». Иркутск, 20–22 нояб. 2002 г. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. — С. 103–106.
4. Карпик А.П., Лисицкий Д.В. Электронное геопространство — сущность и концептуальные основы // Геодезия и картография. — № 5. — 2009. — С. 41–44.

RESUME

The author grounds the scope of tasks which the geodetic industry faces with as a result of both appearing new methods and means to collect and process spatial data about the surrounding world and the new global task of the territory sustainable development. The main trends of activity to form new approaches to the geodetic information support under the present circumstances are given.

ПРЕДСТАВЛЯЕМ СЕРВИС **OMNISTAR G2**



Поправки для GPS и ГЛОНАСС измерений

Компания OmniSTAR BV предлагает надежные и достоверные дифференциальные сервисы для обеспечения непревзойденной точности спутникового позиционирования в режиме реального времени.

К концу 2010 года будет функционировать более 50 спутников систем GPS и ГЛОНАСС. И сейчас OmniSTAR уже предлагает пользователям комбинированные поправки для GPS и ГЛОНАСС измерений, трансляция которых реализуется в сервисе G2. Использование ГЛОНАСС данных позволяет не только увеличить надежность и достоверность Вашего ГНСС решения, но и уменьшить на 30% время сходимости решения до дециметровой точности.

Области применения: Картографирование, Геодезия и топография, Сбор данных для ГИС, Аэросъемки, Землечерпательные работы, Горная промышленность, Высокоточное земледелие

Новый сервис G2 работоспособен и доступен по всему миру.

OmniSTAR[®]
The Global Positioning System

По вопросам о подписке обращайтесь:

+31 70 317 0900 / info@omnistar.nl

Более подробная информация **WWW.OMNISTAR.NL**



НОВЫЙ СЕРВИС ВЫСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ G2 ДЛЯ GPS И ГЛОНАСС*

Т. Мелгард (Tor Melgard) — Fugro Seastar, Норвегия

Получил степень магистра в области электротехники в Норвежском технологическом институте и защитил диссертацию на кафедре прикладной геоматики Университета Калгари (Канада). В настоящее время — менеджер по развитию компании Fugro Seastar.

Э. Виджен (Erik Vigen) — Fugro Seastar, Норвегия

Получил степень магистра в области геодезии в Норвежском технологическом институте. В настоящее время — главный разработчик компании Fugro Seastar.

О. Орпен (Ole Orpen) — Fugro Seastar, Норвегия

Получил степень магистра в области электротехники в Норвежском технологическом институте. В настоящее время — старший научный сотрудник компании Fugro Seastar.

Д. Хельга Улштайн (Jon Helge Ulstein) — Bourbon Offshore Norway AS, Норвегия

В настоящее время — инспектор по информационным технологиям компании Bourbon Offshore Norway AS, которая является дочерним предприятием компании Bourbon Group (Франция).

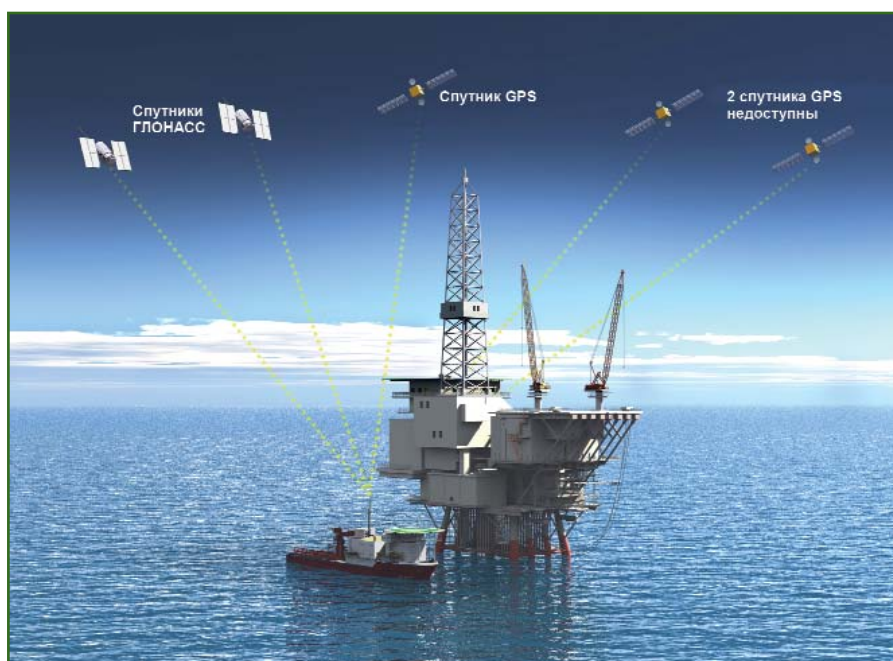


Рис. 1

Возможности услуги многосистемного высокоточного позиционирования в режиме реального времени

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) GPS и ГЛОНАСС в настоящее время составляют группировку из 50 действующих спутников. Это дает существенное повышение доступности и целостности системы, достоверности измерений при одновременном уменьшении времени сходимости, благодаря услуге многосистемного высокоточного позиционирования в режиме реального времени (Precise Point Positioning — PPP). Результаты проведенных полевых испытаний позволяют сделать вывод о том, что теперь нет необходимости дожидаться оптимального расположения созвездия навигационных спутников — наилучшие сочетания доступны в любой момент времени с помощью этого сервиса (рис. 1).

* Перевод статьи «Pulling in All Signals. PPP with GPS and GLONASS: The New G2», опубликованной в журнале GPS World № 3 (март 2010), выполнен сотрудниками ООО «Сварог».

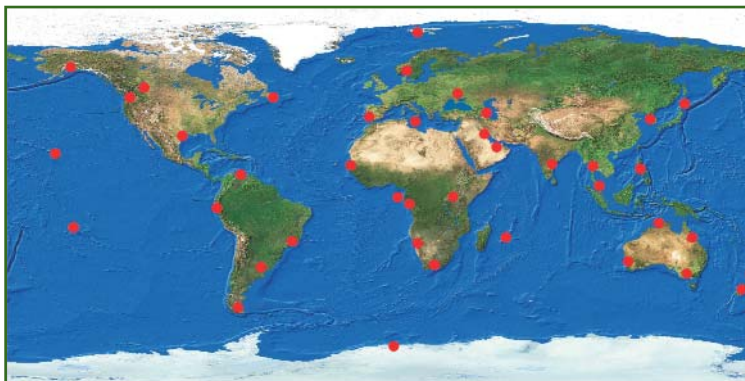


Рис. 2

Сеть опорных станций услуги высокоточного позиционирования в режиме реального времени G2

Сервис PPP является оптимальным методом, обеспечивающим глобальное улучшение пользовательских характеристик как существующих, так и развертываемых систем ГНСС. Для его функционирования требуется меньшее количество опорных станций, чем при использовании классического дифференциального метода. Один и тот же набор данных, содержащий информацию о параметрах орбит (эфемерид) и уходе часов (сдвиге шкал времени), действителен для всех потребителей в любом месте, причем в подавляющем большинстве случаев на навигационное решение не влияют отказы или сбои в работе отдельных опорных станций. Поскольку точные параметры орбит на конкретный момент времени вычисляются на основе обработки данных от всех станций мировой сети, всегда найдется необходимое количество станций, наблюдающих одни и те же спутники. Как результат, сервис PPP обладает большой избыточностью и устойчив к ошибкам (см. Геопрофи. — 2010. — № 2. — С. 27–30. — Прим. ред.).

Результаты испытаний, представленные в данной статье, показывают, что использование системы ГЛОНАСС существенно улучшает доступность и надежность навигационных решений. Это, в свою очередь, представляется значительным шагом в развитии

сервиса PPP. Плановая точность определения местоположения с использованием сервиса G2 (GPS + ГЛОНАСС) оценивается дециметрами, что является результатом увеличения общего числа спутников навигационной группировки на 60%, примерно с 30 до 50 спутников. В действительности, сервис G2 как услуга PPP, основанная на комбинации спутниковых измерений GPS и ГЛОНАСС, принимает вид глобальной дифференциальной подсистемы ГНСС нового поколения. Учитывая тот факт, что в навигационных спутниках нового поколения ГЛОНАСС-М существенно повысилась надежность и продолжительность жизненного цикла по сравнению с их предыдущими модификациями, результаты будут иметь тенденцию к улучшению и впредь, так как существующая группировка ГЛОНАСС постоянно пополняется.

Успешное развертывание сервиса G2 стало возможным благодаря тесному сотрудничеству между компанией Fugro и Европейским центром управления космическими объектами (European Space Operation Centre — ESOC), основанным Европейским космическим агентством (European Space Agency — ESA). Специалисты ESOC имеют многолетний опыт в области технических разработок по высокоточному определению параметров орбит и ухода часов, в

то время как компания Fugro традиционно сильна в предоставлении навигационных услуг, а также услуг высокоточного позиционирования в режиме реального времени.

В результате совместных усилий компания Fugro впервые предложила новую услугу — высокоточное позиционирование G2 в режиме реального времени, которая базируется на круглосуточном точном определении орбит обеих систем: GPS и ГЛОНАСС. Сервис основан на использовании сети опорных станций компании Fugro для точного определения параметров орбит и ухода часов каждого из 50 спутников. Сеть включает около 40 опорных станций, расположенных по всему миру (рис. 2) и оснащенных двухчастотными спутниковыми приемниками GPS/ГЛОНАСС.

«Сырые» данные от всех навигационных спутников направляются в центры обработки информации, где на их основе вычисляются уточненные параметры орбит и уход часов каждого спутника GPS и ГЛОНАСС. Полученные данные транслируются потребителям через сеть геостационарных спутников связи, имеющую практически глобальное покрытие. Спутниковый приемник конечного пользователя, после фазовой обработки двухчастотного сигнала на основе решения PPP, позволяет в режиме реального времени с дециметровой точностью определить местоположение фазового центра антенны приемника.

Как и любые ГНСС-решения, сервис PPP напрямую зависит от того, какое количество спутников находится в зоне прямой видимости антенны приемного устройства. Даже наиболее точные параметры орбиты и уход часов конкретного спутника будут бесполезны, если пользователь не имеет возможности принимать сигналы самого спутника. В то время как часть навига-

ционных спутников может быть невидима по различным причинам, лучшим решением является комбинированное использование всех доступных спутников группировок GPS и ГЛОНАСС. Это особенно актуально при проведении измерений в зонах плотной городской застройки, в лесу, при нахождении судов во фьордах или вблизи нефтегазодобывающей платформы.

Необходимость увеличения количества спутников ГНСС при определении местоположения не подвергается сомнению. Многочисленные исследования обосновывают будущую выгоду от совместного использования GPS и Galileo. Но в настоящее

время доступна и может быть использована только пока еще не полностью развернутая спутниковая группировка ГЛОНАСС. Правительство Российской Федерации предпринимает меры по модернизации этой системы и доведению действующей группировки спутников ГЛОНАСС до 24 к 2011 г. Это учитывает большинство производителей спутникового навигационного оборудования, которые уже выпускают приемники, работающие с двумя ГНСС — GPS и ГЛОНАСС.

▼ Оценка точности систем GPS и ГЛОНАСС

На рис. 3 представлены графики распределения средних квадратических ошибок опреде-

ления параметров орбит (σ) GPS и ГЛОНАСС, полученных по результатам измерений, проведенных в режиме реального времени 14 августа 2009 г., относительно данных Международной службы ГНСС (International GNSS service — IGS). Наибольшее влияние на точность определения местоположения оказывает радиальная ошибка орбит, но она не может иметь определяющего значения, поскольку гораздо меньше 3σ (диапазон, в который попадает 95% всех вычисленных ошибок). Для системы ГЛОНАСС 3σ составляет 22 см, что более чем вдвое превышает аналогичную оценку для GPS ($3\sigma = 10$ см). Но, несмотря на это, результаты исследований показывают, что такое различие обусловлено низкой точностью только отдельных спутников ГЛОНАСС. В действительности, большинство навигационных спутников ГЛОНАСС обладают точностью параметров орбит, сопоставимой с GPS, что вполне достаточно для реализации сервиса G2.

Рис. 4 (вверху) демонстрирует точность часов GPS относительно шкалы времени IGS. Измерения проводились 14 августа 2009 г. Систематические ошибки были исключены с целью совмещения начала отсчета. На рисунке можно различить небольшие индивидуальные погрешности часов спутников GPS, которые ни в коей мере не могут повлиять на точность PPP-решений, в то время как ожидаемая точность позиционирования с помощью сервиса G2 существенно выше той, которую может обеспечить система GPS ($3\sigma = 21$ см).

На рис. 4 (внизу) приведена оценка точности часов системы ГЛОНАСС ($3\sigma = 42$ см). В настоящее время у IGS нет решения, сопоставимого по точности с часами системы ГЛОНАСС, поэтому в качестве эталона использовались данные IGS и сети опорных станций Fugro после

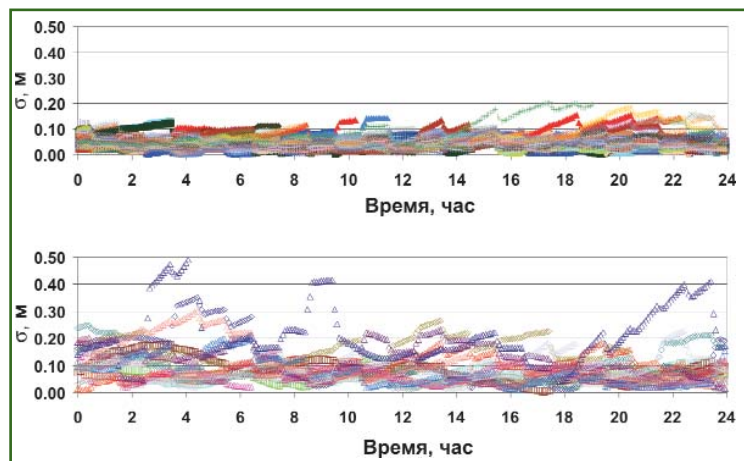


Рис. 3

Ошибки определения параметров орбит GPS (вверху) и ГЛОНАСС (внизу) относительно параметров орбит IGS

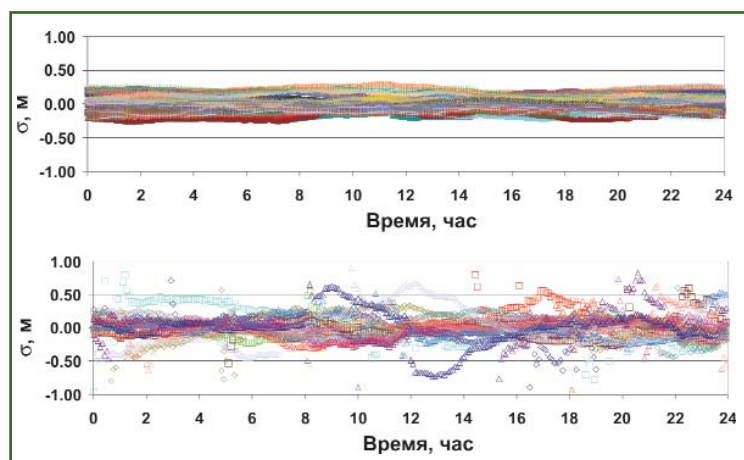


Рис. 4

Погрешность часов спутников ГНСС: GPS (вверху); ГЛОНАСС (внизу)

совместной постобработки. Как видно из графика, часы ГЛОНАСС более изменчивы, но достаточно стабильны для обеспечения точной навигации.

▼ **Результаты позиционирования в режиме реального времени**

Процесс определения местоположения в режиме реального времени находится под постоянным контролем центра управления и мониторинга в Осло (Норвегия). На рис. 5 представлены типичные результаты позиционирования, полученные при непрерывных измерениях в течение 24 часов в одной точке с помощью сервиса G2.

Линии голубого цвета ограничивают диапазон ± 20 см для плановых координат и ± 30 см для высот. Антенна приемника в момент измерений располагалась на открытом месте, обеспечивая беспрепятственный прием сигналов всех спутников созвездия. В качестве истинных значений использовались координаты, определенные независимым методом. При этом для 14 августа 2009 г. средняя квадратическая погрешность измерений составила 3 см в восточном (σ_E) направлении, 4 см в северном (σ_N) направлении и 8 см по высоте (σ_H). Среднее количество наблюдаемых спутников достигало 15.

На рис. 6 отражены результаты измерений, выполненных в той же точке и при тех же условиях, что и в случае, приведенном на рис. 5, но с использованием только системы ГЛОНАСС. Линией голубого цвета обозначен диапазон в 50 см. Среднее количество наблюдаемых спутников достигало 5. Следует признать, что для достаточно продолжительного периода времени результаты позиционирования только с помощью ГЛОНАСС выглядят оптимистично. Сбои наблюдались в те моменты, когда антенна принимала сигналы менее чем от четырех

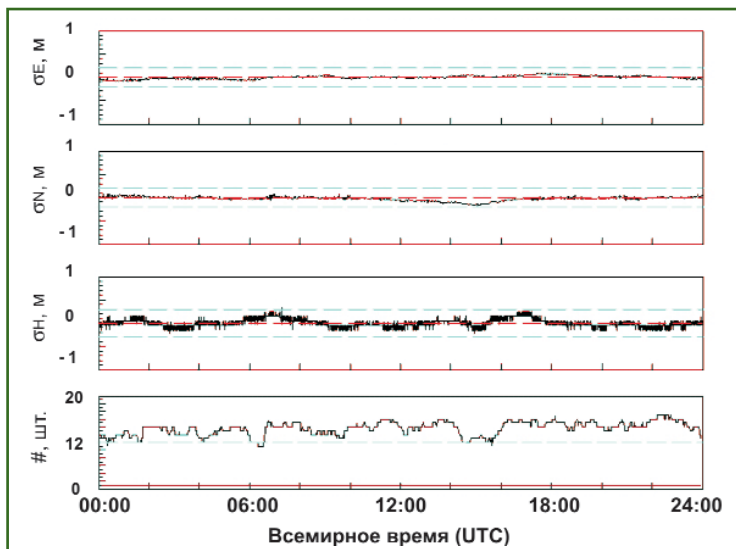


Рис. 5
Результаты непрерывного позиционирования с помощью G2

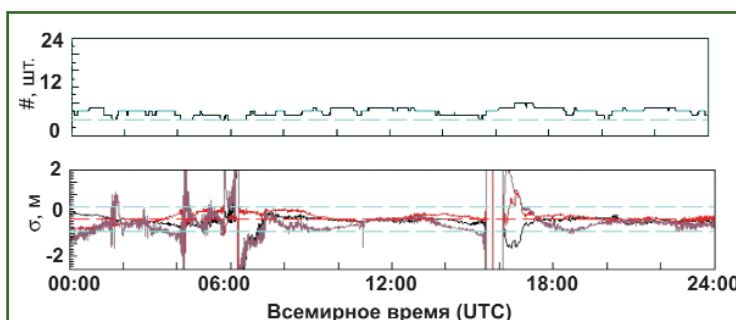


Рис. 6
Результаты точного позиционирования (сервис PPP) с использованием только системы ГЛОНАСС (14 августа 2009 г.)

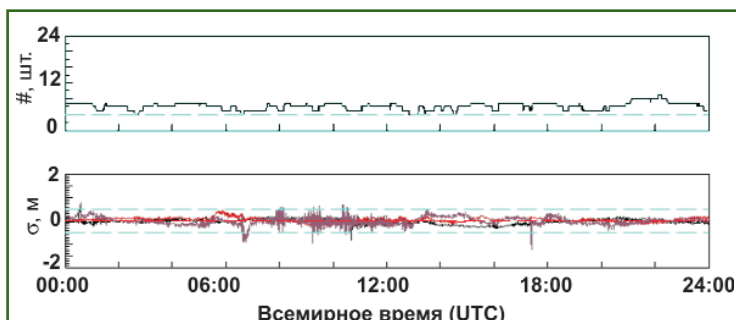


Рис. 7
Результаты точного позиционирования (сервис PPP) с использованием только системы ГЛОНАСС (11 мая 2009 г.)

спутников и во время восстановления созвездия.

Рис. 7 иллюстрирует результаты измерений, проведенных 11 мая 2009 г., когда спутников было несколько больше, что позволило проводить определение местоположения в течение

24 часов подряд, используя исключительно систему ГЛОНАСС, без явных сбоев. Средние квадратические погрешности составили в плане: $\sigma_E = 11$ см и $\sigma_N = 9$ см, а по высоте $\sigma_H = 16$ см. Учитывая, что среднее количество наблюдаемых спутников в

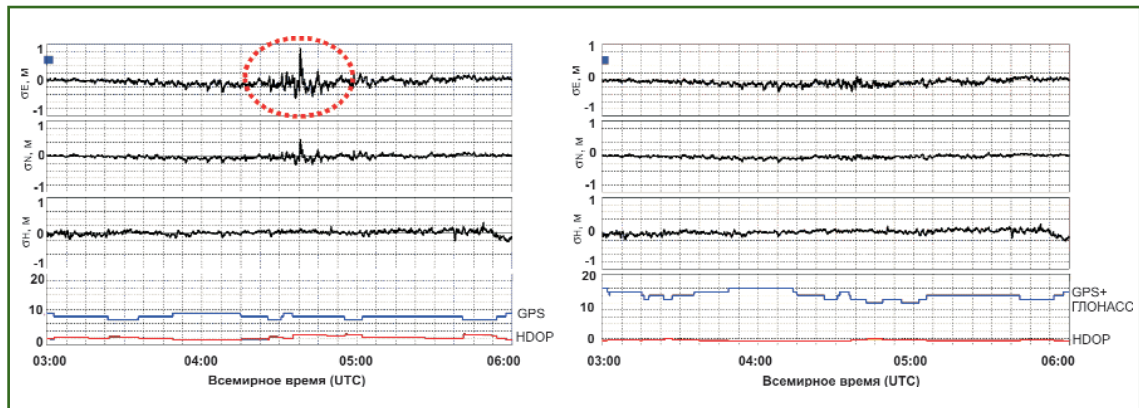


Рис. 8
 Результаты измерений, когда сигнал GPS деформирован эффектом многолучевости: с помощью GPS (слева); с помощью GPS и ГЛОНАСС (справа)

этот период было не менее 6, а геометрический фактор снижения точности определения местоположения точки (Dilution of Precision — DOP) временами был довольно высок, результат

можно рассматривать как многообещающий.

Следует отметить, что орбитальная группировка ГЛОНАСС постоянно пополняется новыми спутниками (на 15 октября 2010 г. группировка спутников ГЛОНАСС насчитывала 21 рабочий спутник. — Прим. ред.), и качество функционирования системы неуклонно улучшается. Есть основания надеяться, что до начала 2011 г. ГЛОНАСС сможет стабильно работать в системе высокоточного позиционирования (PPP).

Даже при отсутствии каких-либо препятствий, блокирующих спутники («открытое небо»), использование системы ГЛОНАСС в состоянии улучшить навигационное решение по сравнению с измерениями только по GPS. На рис. 8 (слева) представлен пример такой ситуации, когда сигнал GPS существенно деформирован эффектом многолучевости, особенно в восточном направлении. Рис. 8 (справа) иллюстрирует совместное использование измерений GPS и ГЛОНАСС в тех же условиях. Ошибка позиционирования практически устранена, что говорит о том, что совместное использование GPS и ГЛОНАСС повышает точность и достоверность измерений пространственных координат и при идеальных условиях приема.

Для исследования влияния препятствий, появляющихся

между антенной приемника и частью навигационных спутников и не позволяющих принимать сигналы от этих спутников, была «установлена» модель в виде виртуальной стены, блокирующей получение сигналов антенной от спутников, находящихся в южном полушарии (90–270°) с углом возвышения менее 40° (рис. 9). При такой модели блокировки сигналов от спутников определение координат только с помощью системы GPS становилось невозможным более чем на 20 мин лишь потому, что число доступных спутников составляло менее четырех (рис. 10). За этим провалом следовал период высокого разброса показаний результатов измерений, обусловленный недостаточным количеством спутников и высоким геометрическим фактором DOP.

Включение в обработку данных от системы ГЛОНАСС (рис. 11) значительно улучшило общее функционирование системы: количество наблюдаемых спутников было избыточно на протяжении всего эксперимента, что позволило избежать провала, имевшего место в случае использования только GPS (рис. 10).

Нередко возникают случаи, когда в конкретном месте даже при избыточном количестве спутников в группировке GPS (в созвездии более 30 спутников)

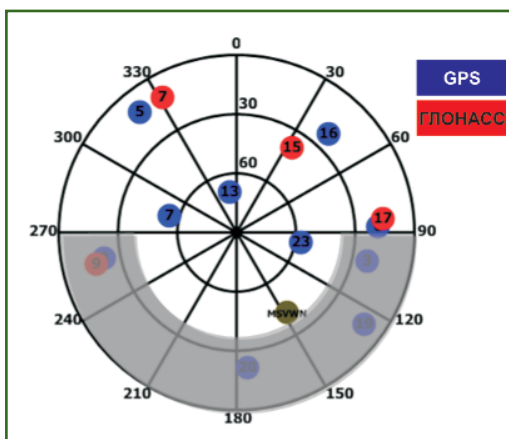


Рис. 9
 Модель блокировки спутников GPS и ГЛОНАСС в южном полушарии

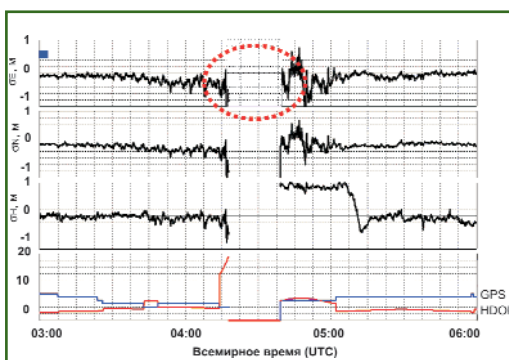


Рис. 10
 Результаты позиционирования с помощью GPS при блокировке спутников в южном полушарии

невозможно обеспечить приемлемое значение геометрического фактора снижения точности в горизонтальной плоскости (Horizontal Dilution Of Precision — HDOP). Такая ситуация возникла на севере Европы 2 февраля 2009 г., когда один из спутников GPS (PRN17) стал недоступен в связи с проведением профилактических работ, а оставшиеся 6 спутников в силу неблагоприятного геометрического расположения не смогли обеспечить приемлемые значе-

верность измерений, но и, как будет показано ниже, значительно уменьшает время сходимости. Точное позиционирование в режиме реального времени (PPP) не может обойтись без фазовой обработки сигналов, которая, в свою очередь, невозможна без разрешения неоднозначности фазы несущей частоты. Этот процесс требует определенного периода времени, зависящего от геометрического расположения спутников в наблюдаемом созвездии, и называ-

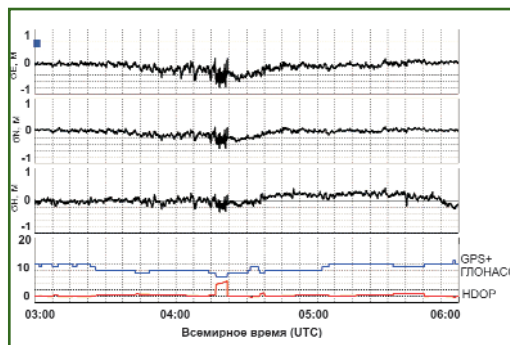


Рис. 11
Результаты позиционирования с помощью GPS и ГЛОНАСС при блокировке спутников в южном полушарии

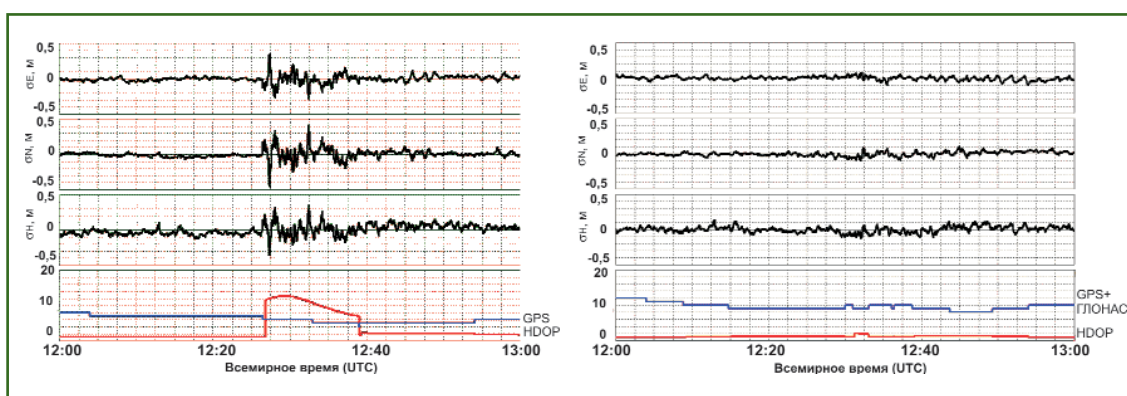


Рис. 12
Изменения значения HDOP: измерения только с помощью GPS (слева); измерения с помощью сервиса G2 (справа)

ния HDOP, которые в течение 12 мин находились в диапазоне 7–11, как показано на рис. 12 (слева). Такие высокие значения HDOP, как правило, рассматриваются в качестве недопустимых, в связи с чем компания Figro получила ряд извещений от клиентов о неудовлетворительной работе сервиса PPP в море. В это же время пользователи сервиса G2 не зарегистрировали никаких сбоев в работе, спровоцированных резким увеличением значения HDOP созвездия GPS, так как значения геометрического фактора HDOP общего созвездия GPS + ГЛОНАСС поддерживались на уровне не выше 2 (рис. 12, справа).

▼ **Анализ времени сходимости**

Использование дополнительно системы ГЛОНАСС не только повышает доступность и досто-

еется временем «холодного старта» или конвергенции.

Теоретические исследования ожидаемого времени сходимости GPS по сравнению с GPS + ГЛОНАСС показали, что оно изменяется в течение дня, с максимальным временем «холодного старта» в 75 мин. Комбинированное решение GPS + ГЛОНАСС демонстрирует более гладкую последовательность значений с ожидаемым в среднем улучшением на 50–60% по сравнению с GPS.

Для подтверждения теоретических исследований были выполнены измерения с использованием сервиса G2, результаты которых представлены на рис. 13. «Холодный старт» проводился каждые 5 мин в течение каждого дня на протяжении 6 дней. Всего было произведе-

но 1728 запусков. Критерием сходимости является время, в течение которого 3σ не превышает 40 см и остается в этом интервале не менее 10 мин. В среднем время сходимости GPS составило 27 мин, GPS + ГЛО-

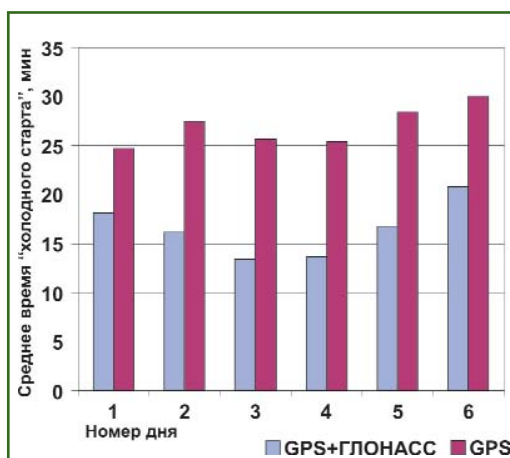


Рис. 13
Результаты исследования сходимости — времени «холодного старта»

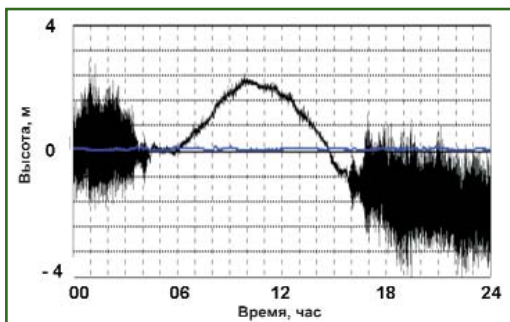


Рис. 14

Изменения высотного положения судна Bourbon Toraz

шающем челночные рейды в Северное море и обратно, в один из портов Норвегии. На борту судна тщательно измерялись пространственные координаты как с помощью одной системы GPS, так и с помощью сервиса G2. На рис. 14 приведена картина изменения высотного положения судна, полученная по результатам измерений с помощью сервиса G2. В начале измерений, когда судно находилось в открытом море, ясно ви-

димо, резкое изменение значения HDOP GPS практически не появляло.

Результаты испытаний первого высокоточного навигационного сервиса G2, подтверждают дециметровый уровень точности позиционирования в режиме реального времени. Приведенные в статье примеры показывают, как G2 улучшает характеристики доступности, целостности и времени сходимости по сравнению с GPS.

▼ Аппаратура пользователей

Высокоточный навигационный сервис G2 и другие виды сервисов компании Fugro доступны для большого количества спутникового оборудования, производимого как Fugro, так и другими компаниями. В большинстве случаев приемники включают программное обеспечение Fugro и соответствующий вычислительный модуль для приема и обработки сигналов геостационарных спутников, которые объединены с приемником ГНСС в одном корпусе. Сигналы ГНСС и геостационарного спутника также принимаются одной антенной.

Наряду с собственными моделями спутниковых приемников, таких как SeaSTAR (9200-G2), OmniSTAR-HP (8305HP) и StarPack, компания Fugro предоставляет многим производителям оборудования ГНСС (NovAtel, Trimble, Topcon, Sokkia, Hemisphere GPS, Raven) демодуляторы PPP для их интеграции с выпускаемыми двухчастотными приемниками GPS/ГЛОНАСС.

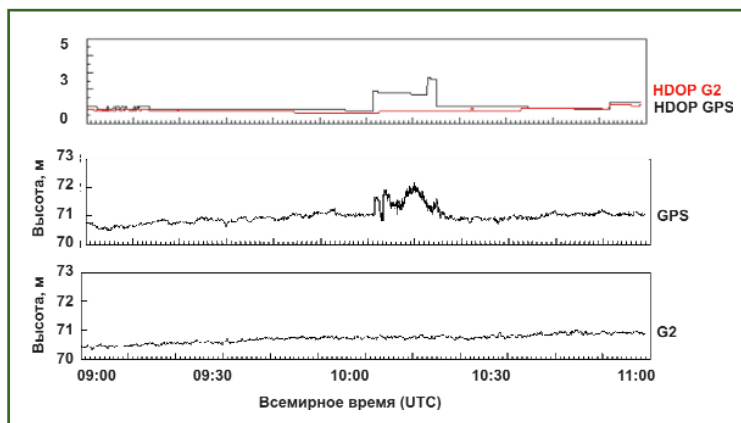


Рис. 15

Результаты определения высотного положения судна Bourbon Toraz, находившегося в порту

НАСС — 16,5 мин. Средний уровень достигнутого улучшения времени сходимости достиг 39% с небольшими колебаниями. В наиболее благоприятные дни этот показатель доходил до 50% и был близок к теоретическому значению. Результаты остальных дней дают повод для дальнейшего совершенствования ГНСС. В основном оно может быть достигнуто за счет обновления группировки ГЛОНАСС навигационными спутниками нового поколения и дальнейшего повышения точности определения параметров орбит и ухода часов спутников GPS и ГЛОНАСС через сервис G2.

▼ Результаты испытаний на подвижном объекте

В конце 2008 г. приемное оборудование сервиса G2 было установлено на исследовательском судне Bourbon Toraz, совер-

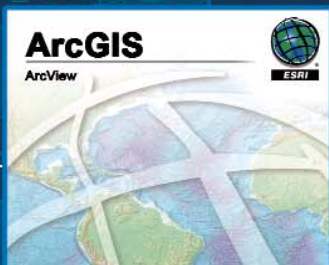
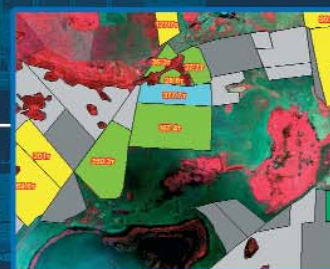
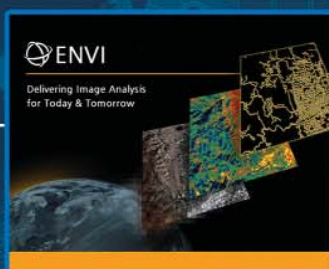
ден шумоподобный сигнал, обусловленный реальными перемещениями судна по высоте под действием волн. В дальнейшем, во время нахождения судна в порту в течение 12 часов (с 4.00 до 16.00), отчетливо видны плавные изменения высоты, вызванные приливно-отливной активностью, прекратившиеся, как только судно вышло в море.

Еще одно доказательство эффективной работы сервиса G2 было получено 22 июня 2009 г., когда система GPS не смогла обеспечить приемлемые значения HDOP (рис. 15). Результаты определения на борту судна Bourbon Toraz высотного положения показывают, как значения высоты, измеренные с помощью только приемника GPS, «скакнули» практически на 1 м, в то время как на результаты, полученные с помощью сервиса

RESUME

Many examples are given in the article to show how the precise navigation service G2 improves the performance in availability, continuity and convergence time as compared to the GPS service. It is marked that the G2 service using the GPS and GLONASS satellite signals provides for the point real time positioning with the decimetric accuracy.

КОМПАНИЯ "СОВЗОНД" – ВРЕМЯ РЕШЕНИЙ



- Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) различного пространственного разрешения;
- Программное обеспечение для выполнения технических проектов различного уровня сложности;
- Комплексные проекты по обработке космических снимков для целей создания и обновления картографической продукции;
- Фотограмметрическая и тематическая обработка космических снимков;
- Тематические геопорталы на базе современных данных ДЗЗ и геоинформационные системы;
- Консалтинговый центр;
- Программно-аппаратный комплекс визуализации пространственной информации TTS;
- Стереомонитор для фотограмметрической обработки космических снимков Planar StereoMirror;
- Наземный комплекс приема и обработки данных ДЗЗ (НКПОД ДЗЗ);
- Информационно-аналитическая система космического мониторинга.



КОМПАНИЯ "СОВЗОНД"
115446, г. Москва, ул. Шипиловская, 28а
Тел: +7 (495) 988-7511, (495) 988-7522,
(495) 514-8339.
Факс: +7 (495) 988-7533,
E-mail: sovzond@sovzond.ru
Web-site: www.sovzond.ru



ВОЗМОЖНОСТИ ПРЯМОГО ДОСТУПА К РЕСУРСАМ КА ДЗЗ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА

М.А. Болсуновский (Компания «Совзонд»)

В 1990 г. окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище. После окончания училища служил в рядах ВС РФ. С 2000 г. работал в ООО «Гео Спектрум», а с 2002 г. — в ФГУП ВО «Техмашимпорт». В 2004 г. получил степень «Мастер делового администрирования в области стратегического планирования» (Master of Business Administration) во Всероссийской академии внешней торговли Минэкономразвития РФ. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — первый заместитель генерального директора.

Выбор подходов при организации системы космического мониторинга как составной части поддержки принятия управленческих решений требует четкого определения таких понятий, как «мониторинг» и «космический мониторинг».

Мониторинг (англ. monitoring) — это составная часть управления, которая заключается в наблюдении, оценке и прогнозировании состояния природных объектов и окружающей среды на глобальном, региональном и локальном уровнях с использованием различных методов и технических средств (Захаренко Е.Н., Комарова Л.Н., Нечаева И.В. Новый словарь иностранных слов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ООО Издательский центр «Азбуковник», 2008. — 1040 с.).

Космический мониторинг заключается в непрерывном многократном получении информации о качественных и количественных характеристиках природных и антропогенных объектов и процессов с точной прост-

ранственной привязкой в общеземной системе координат за счет обработки данных с космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Космический мониторинг позволяет получать однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для обширных территорий, что практически недостижимо при любых наземных обследованиях.

Исходя из этого определения, можно выделить ряд принципиальных особенностей космического мониторинга:

- получение космических снимков больших по площади территорий и протяженных объектов;

- высокое разрешение (до 50 см) и точность пространственной привязки (в том числе без опорных наземных точек) изображений с КА ДЗЗ;

- высокая периодичность и оперативность получения исходных («сырых») и обработанных данных ДЗЗ;

- возможность построения по материалам ДЗЗ из космоса

цифровых моделей рельефа и местности;

- возможность получения данных космической съемки в различных спектральных диапазонах;

- совместимость данных ДЗЗ со стандартными геоинформационными системами (ГИС).

При осуществлении космического мониторинга имеются различные варианты получения данных ДЗЗ. Среди них наибольшее распространение получили два подхода:

- заказ необходимых данных ДЗЗ через дистрибьютора оператора КА;

- установка собственной станции приема, получение лицензии и прием данных ДЗЗ непосредственно с КА.

Рассмотрим, в чем преимущества и недостатки каждого из этих подходов.

▼ Заказ данных ДЗЗ через дистрибьютора

Способ получения данных ДЗЗ через дистрибьютора (рис. 1) наиболее распростра-

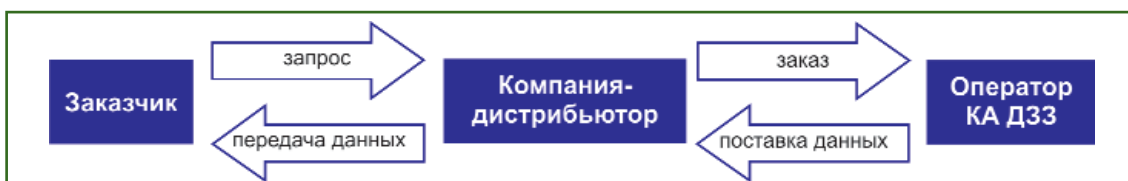


Рис. 1

Получение данных ДЗЗ через дистрибьютора

ненный при космическом мониторинге. Он обладает многими преимуществами, но и имеет ряд существенных недостатков.

Подробнее остановимся на преимуществах, которые получают заказчики, приобретая данные ДЗЗ из космоса через дистрибьютора.

1. Имеется возможность заказывать и получать информацию с любых КА ДЗЗ, включая космические снимки сверхвысокого разрешения с КА WorldView-1 (разрешение изображения в панхроматическом режиме — 0,5 м), WorldView-2 (0,46 м), GeoEye-1 (0,41 м), а также данные с группировки спутников ДЗЗ RapidEye.

2. Предоставляется доступ к большому количеству архивных материалов космической съемки крупных операторов. Например, архив компании DigitalGlobe (оператор группировки спутников WorldView-1, WorldView-2 и QuickBird) в настоящее время включает космические снимки общей площадью покрытия территории более 1 млрд км².

3. Данные ДЗЗ могут быть предоставлены в минимальные сроки, например, космические снимки с группировки спутников DigitalGlobe — в течение 2 часов после выполнения съемки.

4. Имеется возможность заказать космические снимки, полученные при различных условиях съемки: под разными углами отклонения от надира, в сте-

реоскопическом режиме, мультиспектральном режиме и т. д.

5. Данные ДЗЗ можно получить требуемого уровня обработки и в необходимых форматах.

6. Можно заказывать космические снимки на территорию определенной площади и на конкретную дату.

7. Данные ДЗЗ предоставляются в виде, готовом для дальнейшего использования в стандартном программном обеспечении.

8. Космические снимки можно получать с параметрами пространственной геопривязки, которые обеспечивают высокую точность геопозиционирования снимков без использования наземных опорных точек, что существенно снижает финансовые и временные затраты.

9. Предоставляется возможность многократного получения данных ДЗЗ больших по площади территорий, в том числе протяженных объектов, за счет высокой периодичности съемки, оперативности получения исходных и обработанных данных ДЗЗ. Так, например, группировка спутников RapidEye способна проводить повторную съемку одних и тех же районов ежедневно.

10. Космические изображения можно заказывать в различных спектральных диапазонах. Например, мультиспектральный блок КА RapidEye ведет съемку в 5 спектральных каналах, а КА WorldView-2 — в 8.

11. Предоставляется возможность без дополнительной обработки использовать получаемые данные ДЗЗ во всех наиболее распространенных ГИС-приложениях (таких как ArcGIS, MapInfo и др.). Ряд операторов предлагает для этих целей сервисы прямого доступа к данным ДЗЗ (например, сервис ImageConnect компании DigitalGlobe).

К недостаткам способа заказа данных ДЗЗ через дистрибьютора следует отнести следующие:

— скорость поставки радиолокационных данных ДЗЗ ниже, а стоимость при заказе больших массивов этого типа данных или регулярного мониторинга значительных по площади территорий выше, чем при приеме данных на собственную станцию приема;

— экономически нецелесообразно заказывать данные ДЗЗ низкого разрешения и метеоданные;

— требуется совершенствование нормативно-правовой базы и решение ряда организационных задач для развития системы дистрибуции данных ДЗЗ с КА Российской Федерации.

▼ **Получение данных ДЗЗ непосредственно с КА на собственную станцию приема**

Установка собственных станций приема и получение данных непосредственно с космических аппаратов (рис. 2) на первый



Рис. 2

Получение данных ДЗЗ непосредственно с КА на собственную станцию приема

взгляд кажется наиболее перспективными, однако детальное рассмотрение преимуществ и недостатков этого способа (которых оказывается значительно больше) говорит об обратном.

Эффективность применения персональных станций приема достигается в следующих случаях:

— при получении радиолокационных данных, например, с космических аппаратов RADARSAT-1, RADARSAT-2, ERS, Envisat и др., когда обеспечивается реальная оперативность мониторинга;

— при приеме данных с метеорологических КА, так как облачность, являющаяся существенной помехой на снимках высокого разрешения, в этом случае сама является объектом исследования;

— при приеме данных ДЗЗ с российских КА (включая «Ресурс-ДК1»), а также с перспективных — «Канопус-В» и «Ресурс-П» (при условии передачи оператором пользователю части функций планирования новой съемки).

К недостаткам приема данных ДЗЗ непосредственно с КА на собственную станцию при космическом мониторинге следует отнести следующие.

1. Прием данных только с некоторых спутников (в основном, космических снимков среднего и низкого разрешения) и, соответственно, невозможность приема данных с современных КА ДЗЗ (WorldView-1, WorldView-2, GeoEye-1, RapidEye, ALOS, TerraSAR-X, TanDEM-X и др.). Причем операторы этих КА не предусматривают такой возможности и в будущем.

2. Значительные финансовые вложения на приобретение, установку и развертывание станций приема, а в дальнейшем, и на ее обслуживание, при этом качество получаемых данных не создает предпосылок для окупаемости вложенных средств.

3. Дополнительные затраты на обучение персонала по обслуживанию станций приема и на приобретение специального программного обеспечения.

4. Ежегодные лицензионные отчисления операторам КА.

5. Большие затраты времени на прием данных в виде битовой последовательности с последующим преобразованием их к нестандартным форматам (за редким исключением), что, в свою очередь, нивелирует преимущество оперативного получения данных на собственную станцию.

6. Прием данных только в зоне радиовидимости станций.

7. Отсутствие возможности планирования новой съемки у собственников станций приема, поскольку спутники принадлежат зарубежным компаниям-операторам, которые никогда не передают права на планирование и управление КА, и учитывают пожелания заказчика только в том случае, если они не мешают выполнению их собственных задач.

8. Прием данных возможен только по стандартным сценам съемки, что требует времени и специального программного обеспечения для их объединения («сшивки»). Кроме того, сцены часто покрывают территории, не представляющие интереса для заказчика, но за которые необходимо платить, так как на передачу этих лишних данных также требуется время.

9. Неэффективное расходование средств за счет приема всего массива данных, среди которых могут быть некачественные снимки (например, с большим процентом облачности), что требует последующей трудоемкой обработки.

Таким образом, использование станций приема наиболее эффективно для организаций, осуществляющих мониторинг с помощью радиолокационных данных или работающих с метеоданными ДЗЗ из космоса. Для

пользователей, которым космические снимки необходимы в качестве средства для решения практических задач, таких, например, как экологический и сельскохозяйственный мониторинг, крупномасштабное картографирование и многих других, собственные станции приема вряд ли могут быть полезны, а затраты на их приобретение представляются чрезмерными.

В России в настоящее время развернуто около 350 персональных станций приема различного уровня, что составляет 1/3 от их общего количества в мире. Продолжающееся наращивание станций приема говорит о том, что упорно игнорируются (или, в лучшем случае, не замечаются) современные мировые тенденции в развитии технологий доступа к данным ДЗЗ. Заметим, что тем самым Россия закрепляет свое отставание в этой области.

Во всем мире государственные организации и агентства (а они, как правило, и являются главными пользователями станций приема) отказываются от использования персональных станций приема и переходят к заказу съемок у операторов КА ДЗЗ и получению данных непосредственно от них (или через дистрибьюторов). Персональные станции приема были актуальны 10–12 лет назад, когда отсутствовали технологии скоростной передачи данных, бортовые запоминающие устройства имели ограниченный объем, что предполагало регулярный «сброс» накопленных данных на наземный сегмент во избежание переполнения запоминающего устройства и потери части данных.

В настоящее время ведущие мировые операторы работают по совершенно другим схемам: данные с КА передаются на одну-две наземные станции оператора и доводятся до потребителя посредством высокоскоростных каналов связи с использованием сетевых технологий.



Рис. 3
Виртуальный прием данных ДЗЗ

▼ **Виртуальный прием данных ДЗЗ из космоса**

Бурное развитие отрасли ДЗЗ привело к тому, что представленные выше подходы получения данных ДЗЗ уже не могут обеспечить решение задач, возникающих при космическом мониторинге, на современном уровне. Это вызвано следующими причинами:

- количество КА ДЗЗ значительно увеличилось и, как следствие, выросли массивы данных;
- данные ДЗЗ из космоса имеют высокую точность пространственной привязки и не требуют наличия наземных опорных точек;
- космическая съемка выполняется в 5–8 спектральных каналах;
- космические снимки сверхвысокого разрешения имеют большие площади покрытия;
- периодичность съемки составляет до суток, оперативность получения данных — до 2 часов с одновременным увеличением скорости обработки данных.

Все это требует пересмотра сложившихся подходов к космическому мониторингу.

Компания «Совзонд» предлагает новый подход, основанный на активном использовании виртуальных средств получения данных ДЗЗ из космоса. В этом случае дистрибьюторы (поставщики данных ДЗЗ) уступают место системным интеграторам

(рис. 3), которые обеспечивают заказчику возможность доступа к данным ДЗЗ посредством геосерверов (рис. 4).

Главными предпосылками, дающими преимущество виртуальному приему данных ДЗЗ из космоса, являются:

- появление широкополосных каналов передачи данных (увеличение скорости, объема, устойчивости, качества передачи данных при одновременном снижении их стоимости);
- запуск КА ДЗЗ нового поколения: WorldView-2 (сверхвысокого разрешения), ALOS (высокого разрешения картографического назначения), RapidEye (высокого разрешения природоресурсного мониторингового назначения), TerraSAR-X, TanDEM-X и RADARSAT-2 (радиолокационные сверхвысокого разрешения);
- полное развертывание на орбите глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС;

— внедрение технологий высокопроизводительной потоковой обработки данных ДЗЗ, в том числе большого числа спектральных каналов и стереосъемки (даже без наземных опорных точек);

— разработка новых систем визуализации геопространственной информации и поддержки принятия решений.

Виртуальный прием гарантирует оперативное получение пространственной информации, особенно, в случаях, когда

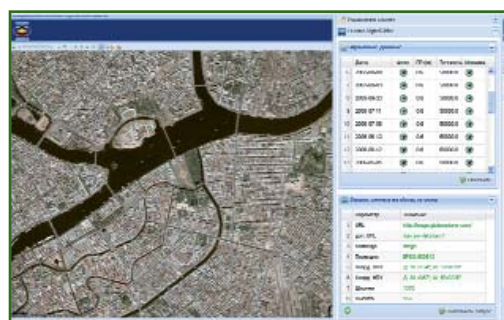


Рис. 4
Анализ наличия архивной съемки за разные даты на геосервере компании «Совзонд»

требуется принятие безотлагательных решений, например, при экологических катастрофах или чрезвычайных ситуациях.

Предлагаемый компанией «Совзонд» подход получения данных ДЗЗ, заключающийся в виртуальном приеме, минуя дистрибьютора, делает космический мониторинг особенно перспективным в качестве информационно-аналитической основы ситуационных центров различного уровня.

RESUME

An analysis is given of the both advantages and disadvantages of receiving the Earth remote sensing data for space monitoring via a distributor and not directly from onboard the spacecraft at the personal receiving station. Advantages together with the reasons of expediency are grounded for this new approach consisting in the Earth remote sensing data virtual receiving via a system integrator without a distributor.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ТРАНСФОРМИРОВАНИЯ РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

А.Ю. Борзов (КБ «Панорама»)

В 1993 г. окончил Санкт-Петербургское высшее военно-топографическое командное училище. После окончания училища служил в рядах ВС РФ. С 2010 г. по настоящее время — ведущий программист ЗАО КБ «Панорама».

На практике при трансформировании растровых изображений часто возникает задача выбора типа преобразования, обеспечивающего минимальные искажения в изображении после его трансформирования. ГИС «Карта 2011» позволяет при трансформировании использовать различные типы преобразований: линейный (сдвиг, поворот, масштабирование), аффинный, полиномиальный, линейный и нелинейный «резиновый лист».

Рассмотрим эти типы преобразований и проведем оценку точности трансформирования каждым из них на примере растрового изображения отсканированного листа топографической карты. Расчет параметров трансформирования выполним с учетом и без учета точек пересечения линий километровой сетки.

▼ Трансформирование по рамке листа

Запускаем в ГИС «Карта 2011» приложение «Трансформирование растровой карты по точкам» через «Запуск приложений» (рис. 1). Нажимаем кнопку «Выходные координаты добавить из...» — «Рамки листа». Сворачиваем диалог, чтобы он не мешал при измерении, и измеряем первую точку на растре. Сразу после измерения

первой точки программа вычисляет сдвиг системы координат растра относительно системы координат карты. По этим параметрам выполняется переход в район второй точки. Точность совмещения второй точки растра с одноименной точкой карты зависит от разворота и разности масштабов растра и карты. После измерения второй точки появляется возможность рассчитать параметры разворота и масштабирования, поэтому совмещение следующей точки растра и карты выполняется более точно. Последовательно измеряем все точки рамки листа. После каждого измерения про-

грамма вычисляет остаточные расхождения и среднеквадратическое отклонение (СКО).

В результате **линейного** преобразования растрового изображения по рамке листа значения СКО по осям X и Y оказались равными: $СКО_x = 42$ м и $СКО_y = 70$ м, что составляет примерно 0,2 мм в масштабе карты по оси X и 0,35 мм по оси Y. Обычно требования к точности математической основы топографических карт предъявляются в пределах 0,1 мм в масштабе карты.

Чтобы исключить ошибки измерения, сортируем таблицу по убыванию абсолютных значе-

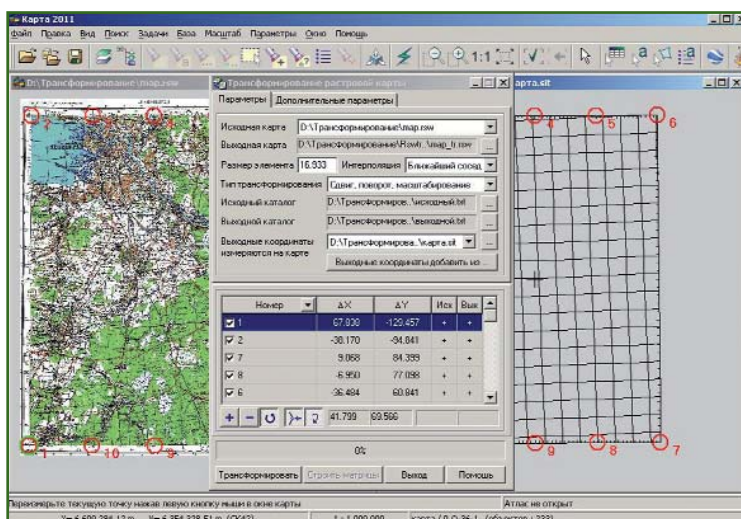


Рис. 1

Диалоговое окно приложения «Трансформирование растровой карты по точкам» в ГИС «Карта 2011»

ний остаточных расхождений для поиска точек с максимальными расхождениями.

Из теории математической обработки измерений следует, что вероятность того, что случайная величина превысит свое математическое ожидание на величину, большую, чем утроенное СКО, практически равна нулю. На практике при отбраковке грубых ошибок максимальное расхождение не должно превышать СКО в 2,5 раза. В нашем случае таких точек не оказалось, поэтому можно считать, что при измерении грубых ошибок не допущено. Если грубые ошибки имеются, то необходимо повторить измерения на этих точках, выбирая их в таблице и указывая новое положение точки на растре. После исключения ошибок измерения оставшиеся расхождения будут обусловлены нелинейной деформацией растрового изображения.

Изменим тип преобразования на **аффинный**. СКО значительно уменьшилось ($СКО_x = 17$ м, а $СКО_y = 22$ м). Это объясняется тем, что в преобразовании аффинного типа, в отличие от линейного (сдвига, поворота и масштабирования), коэффициенты трансформирования вычисляются отдельно по осям X и Y, и это, по сути, является аналогом ввода дополнительных параметров разворота и масштаба между осями координат. Так как в первоначальном варианте получилось значительное расхождение значений СКО по осям X и Y (42 м и 70 м), и максимальные расхождения находятся на углах растрового изображения (причем, по оси Y слева — отрицательные, а справа — положительные), то, скорее всего, причина повышения точности заключается в том, что масштаб отсканированного изображения по оси X отличается от масштаба по оси Y. Разные масштабы по осям X и Y

учитываются в преобразовании аффинного типа, что обеспечивает уменьшение значения СКО.

Полученный результат удовлетворяет требованиям к точности основы топографической карты, однако СКО можно уменьшить, применив преобразование **полиномиального** типа. Изменяем тип трансформирования на полином с 4-мя коэффициентами. Получаем дальнейшее уменьшение значений ($СКО_x = 12$ м, $СКО_y = 20$ м). Если увеличивать количество коэффициентов полинома, то это всегда будет приводить к уменьшению остаточных расхождений и, следовательно, уменьшению СКО. Это связано с тем, что поверхность искажений становится все более сложной формы (допустимой для данного количества коэффициентов полинома) и приводит к минимуму расхождений на измеренных точках.

Однако у полинома имеется один существенный недостаток. Уменьшая расхождения, он значительно деформирует поверхность поправок вне области расположения измеренных точек. Поэтому при выборе преобразования полиномиального типа необходимо обязательно анализировать значения вычисляемых нелинейных по-

равок внутри области трансформирования.

Для этих целей можно построить матрицы искажений, нажав кнопку «Строить матрицы» в ГИС «Карта 2011». Построенные матрицы добавляются к векторной карте. Создаются три матрицы нелинейных поправок: по оси X, по оси Y и матрица суммарных поправок (рис. 2). Значения элементов в матрице определяются как разность между координатами (в системе координат растра), вычисленными по формулам преобразований полиномиального и аффинного типов.

Перемещая курсор, оцениваем значения нелинейных поправок. Максимальные абсолютные значения находятся в углах и равны примерно 20 м. В центре нелинейные искажения практически отсутствуют. Нелинейные поправки незначительны, а их применение позволяет улучшить общую точность связи координат, поэтому преобразование полиномиального типа предпочтительней аффинного.

Изменив количество коэффициентов полинома на 5, получаем $СКО_x = 12$ м и $СКО_y = 16$ м, и снова строим матрицы. Несмотря на малые остаточные расхождения, в центре растра образуются значительные искажения, достигающие нескольких тысяч метров. При увеличении количества коэффициентов полинома СКО постоянно уменьшается, но искажения в центре растра увеличиваются. При значении коэффициента полинома 10 СКО по X и Y становится равным нулю, так как количество уравнений равно количеству неизвестных, зато искажения достигают нескольких миллионов метров.

Полученные результаты говорят о том, что при трансформировании необходимо использовать не более четырех коэффициентов полинома.

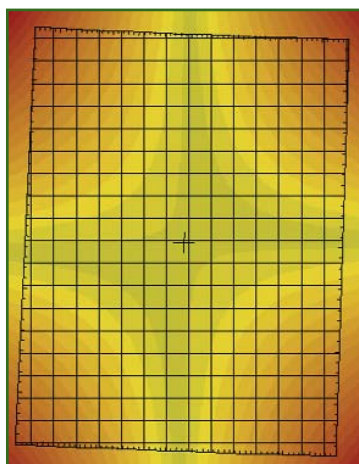


Рис. 2
Матрица суммарных поправок

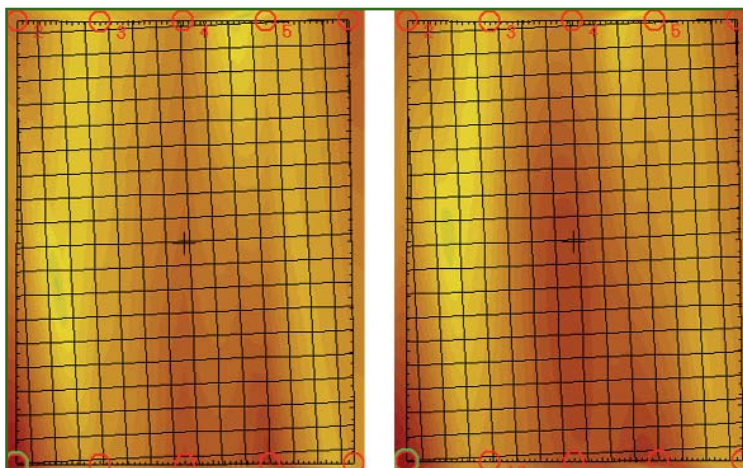


Рис. 3
Матрицы искажений:
а) линейный «резиновый лист»;
б) нелинейный «резиновый лист»

В ГИС «Карта 2011» имеются еще два типа преобразований — **линейный** и **нелинейный «резиновый лист»**. Они основаны на построении сети треугольников (триангуляции) в области трансформирования и вычислении параметров преобразования для каждого треугольника. «Резиновый лист» обеспечивает нулевые расхождения на опорных точках, поэтому СКО всегда будет равно нулю. Однако в случае, когда параметры преобразования соседних треугольников значительно отличаются, на их границе происходит перелом поверхности искажений. Это, в первую очередь, относится к линейному «резиновому листу», так как в расчетах параметров используются только три точки треугольника. В нелинейном «резиновом листе» на параметры преобразования внутри треугольника оказывают влияние соседние точки, поэтому поверхность нелинейного «резинового листа» более гладкая, чем у линейного.

Построим матрицы искажений с использованием линейного и нелинейного «резинового листа». По матрицам, приведенным на рис. 3, видно, что поверхность вытянута по оси X,

так как измеренные точки расположены неравномерно. В целом поверхность искажений более детализована, чем при преобразовании полиномиального типа. Значения поправок незначительны, отсутствуют большие переломы поверхности искажений, поэтому для трансформирования по рамке листа наиболее удачным типом преобразования будет нелинейный «резиновый лист».

▼ Трансформирование растра по рамке листа и километровой сетке

Определив параметры преобразования лишь по точкам рамки листа, можно только предполагать, что растровое изображение не имеет дополнительных нелинейных деформаций внутри рамки листа. Однако практика показывает, что на деле это не так. Максимально учесть деформации растрового изображения можно только по результатам измерений точек, равномерно расположенных внутри области трансформирования.

В общем случае внутри рамки листа можно измерять любые точки, координаты которых известны или могут быть измерены в принятой системе коор-

динат, и однозначно опознаваемы на трансформируемой карте. На практике обычно измеряются точки пересечений линий километровой сетки. Эти точки всегда имеются на топографической карте, их координаты в принятой системе координат точно вычисляются по номенклатуре листа карты, они равномерно расположены и легко распознаются на растровом изображении.

Добавим точки пересечений линий километровой сетки, нажав кнопку «Выходные координаты добавить из...» — «Километровой сетки». Выделим в таблице первую неизмеренную точку и в режиме «Переизмерения с переходом на следующую точку» измерим все добавленные точки. Если точка по каким-либо причинам не опознается на растре, переходим на следующую, нажав кнопку «N».

В результате этих действий получаем для линейного типа преобразования (сдвиг, поворот, масштабирование) $СКО_x = 40$ м и $СКО_y = 48$ м, а для аффинного — $СКО_x = 16$ м и $СКО_y = 14$ м. В отличие от измерений по углам рамки при измерениях по крестам километровой сетки имеются точки, остаточные отклонения на которых превышают допустимое СКО более чем в 2,5 раза. Однако повторный просмотр точек показывает, что они измерены верно, т. е. остаточные отклонения обусловлены деформациями растрового изображения.

Изменяя количество коэффициентов полинома, можно заметить, что если при четырех коэффициентах полинома $СКО_x = 16,2$ м и $СКО_y = 13,7$ м, а максимальная суммарная поправка по матрице искажений равна 8,9, то при 21-ом коэффициенте полинома $СКО_x = 7,3$ м и $СКО_y = 11,6$ м, а максимальная суммарная поправка по матрице искажений составляет 54,3 (см. таблицу). То есть

поверхность искажений при увеличении степени полинома все более усложняется, что наглядно видно по матрицам суммарных искажений для различного количества коэффициентов полинома (рис. 4).

Сравнивая поверхности искажений с аналогичными поверхностями, построенными по рамке листа, можно заметить, что внутри рамки не возникает больших искажений. Это обусловлено тем, что внутренние точки не дают поверхности произвольно искривляться. Поэтому для трансформирования допустимо использовать полином максимальной степени.

Изменив тип преобразования на нелинейный «резиновый лист», можно получить матрицы поправок, приведенные на рис. 5.

Искажение по оси X в центре вызвано разным масштабом или искривлением линейки сканера, а «полосатость» по оси Y — неравномерностью перемещения каретки при сканировании. Видно, что на точках прогиба рамки есть переломы поверхности искажений. Это связано, скорее всего, со смещением рамки листа при печати.

Для сравнения точности трансформирования с учетом и без учета пересечений линий километровой сетки построим матрицу расхождений суммарных искажений для нелинейного «резинового листа», используя приложение «Сравнение матриц высот» в ГИС «Карта 2011».

Максимальные расхождения достигают 37 м, что составляет 0,15 мм в масштабе карты. Если этими ошибками можно пренебречь, то трансформировать можно и без измерения точек пересечения километровой сетки. Но оценить искажения внутри рамки листа невозможно, не измерив их. Достичь компромисса между скоростью и точ-

СКО и максимальные суммарные поправки по матрице искажений

Количество коэффициентов	СКОх	СКОу	Максимальные суммарные поправки
4	16,216	13,719	8,9
5	9,727	13,640	30,7
6	9,266	13,433	34,8
7	8,791	13,126	41,6
8	8,416	12,791	43,1
9	8,020	12,771	50,9
10	8,017	12,699	50,8
11	7,953	12,651	49,3
12	7,820	12,410	50,0
13	7,731	12,254	52,9
14	7,731	12,140	52,6
15	7,690	12,060	50,0
16	7,457	11,924	53,5
17	7,446	11,778	53,3
18	7,429	11,693	52,3
19	7,406	11,672	50,6
20	7,406	11,607	50,5
21	7,303	11,607	54,3

ностью обработки можно, измеряя не все точки пересечения, а, например, каждую вторую или третью.

В целом представленный анализ показывает, что наиболее полно искажения растрового изображения устраняются при использовании трансформирования с преобразованием типа нелинейный «резиновый лист».

Однако в случаях, когда отдельные точки имеют значительные отклонения в положении относительно ближайших точек, при таком типе трансформирования происходит интерполяция отклонений по треугольникам, содержащим эту точку (см. точки прогиба рамки листа).

Если нелокальные отклонения имеют недопустимые зна-

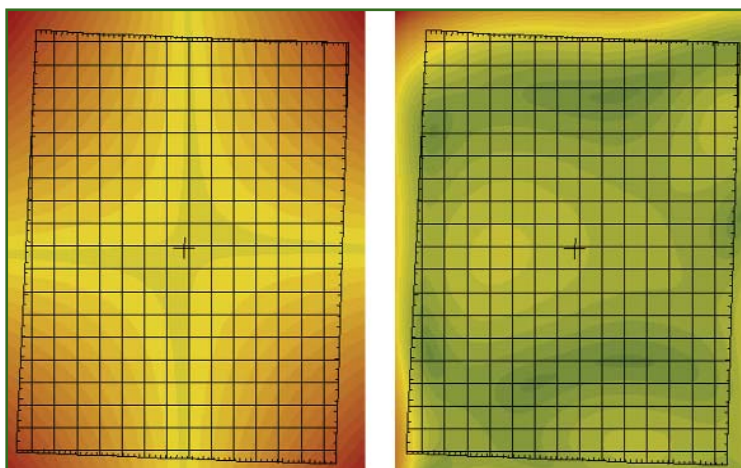


Рис. 4
Матрицы искажений:
а) полином с 4-мя коэффициентами;
б) полином с 21-им коэффициентом

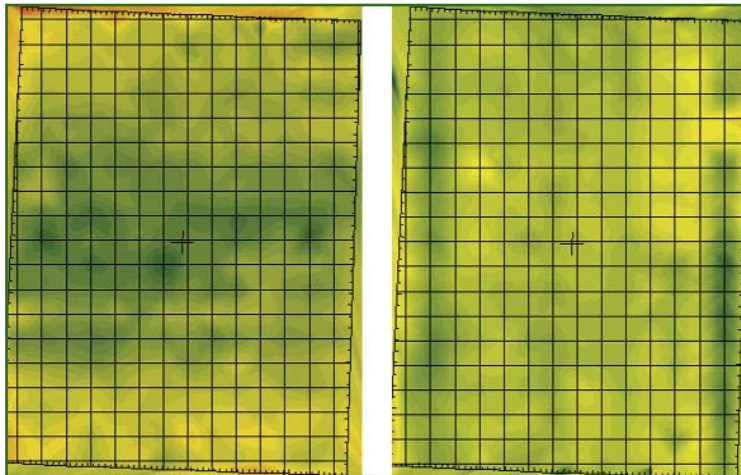


Рис. 5
Матрицы поправок:
а) по оси X; б) по оси Y

чения, предпочтительней использовать преобразование полиномиального типа. Полиномиальная поверхность минимизирует невязки по всем точкам, сглаживая локальные выбросы. Если точек недостаточно для

описания поверхности искажений с помощью полинома, преобразование аффинного типа обеспечит лучший результат.

Трансформирование растровых изображений по точкам можно использовать и для при-

вязки фотографических изображений. Фотоснимки имеют значительные деформации, зависящие от пространственного положения камеры, углов ее наклона от надира и рельефа местности. Если пространственное положение камеры описывается полиномом, а углы наклона и превышения рельефа местности незначительны, можно выполнить трансформирование фотоснимка с требуемой точностью. Однако это уже тема другой статьи.

RESUME

Capabilities to rectify raster images based on various transformation types implemented in the Karta 2011 GIS are considered with specific reference. These transformations are as follows: linear (shift, turn, scaling), affine, polynomial, linear and non-linear «rubber sheeting». Application field together with the possible rectification accuracy are given.



КБ ПАНОРАМА

Геоинформационные технологии

www.gisinfo.ru

GIS ToolKit
GIS WebServer
ГИС Карта 2011
Блок «Геодезия»
ГИС Сервер 2008
3D-моделирование
«Земля и Недвижимость»

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

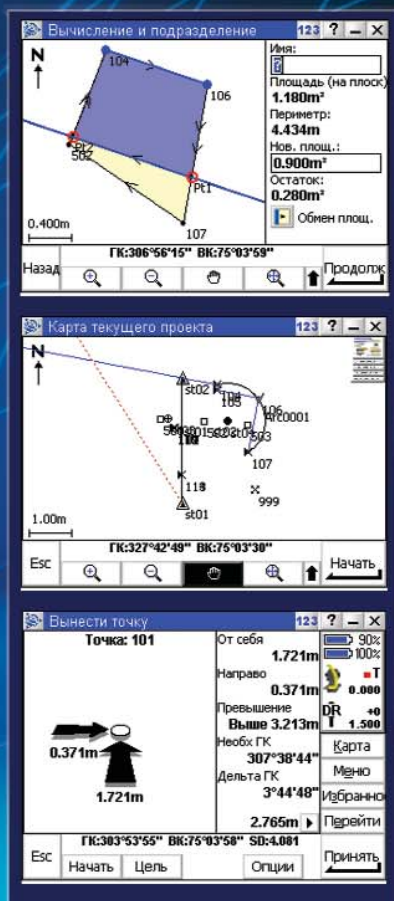
Официальный разработчик ГИС «Карта 2011», GIS ToolKit, «Земля и Недвижимость», GIS WebServer
Свидетельство Роспатент: 940001, 990438, 2000610161, 2007614531, 2007614529
© Copyright Panorama Group 1991-2010

Тахеометр Trimble M3



M3 DR – универсальный безотражательный тахеометр ориентированный на повседневную полевую работу.

- Легкий и компактный (вес 4кг)
- Интуитивно понятный графический интерфейс
- Лазерный центрир, створоуказатель и целеуказатель в стандартной комплектации
- Bluetooth и USB в стандартной комплектации
- Горячая замена аккумуляторов
- Голосовое оповещение измерительных операций
- Встроенная контекстная справка на русском языке



ПРИН. ДВАДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ

А.И. Троицкий («ПРИН»)

В 1978 г. окончил факультет систем управления летательных аппаратов Московского ордена Ленина авиационного института им. Серго Орджоникидзе (в настоящее время — Московский авиационный институт (государственный технический университет) — МАИ) по специальности «гироскопические приборы и устройства». После окончания института работал в МАИ в должностях от инженера до старшего научного сотрудника. С 1991 г. по настоящее время — генеральный директор ЗАО «ПРИН». Кандидат технических наук.

В конце 1980-х гг. гражданам бывшего СССР была предоставлена возможность самим определяться: «что делать», «как делать», «как развиваться», «как жить дальше». Наша небольшая научно-исследовательская группа кафедры «Автоматизированные комплексы ориентации и навигации» МАИ ждала, стремилась и была готова к этим кардинальным изменениям в государстве (рис. 1).

Приблизительно в этот же период Рональд Рейган и Михаил Горбачев делают заявление о снятии «всех» ограничений на гражданское использование глобальных спутниковых навигационных систем NAVSTAR (GPS) и ГЛОНАСС. Как нам, молодым, здоровым, амбициозным специалистам в области навигации, было не воспользоваться этой ситуацией? Решение было predetermined — создаем компанию и продвигаем эту новую технологию, как тогда говорили, в «народное хозяйство».



Рис. 1
Основатели ПРИН сегодня и 20 лет назад

Так, в муках и раздумьях, в 1990 г. родилась компания «ПРИН». Принято говорить — ровесник века, ровесник эры космонавтики и т. п. Мы считаем, что ЗАО «ПРИН» — ровесник эпохи глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Настойчивость, труд, профессиональные знания сотрудников ПРИН помогли начать отсчет новой эры в России — эры спутниковых навигационных технологий, одновременно со всем прогрессивным человечеством. В конце 1980-х гг. о космических системах NAVSTAR (GPS) и ГЛОНАСС знал достаточно узкий круг специалистов. Не были исключением и мы — специалисты в области навигации. Счастливый случай, а может быть и закономерность, что мы одними из первых среди гражданских специалистов в России познакомились с этой технологией. О спутни-

вом позиционировании, обеспечивающем получение пространственных координат в любой точке земного шара и способном повлиять на жизнедеятельность людей на Земле, нам поведал один из «отцов основателей» GPS, профессор Стэнфордского университета Питер Маршал Фиджералд. Почему так произошло? Это отдельная, долгая и весьма поучительная история. Кому интересно, заходите на сайт компании «ПРИН» и посмотрите фильм «Простой треугольник», снятый в 1994 г.

И так было решено — все усилия на продвижение ГНСС в жизнь. С чего начать? Где взять средства? Где снять офис? Где взять телефонный номер? Как открыть счет в банке? И еще сотни вопросов. Но чутье подсказывало, что главное — двигаться вперед. Был составлен первый план действий (рис 2).



Рис. 2
Первый план развития компании «ПРИН»

Все события писались на бумажках, поскольку было просто менять их содержание и переставлять по срокам. Что такое бизнес-план никто из нас еще не знал.

Одним из первых пунктов этого «социалистического бизнес-плана» было: «Провести в МАИ международную выставку-конференцию, посвященную теории и практике использования возможностей ГНСС». Этот пункт мы явно перевыполнили, пригласив ведущие фирмы в мире в этой области, такие как Trimble Navigation, Magellan, Ashtech, Allen Osbourne (других значимых компаний в тот момент практически не было). Мы были полностью уверены, что никто не придет. Каково же было наше изумление, когда основные игроки сказали — «едем». Что тут началось передать сложно. Американцы — в закрытый институт, да еще с какими-то «ящиками», работающими с американскими спутниками! Современная молодежь не поймет, что это такое, и «слава богу». Спасибо ректорам МАИ, академикам Рыжову Юрию Алексеевичу и Матвеевко Александру Макаровичу (в этот период как раз шла смена ректоров в МАИ), которые нас очень поддерживали. Так, не выезжая за пределы страны, нам удалось установить тесное и плодотворное сотрудничество с ведущими зарубежными компаниями и специалистами в области ГНСС.

Успех любого дела, включая науку и бизнес, зависит от людей, их знаний, опыта, жизненной позиции. Выбирая партнера, мы, в первую очередь, руководствовались этими подходами. И нам очень повезло, что основатель компании Trimble Чарльз Тримбл придерживался тех же принципов. Во время одной из встреч он отмечал, что главным в бизнесе являются две составляющие, первая из которых творчество, а вторая — коммерция. Коммерция базируется на фи-

Краткая хронология событий компании ПРИН

1990 г. — в октябре зарегистрирована компания «ПРИН» (ЗАО «ПРИН»).

1991 г. — становление компании и организация отделов авиационной навигации, морской навигации, геодезии и ремонта спутникового оборудования. Проведена первая в России выставка-конференция «Теория и практика использования средств систем глобального позиционирования GPS», открывшая, по сути, эру GPS в России.

1992 г. — ПРИН становится официальным дистрибьютором Trimble Navigation (США). Проведена вторая выставка-конференция, на которой впервые демонстрируется система контроля посадки самолетов с помощью GPS.

1993 г. — совместно с МАИ создан Центр спутниковых информационных технологий (ЦСИТ). Первые поставки систем слежения за передвижением транспортных средств. Выполнены собственные разработки антенн GPS, цифровых радиоконтроллеров и оригинального программного обеспечения для работы с оборудованием GPS в дифференциальном режиме.

1994 г. — проведены геодинимические исследования с применением спутниковой геодезической аппаратуры GPS в Египте и на островах Монерон и Шикотан (Дальний Восток) для изучения сейсмической активности этих районов (по заказу Правительства РФ). Выполнены работы по исследованию системы спутникового контроля посадки самолетов. Установлены первые береговые станции для передачи дифференциальных поправок.

1995 г. — создан учебно-тренировочный центр при ЦСИТ МАИ. На самолеты гражданской авиации установлено навигационное оборудование и проведено обучение летного состава по работе с ним. Разработана и поставлена информационно-диспетчерская система для инкассаторских служб.

1996 г. — победа совместно с компанией Trimble Navigation в тендере Мирового банка по проекту «ЛАРИС» на поставку спутникового оборудования для реализации задач земельного кадастра. Начинается активное сотрудничество с нефтяными и геофизическими компаниями.

1997 г. — подписан контракт с Федеральной пограничной службой РФ на поставку спутниковых приемоиндикаторов GPS морского назначения. По инициативе компании впервые в МАИ проведена конференция AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Development — совещательный комитет при НАТО по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам в области авиации и космонавтики) по проблемам спутниковой навигации. Разработана и установлена система слежения за передвижением транспортных средств «ЛИДЕР» в МЧС России. Победа в тендере на поставку оборудования для НК «Сургутнефтегаз». Участие в 10-й Европейской аэрокосмической конференции «FREE FLIGHT» в Амстердаме.

1998 г. — выполнен уникальный проект «Система управления наземным аэродромным транспортом» для московского аэропорта «Домодедово». Проведены исследовательские работы по интеграции инерциальных навигационных систем и GPS. ПРИН становится эксклюзивным дистрибьютором компании TOPCON (Япония) в России по оптико-электронному оборудованию. Выполнен первый совместный проект с компанией Lockheed Martin air traffic management (LMATM), специализирующейся на системах управления воздушным движением.

1999 г. — проведены занятия со слушателями Военной академии ГШ ВС РФ по использованию систем спутниковой навигации и геоинформационных систем в управлении войсками. Результаты разработок ПРИН демонстрируются министру обороны РФ. Впервые в мире в аэропорту Домодедово развернута система слежения за наземным транспортом с использованием технологий ГНСС — «АВТОА-ВИА».

2000 г. — LMATM и ПРИН участвуют в международных выставках по системам управления воздушным движением в Маастрихте (Нидерланды) и Москве. ПРИН получает статус представителя компании LMATM в СНГ. Заключены контракты с Минобороны и МВД России на поставку GPS-оборудования.

2001 г. — создан филиал компании в Нижневартовске. Проведен семинар на базе НК «Самолторнефтегаз» с демонстрацией в полевых условиях всех видов геодезического, трассопоискового и георадарного оборудования, а также систем слежения за транспортом.

2002 г. — начинается реорганизация дилерской сети ПРИН с целью ее расширения.

2003 г. — победа в тендере на поставку геодезического оборудования. Земельные комитеты Краснодарского края оснащаются оптико-электронными приборами (тахеометрами) компании TOPCON.

2004 г. — ПРИН становится эксклюзивным дистрибьютором спутникового геодезического оборудования и систем управления дорожно-строительной техникой производства Topcon Positioning Systems (США).

2005 г. — победа в тендере по оснащению Военно-топографической службы ГШ ВС РФ оптико-электронным и спутниковым GPS/ГЛОНАСС оборудованием.

2006 г. — завершена широкомасштабная реорганизации дилерской сети ПРИН. Представители компании и региональные партнеры имеются во Владивостоке, Воронеже, Иркутске, Краснодаре, Красноярске, Москве, Набережных Челнах, Нижневартовске, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Перми, Ростове-на-Дону, Самаре, Санкт-Петербурге, Сочи, Томске, Уфе, Хабаровске, а также в Минске (Белоруссия), Алма-Ате и Кызылорде (Казахстан). Победа в тендере на поставку оборудования и программного обеспечения для Военно-топографической службы ГШ ВС РФ. Расширяются контакты с геодезическими вузами страны. В МИИГАиК, для организации учебного процесса на кафедре «Прикладная геодезия», передано геодезическое оборудование и программное обеспечение.

2007 г. — установка первых «реальных» базовых станций TOPCON (с соответствующим ПО) в Дубне и Нефтекамске. Оснащение геодезическим спутниковым оборудованием РУП «Белгеодезия» (Белоруссия).

2008 г. — победа в тендере и работы по проекту создания сети референчных станций Кировской области.

2009 г. — ПРИН становится мастер-дистрибьютором компании Trimble.

2010 г. — победа в тендере «Олимпстрой» на поставку оборудования под строительство олимпийских объектов. Развертывание сети референчных станций в Туле.

нансовых взаимоотношениях, без которых никуда. «Голодный» долго творить не может. Но определяющим в бизнесе является творчество, а это, в первую очередь, люди. Особенно это важно в области высоких технологий, где очень трудно добиться успеха, если не соблюдать принципы человеческой морали. Поэтому, основным нашим партнером была и есть компания Trimble — признанный лидер в создании уникальных технологий в области ГНСС. Хотя, конечно, за прошедшие двадцать лет мы работали и продолжаем работать со многими другими ведущими компаниями мира.

Создавая компанию, мы понимали, что это начинание не даст немедленного и грандиозного успеха, но были уверены, что наши профессиональные знания и опыт общественной деятельности являются залогом и гарантией будущего успеха, и дело только во времени.

Мы высоко ценили и ценим накопленный научно-технический потенциал, и считаем, что даже малую частицу интеллектуального достояния России, как бы мала она не была, необходимо сохранять и умножать. Мы «коллекционировали» молодых способных инженеров,

ученых, студентов, обеспечивая им и себе возможность дальнейшего профессионального роста, минимально необходимого благосостояния и независимости. Многие нынешние руководители и специалисты ведущих компаний в России и за рубежом начинали свою профессиональную деятельность в компании «ПРИН» (рис. 3).

Коллекционировали — это «ноу-хау» компании и оно «дорогого» стоит. Это выражение пошло от нашего бессменного учителя — Ананьева Юрия Федоровича, человека, который научил выделять главное в людях, отбрасывать «шелуху» и видеть те черты, которые порой бесценны, но незаметны. При этом всегда на первом месте была порядочность человека, честность, желание двигаться вперед, не бояться трудностей. Именно этот человек — бессменный Председатель Совета директоров ЗАО «ПРИН» — в трудные времена поддерживал, успокаивал, советовал, а если надо, то вызывал «огонь на себя». Думаю, что нет и не предвидится ни одного «крутого» председателя совета директоров компании, который бы в семьдесят с лишним лет, один, выезжал в зону боевых



Рис. 3

Коллектив компании «ПРИН» (1995 г.)

действий и, в полевых условиях, в палатках, на практике обучал специалистов военной разведки спецназа тем возможностям, которые дают технологии ГНСС. Почему он? Потому, что сохранность собранной «коллекции» для него важнее всего.

Чему не смог научить нас Юрий Федорович, так это умению «прихватизировать», а поле деятельности для этого было просто идеальным. Хотя может именно поэтому мы не только выжили, но и движемся вперед.

Последние 15 лет численность компании менялась от 40 до 60 человек, а средний возраст сотрудников за 20 лет не превышал сорока лет.

Компания «ПРИН» одна из первых в России приступила к освоению новых методов и средств определения местоположения, со временем став практически единственной в стране организацией, деятельность которой активно формировала рынок спутниковых навигационных и геодезических систем за счет просветительской активности и участия в работах государственного масштаба.

За время существования компании проведены десятки научно-технических конференций, обучены тысячи специалистов, созданы около десяти новых компаний с нашим участием, построена дилерская сеть на всей территории бывшего СССР. Нашими заказчиками были и остаются практически все «силовые» ведомства страны — Минобороны, ФСБ, МЧС, МВД, крупнейшие компании топливно-энергетического комплекса, ведущие институты РАН и сотни, если не тысячи других не менее уважаемых заказчиков.

Особенно мы гордимся тем, что компания «ПРИН» была первой при освоении новейших технологий ГНСС, порой не только в России, но и в мире. Специалисты компании впервые, в реальных условиях полета, опре-

Решения США и РФ по ГНСС — GPS и ГЛОНАСС

1983 г. — после гибели самолета компании Korean Airline, сбитого над территорией СССР (близ острова Монерон), Президентом США принято решение о предоставлении сигнала GPS гражданским службам.

1990 г. — решение США о временном отключении SA (selective availability — селективный доступ; искусственно создаваемое загроуление сигналов GPS для неавторизированных пользователей за счет округления определения местоположения до 100 м) в связи с войной в Персидском заливе и нехваткой военных моделей приемников.

1991 г. (1 июня) — решением Президента США включен SA и сняты ограничения на продажу приемной аппаратуры GPS в страны СНГ.

1993 г. (сентябрь) — система ГЛОНАСС официально принята в эксплуатацию.

1993 г. (8 декабря) — сообщение о первичной готовности системы GPS. В этом же году США принято окончательное решение о предоставлении сигнала для бесплатного пользования гражданским службам и частным лицам.

1995 г. — завершено развертывание системы ГЛОНАСС до ее штатного состава (24 навигационных спутника).

1995 г. (7 марта) — Постановление Правительства РФ № 237 об использовании системы ГЛОНАСС в качестве элемента международной глобальной навигационной спутниковой системы для гражданских потребителей.

1995 г. (17 июля) — полная готовность системы GPS.

2000 г. (1 мая) — отключение SA для гражданских пользователей, точность определения координат выросла со 100 до 20 м.

2004 г. (26 июня) — подписание совместного заявления по обеспечению взаимодополняемости и совместимости Galileo и GPS.

2006 г. (декабрь) — российско-американские переговоры по сотрудничеству в области обеспечения взаимодополняемости ГЛОНАСС и GPS.

делили пространственные координаты центра фотографирования при аэрофотосъемке с точностью около 15 см. Впервые провели геодезические исследования тектонических сдвигов земной коры. Впервые наладили серийное производство в России GPS/ГЛОНАСС-антенн с военной приемкой. Впервые построили сертифицированную сеть референцных GPS/ГЛОНАСС-станций в России. С нашим участием были созданы первые геодезические приемники GPS/ГЛОНАСС. И еще многое вспомнить, оглядываясь назад.

Нельзя не отметить беспрецедентное по масштабу и общественному резонансу оснащение в 2005 г. Минобороны России современными геодезическими GPS/ГЛОНАСС-приемниками.

Каждая компания имеет свои плюсы и минусы. Мне «сподручней» говорить о минусах, чем о плюсах. Основной минус компании — это стремление стать первым и «бежать» дальше, чтобы опять стать первым, но уже в другом начинании. Так было все двадцать лет, так продолжается

и сегодня. Этим можно гордиться, но страдает вторая составляющая бизнеса и, наверное, это не правильно, но мы — таковы!

Чарльз Тримбл говорил: «Работа в сфере высоких технологий во многом похожа на Олимпийские игры. Надо все время стремиться к достижению новых целей».

Компания «ПРИН» с уверенностью смотрит в будущее. «Олимпийские игры» продолжают.

RESUME

Both internal reasons and extraneous causes of the PRIN Company creation are given with specific reference. Events are described. Contribution of the people who were at the origins of the company creation is noted. The main achievements of the company are listed. It is noted that the company having started the new GNSS epoch successfully develops at the present moment due to the both accumulated scientific and production potential of the personnel working at the company for twenty years and the permanent replacement by the young gifted engineers, scientists and students.



Саморегулируемая
организация
«Ассоциация
Инженерные изыскания
в строительстве»



Некоммерческое партнерство содействия развитию инженерно-изыскательской отрасли «Ассоциация Инженерные изыскания в строительстве» внесено Ростехнадзором в государственный реестр саморегулируемых организаций 28.04.2009 г. под регистрационным номером СРО-И-001-28042009

Ведется выдача свидетельств о допуске к работам по выполнению инженерных изысканий в строительстве.

Документы на вступление в Ассоциацию принимаются в исполнительной дирекции в Москве и в филиалах в следующих городах:

Санкт-Петербург – Измайловский проспект, д. 4.

Тел: +7 (812) 316-61-18. E-mail: spb@oaiis.ru

Ростов-на-Дону – ул. Греческого города Волос, д. 6.

Тел: +7 (863) 242-44-60. E-mail: rostov@oaiis.ru

Краснодар – ул. Котовского, д. 42.

Тел: +7 (861) 255-75-29. E-mail: krasnodar@oaiis.ru

Самара – ул. Ново-Садовая, дом 18, ком. 3,4.

Тел: моб. +7 (987) 948-15-70, +7 (909) 371-12-79. E-mail: samara@oaiis.ru.

Уфа – Проспект октября, дом 56/3.

Тел: +7 (347) 279-04-54. E-mail: ufa@oaiis.ru

Пермь – ул. Куйбышева, д. 52.

Тел: +7 (342) 239-31-12, E-mail: perm@oaiis.ru

Тюмень – ул. Коммунистическая, д. 70, корп. 3.

Тел: +7 (3452) 261-942, +7 (3452) 626-804. E-mail: tumen@oaiis.ru

Томск – ул. Пушкина, д. 40/1.

Тел: +7 (3822) 66-05-49; +7 (913) 840-33-36.

Владивосток – ул. Пограничная, д. 15а.

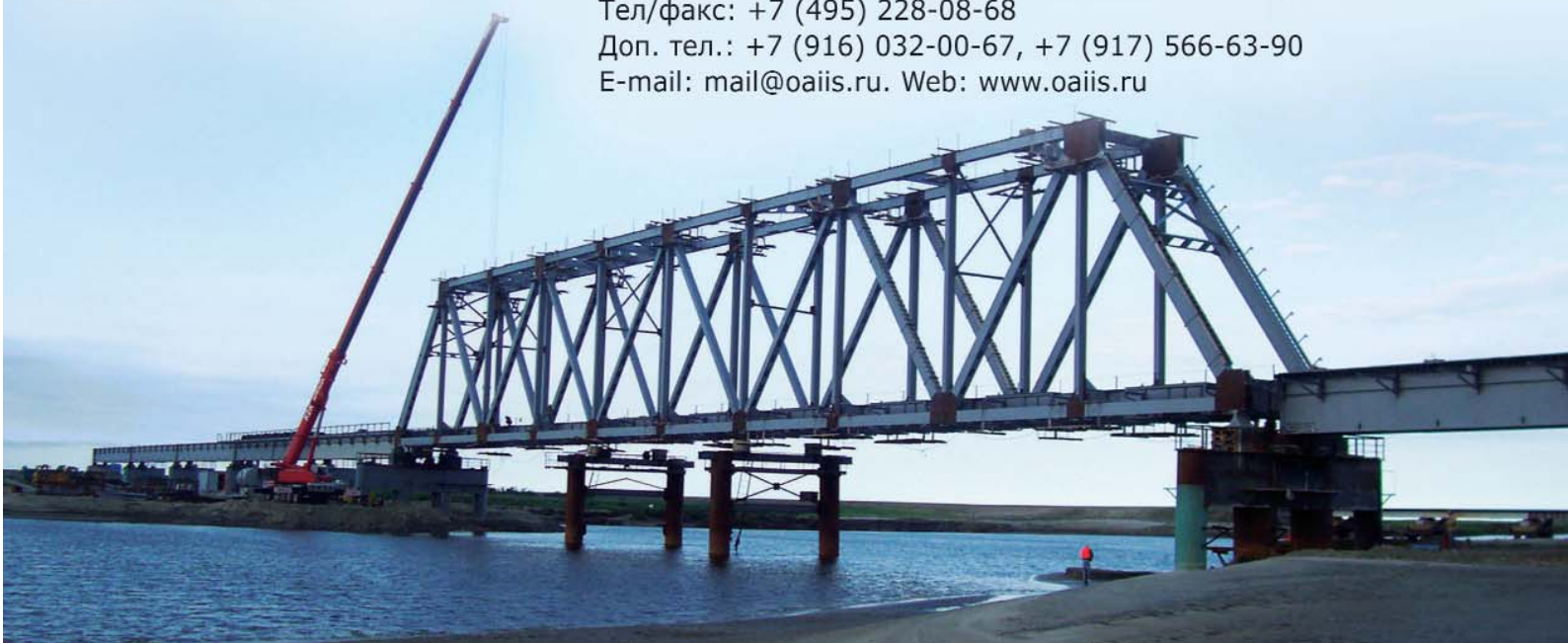
Тел: +7 (4232) 61-32-24. E-mail: dv@oaiis.ru

Москва 105187, Окружной проезд, д. 18.

Тел/факс: +7 (495) 228-08-68

Доп. тел.: +7 (916) 032-00-67, +7 (917) 566-63-90

E-mail: mail@oaiis.ru. Web: www.oaiis.ru



▼ **Х юбилейная международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии» (Италия, 20–23 сентября 2010 г.)**

Конференцию организовало ЗАО «Ракурс» при поддержке Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS) и ГИС-Ассоциации.

Генеральным спонсором конференции выступило ООО НП АГП «Меридиан+». В качестве официальных спонсоров конференцию поддержали VisionMap (Израиль), НПИ «Земинформ» ГУЗ, GeoEye (США) и ЗАО «Лимб».

Информационную поддержку обеспечили ведущие отраслевые СМИ России и других стран мира: журнал «Геопрофи», газета «ГИСинфо», каталог «GeoTop», журнал «Информация и космос», журнал GeoInformatics, журнал GIM International, журнал GEO:Connexion, Интернет-портал MundoGeo, а также журнал «Геоматика».

Формат конференции был традиционным и включал пленарные заседания, деловые встречи, семинары, а также неофициальную часть. В обсуждениях приняли участие более 100 руководителей и специалистов производственных предприятий и высших учебных заведений из 19 стран мира. Представители 9 государств подготовили доклады, общее число выступлений достигло 34.

Конференцию открыл генеральный директор компании «Ракурс» В.Н. Адров. Затем с приветственным словом выступил мэр города Гаэта Синдако Антонио Раймонди и главный редактор итальянского журнала GEOmedia профессор топографии Римского университета Ренцо Карлуччи.

В первом блоке докладов, посвященном региональным и корпоративным проектам и общим вопросам картографии и фотограмметрии, выступили представители Италии, Герма-

нии, Швейцарии, России и Болгарии. Наиболее интересными были доклады Ренцо Карлуччи об инфраструктуре пространственных данных в Италии, профессора А. Грюна (Институт охраны природных ресурсов и строительных изысканий, Швейцария) о 3D/4D-моделировании городов и обзорный доклад профессора Г. Конечного (Ганновский университет, Германия) о столетней истории ISPRS и об исследованиях в области геоинформатики от Леонардо да Винчи до наших дней. Профессор А.П. Михайлов (МИИГАиК) затронул острые вопросы подготовки специалистов по фотограмметрии в вузах России.

Особо хочется отметить выступление В.Н. Адрова, посвященное юбилею конференции компании «Ракурс», в котором он остановился на истории проведения этой конференции, начиная с 2001 г., и дальнейших перспективах ее развития.

Второй блок докладов был посвящен цифровым камерам и оборудованию для аэросъемки. Представители Израиля и Швейцарии ознакомили с новыми возможностями и развитием аэросъемочных систем компаний VisionMap и Leica Geosystems. Об использовании беспилотных летательных аппаратов для аэросъемки рассказали А. Грюн и В.В. Захаров (НПИ «Земинформ»).

Третий блок докладов освещал особенности цифровых фотограмметрических систем. Сотрудники компании «Ракурс» продемонстрировали новые возможности ЦФС PHOTOMOD, новые модули построения плотной модели рельефа и горизонталей картографического качества и эффективные способы работы с системой. Ю. Райзман сделал доклад о создании квазипанорамных снимков камерой VisionMap и их стереообработке в ЦФС PHOTOMOD.

Во второй день конференции прозвучали доклады, посвященные обработке данных аэросъемки. Среди выступлений представителей Италии, Греции и России хотелось бы отметить доклад Л.В. Быкова (ВИСХАГИ) о сложном проекте построения топографических планов масштаба 1:500 г. Омска, где использовались данные аэросъемки и лазерного сканирования. Для обработки применялись ЦФС PHOTOMOD, система Intergraph и программные модули собственной разработки.

Следующий блок докладов был посвящен съемкам Земли из космоса. А. Шумаков рассказал о новых сервисах, предоставляемых компанией GeoEye. П. Зиэмба (DigitalGlobe, Великобритания) и Ф. Пулс (European Space Imaging, Германия) говорили об особенностях ис-



пользования 8-канальных данных со спутника WorldView-2.

Доклад В.П. Седелникова (ФГУП Госцентр «Природа») был посвящен разработке перспективной космической картографической системы ДЗЗ в России. Представители компаний «СканЭкс», «Совзонд» и КБ «Панорама» рассказывали об использовании данных ДЗЗ в различных региональных проектах, а также о возможных подходах к космическому мониторингу и опыте создания геопорталов с использованием космических данных.

И.В. Елизаветин и Р.И. Шувалов («Ракурс») говорили об обработке данных с радиолокационных спутников — о некоторых видах искажений на таких снимках и о новых возможностях системы PHOTOMOD Radar.

Последний блок докладов, в котором выступили представители России и Болгарии, был посвящен обработке данных ДЗЗ из космоса. Наибольший интерес и дискуссию вызвал доклад О.А. Корчагиной («Кадастр Поволжья») о результатах трех-

мерного моделирования городов для исследования прохождения радиосигналов. Моделирование проводилось в ЦФС PHOTOMOD на основе стереопар, полученных с космических спутников GeoEye-1, WorldView-1 и Kompsat-2.

Третий день конференции традиционно был посвящен мастер-классам и многочисленным бизнес-встречам. На мастер-классах демонстрировались новые возможности ЦФС PHOTOMOD в автоматизации процессов фотограмметрической обработки, а один из них был посвящен системе PHOTOMOD Radar, предназначенной для обработки данных ДЗЗ, полученных радиолокаторами с синтезированной апертурой антенны (РСА).

В перерыве между мастер-классами профессор А. Грюн провел презентацию, посвященную трехмерному моделированию г. Помпеи, где использовались материалы аэросъемки, наземного лазерного сканирования и ближняя цифровая съемка. На сбор данных ушло десять

дней, а дальнейшая обработка потребовала целого года работ.

Наряду с насыщенной деловой программой конференции гостей ожидали интересные культурно-развлекательные мероприятия. Участники смогли познакомиться с традициями и культурой Италии во время экскурсий по Риму, Ватикану, Неаполю и Помпеям.

Конференция завершилась гала-ужином на открытом воздухе в ресторане Aenea's Landing, который покорила гостей огромной территорией и открывающимися фантастическими видами. Главным же событием вечера стала традиционная лотерея с розыгрышем двух версий программного комплекса PHOTOMOD. В этом году фортуна улыбнулась двум компаниям: LTD Livland (Латвия) и НИИТП.

Подробную информацию о конференции, а также фотоотчет и презентации докладчиков можно найти на сайте www.racurs.ru/Italy2010.

По материалам пресс-релиза оргкомитета конференции



РАКУРС

Программные разработки и услуги в области цифровой фотограмметрии и данных ДЗЗ

выбери
BPIQ6ON

нужный

РАКУРС

Версия PHOTOMOD 5.0 Lite позволяет загружать пользовательские данные и оценить возможности системы в области фотограмметрической обработки космических и аэрофото-снимков.
Доступна бесплатно на нашем сайте.

Программное обеспечение PHOTOMOD®

Компания Ракурс является разработчиком цифровой фотограмметрической системы PHOTOMOD, занимающей лидирующие позиции в России и широко распространенной за рубежом.

PHOTOMOD позволяет выполнить весь спектр фотограмметрических работ с получением всевозможных выходных продуктов: цифровых моделей рельефа, орто-фотопланов и цифровых карт на основе аэро- и космических изображений и блоков изображений.

PHOTOMOD 5.0 — новый уровень производительности и автоматизации.

- Работа с проектами, содержащими до 20 000 снимков.
- Возможность работы с изображениями любого размера (десятки гигабайт).
- Отсутствие ограничений на размер ЦМР.
- Полная поддержка 16-битных изображений на всех этапах обработки.
- Возможность работы с исходными растрами без конвертации.
- И многое другое.

Данные дистанционного зондирования Земли

Компания РАКУРС является официальным дистрибьютором данных Spot-2,4,5, GeoEye-1, FORMOSAT-2, KOMPSAT-2, IKONOS, TerraSAR-X.

Фотограмметрические проекты

Компания имеет большой опыт выполнения производственных проектов для российских и зарубежных заказчиков. Мы обладаем достаточными ресурсами для выполнения фотограмметрических работ любого объема и уровня сложности.

129366, Россия, г. Москва
ул. Ярославская, д.13А, оф. 15

Тел.: (495) 720-51-27
Факс: (495) 720-51-28

E-mail: info@racurs.ru
Internet: <http://www.racurs.ru>

▼ **INTERGEO 2010 (Кельн, Германия, 5–7 октября 2010 г.)**

Выставка и 16 конгресс INTERGEO, проводимые немецким обществом DVW совместно с выставочной компанией HINTE каждый год, еще раз подтвердили статус международного события. Следует отметить несколько особенностей мероприятий, прошедших в этом году под девизом «ГЕО объединяет».

Впервые перед конгрессом были проведены занятия Академии INTERGEO, в которой приняло участие 170 слушателей.

Каждый день конгресс открывался основополагающим докладом одного из известных специалистов в области геодезии и геоинформатики. Среди выступавших были президент ESRI Джек Данжермонд (Jack Dangermond) и президент FIG Стиг Энемарк (Stig Enemark).

В рамках конгресса прошел «День Китая» с показом достижений КНР в области аэрофотосъемки и картографии, ГИС и производства оборудования для геодезических и картографических работ. Впервые на выставке INTERGEO появился новый блок стендов, объединенных не наименованием компании, а государством — CHINA, на котором 20 компаний из Китая представляли оборудование, программное обеспечение (ПО) и выполненные проекты.

Всего на выставке более 500 экспонентов из 32 стран мира (что на 10% больше по сравнению с 2009 г.) предлагали решения, основанные на геодезических и геоинформационных методах в сочетании с возможностями современных информационных технологий, для разнообразных сфер применения. Это позволило привлечь к этому мероприятию 17,5 тыс. посетителей, причем свыше 4,3 тыс. специалистов были не из Германии.

Традиционно руководители компаний, ученые и специалисты из России не только посещают это мероприятие, но и актив-

но в нем участвуют. На отдельных стендах научно-технические разработки и опыт подготовки кадров в России (в том числе и для зарубежных стран) представляли высшие учебные заведения: МИИГАиК и СГГА (Новосибирск). Делегацию от МИИГАиК возглавлял проректор по научной работе А.А. Майоров, а СГГА — ректор А.П. Карпик.

В период работы выставки состоялся международный семинар «Возможности геодезического мониторинга инженерных сооружений», организованный по инициативе профессора Берлинского университета прикладных наук Б.Е. Резника и руководителя НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК В.Я. Лобазова на основе положительного опыта выполнения совместных работ по контролю мостовых сооружений геодезическими методами организациями из России и Германии.

Оптико-механические и электронные геодезические приборы, изготавливаемые в России серийно, демонстрировал Уральский оптико-механический завод (Екатеринбург) совместно со своим швейцарским представительством — компанией Trialptek. На стенде была представлена новая продукция — электронный тахеометр 5Та5 и спутниковый приемник ГЛОНАСС/GPS ГСА-5.

Нельзя не остановиться на оборудовании и ПО компании JAVAD GNSS (США), в разработке которого активное участие принимают российские специалисты. Главным экспонатом, впервые демонстрировавшимся в Западной Европе и вызвавшим большой интерес, был новый двухчастотный спутниковый приемник TRIUMPH V.S.

Представители российских компаний внимательно изучали новые разработки и проводили многочисленные переговоры с партнерами. Так, директор компании «Геометр-Центр» М.В. Новиков познакомил редакцию журнала «Геопрофи» с Хубертом Беме (Hubert Bohme), руководи-





НОВЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ТАХЕОМЕТР Nikon Nivo^{1.C}

- Угловая точность 1"
- Измерение расстояний без отражателя до 500 метров
- Безопасный для глаз лазер I класса
- Сенсорный дисплей
- Встроенное полевое программное обеспечение Survey Pro
- USB слот для расширения памяти

WWW.NIKON-SPECTRA.RU

Официальные дистрибьюторы оборудования Nikon и Spectra Precision

Москва

Компания «Геодезия и Строительство»
(495) 783-56-39
www.gis2000.ru

Хабаровск

Компания «Геотехнологии»
(4212) 76-54-21, 77-87-20, 60-09-96
www.geotehdv.ru

Нижний Новгород

Компания «Геосистемы Глонасс-Галилео-Поволжье»
(831) 468-48-33, 416-36-36, 415-69-03
www.glonass-galileo.ru

Екатеринбург

Компания «Интер-Гео»
(343) 254-24-15, 254-83-31, 356-50-39
www.intergeo.ru

Новосибирск

Компания «Интер-Гео»
(383) 335-71-56, 335-71-67
www.intergeo.ru

Краснодар

Компания «ГеоКонтинент»
(861) 277-66-46, 277-66-47
www.geokontinent.ru

Санкт-Петербург

Компания «Плутон Холдинг»
(812) 448-07-20, 448-07-21
www.plutongeo.ru

Алматы

Компания «ГЕОКУРС»
(727) 334-06-92, 334-06-93, 394-34-90
www.geocourse.kz

телем компаний FPM (Freiberger Prazisionsmechanik Holding GmbH). Среди многочисленного оборудования для выполнения инженерно-геодезических работ, представленного FPM, особое внимание привлекала автоматизированная система гидростатического нивелирования. Одна из последних моделей ASW 101 N позволяет выполнять высокоточные измерения превышений с точностью до сотых долей миллиметров в экстремальных условиях, таких как вибрация, высокая температура и мощное электромагнитное поле. Следует отметить, что с сентября 2010 г. компания «Геометр-Центр» является эксклюзивным дистрибьютором компании FPM в России при поставке подобных систем.

Понимая, что в небольшой публикации невозможно не только подробно рассказать, но даже просто перечислить разработки, демонстрировавшиеся на выставке, остановимся на новинках, с которыми нам удалось познакомиться благодаря беседам с представителями российских и зарубежных компаний.

На стенде и демонстрационной площадке Topcon — Sokkia, кроме электронных и роботизированных тахеометров, оптических и электронных нивелиров, лазерных указателей плоскостей, приемников ГНСС и наземных лазерных сканеров, центральное место было отведено действующим моделям, отражающим конструктивные особенности и возможности следующих комплексов:

— системы мобильной съемки (картографирования) IP-S2, имеющей три модификации (IP-S2 Vision, IP-S2 Compact и IP-S2 HD), с ПО Geoclean;

— систем автоматизированного управления и контроля различными строительными механизмами (бульдозерами, экскаваторами, грейдерами, асфальтоукладчиками и др.).

На стенде Trimble были представлены новые модифика-

ции электронных и роботизированных тахеометров, полевых планшетных компьютеров (Trimble Tablet), контролеров, приемников ГНСС, наземных лазерных сканирующих систем и ПО для мониторинга Trimble 4D Control 3.0. Кроме того, демонстрировалось:

— ПО Trimble Trident Analyst 2010, предназначенное для сбора и обработки данных, получаемых с помощью систем мобильной съемки, включая новую систему Trimble MX8;

— цифровая широкоугольная 60-мегапиксельная аэрокамера среднего формата Trimble DSS (Digital Sensor System) со сменными объективами (35 мм и 50 мм).

Компания Leica Geosystems представила новые роботизированные тахеометры серии Leica Viva TS15, приемники ГНСС Leica Viva GS12 и Leica Viva GS08, спутниковые приемники для сбора данных серии Leica Zeno GIS и «полевое» ПО Leica Viva SmartWorx v3.00. Также демонстрировались: ПО для мониторинга инженерных сооружений Leica GeoMoS v5.1, новые возможности наземного лазерного сканера Leica ScanStation C10, ПО для обработки данных лазерного сканирования Leica Cyclone v7.1. и ПО для базовой станции Leica GNSS Spider v4.0.

Кроме того, следует отметить новую мультиспектральную 60-мегапиксельную аэрокамеру Leica RCD30 с компенсацией «движения вперед» и ПО Leica XPro 5.0 для стереоскопического просмотра кадра изображения, полученного с помощью сканера Leica ADS80, и построения цифровой модели рельефа (модуль Leica XPro DSM). Более подробно с оборудованием и ПО для аэросъемочных работ можно будет ознакомиться 26 ноября 2010 г. на семинаре «День аэросъемочных сенсоров Leica Geosystems в Москве» компании «НАВГЕОКОМ».

Компании Trimble и Leica Geosystems анонсировали спут-



никовые приемники ГНСС для сбора данных для ГИС, работающих с ПО ArcPad компании ESRI.

Среди остальных новинок INTERGEO 2010 следует отметить:

— новую модель электронных тахеометров с точностью измерения углов 1" (Nikon Nivo C1) и 3" (Nikon DTM-322) компании Nikon-Trimble Co. (Япония);

— спутниковые приемники ГНСС ProMark100 (одночастотный) и ProMark200 (двухчастотный), а также Web-Accessible GNSS Survey Planning Tool — полностью автоматический доступ через Интернет для планирования измерений по созвездиям спутников GPS и ГЛОНАСС и сервиса SBAS компании Ashtech (США);

— новый сервис высокоточного позиционирования в режиме реального времени G2 компании OmniSTAR (Нидерланды);

— высокоскоростной передатчик ADL Vantage с защищенными каналами радиосвязи для применения в ГНСС при измерениях в режиме RTK компании Pacific Crest (США);

— компактный наземный лазерный сканер Focus^{3D} компании FARO (США);

— широкоформатную цифровую камеру DMC II с монолитной ПЗС-матрицей компании Intergraph (США);

— аэросъемочный фотограмметрический комплекс АЗ компании VisionMap (Израиль);

— спутниковые приемники ГНСС серии X90, созданные на основе собственной технологии компании Shanghai HuaCe Navigation Technology Ltd. (Китай).

Фоторепортаж с выставки можно посмотреть на www.geoprofi.ru/news10/News_4899_71.aspx.

Выставка и 17 конгресс INTERGEO пройдут с 27 по 29 сентября 2011 г. в г. Нюрнберг.

В.В. Грошев, М.С. Романчикова
(Редакция журнала «Геопрофи»)

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ЛИНЕЙКА РАДИОМОДЕМОВ И ОНА РАСТЕТ!

ADVANCED DATA LINK (ADL) : НОВЫЙ СТАНДАРТ



ADL Foundation ADL Vantage ADL Sentry ADL RXO

Самые продвинутые технологии передачи данных в мире теперь доступны
в одной линейке

- диапазон частот 390-430 МГц, 430-470 МГц
- Высокая скорость передачи данных
- Программируемая мощность до 4 Ватт
- Ширина канала определяется цифровой обработкой сигнала
- Просты в интеграции

Одна линейка радиомодемов и полностью новый стандарт в беспроводной связи



PACIFIC CREST
A TRIMBLE COMPANY

For more info: www.PacificCrest.com/ADL

©2010, Pacific Crest Corporation. All rights reserved. PC-016-RU (10/10)

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ГНСС АНТЕННЫ TALLYSMAN СЕРИИ TW24

А.Ю. Янкуш («ГНСС плюс»)

В 1994 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «космическая геодезия и навигация». После окончания университета работал в ЗАО «ПРИН», а с 2003 г. — в компании «Джи Пи Эс Ком». С 2007 г. по настоящее время — технический директор компании «ГНСС плюс».

К.Ю. Андреева («ГНСС плюс»)

В 2009 г. окончила геодезический факультет МИИГАиК по специальности «космическая геодезия». С 2008 г. по настоящее время — инженер по работе со спутниковым геодезическим оборудованием компании «ГНСС плюс».

Основные технические параметры для антенн глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) складываются из требований к точности позиционирования и условий их эксплуатации. В мобильных приложениях важным критерием для антенн, наряду с надежностью и прочностью элементов, является их компактность. При производстве высокоточных антенн наибольшие сложности возникают при разработке малогабаритного антенного элемента, который при этом сохранял бы свои технические характеристики.

Идею высокого качества при малых размерах воплотила компания Tallysman Wireless, Inc. (Канада) в антеннах TALLYSMAN серии TW24. Данная серия антенн геодезического класса работает в диапазоне сигналов систем GPS и ГЛОНАСС на частоте L1, а также дополнительного дифференциального сервиса SBAS (WAAS, EGNOS и MSAS)*.

Отличительной особенностью антенн серии TW24 (см. таблицу) является встроенный

элемент коррекции широкодиапазонных сигналов с двойной линией питания и двухуровневым маломощным усилителем (МШУ). Для получения качественного выходного сигнала в антенне используется усилитель входящих сигналов, фильтр комбинированного сигнала SAW (Surface Acoustic Wave — фильтр на поверхност-

но-акустических волнах) и усилитель выходного сигнала. Данная технология обеспечивает высокий коэффициент эллиптичности антенны, который остается постоянным во всем диапазоне частот.

Результаты тестирования модели TW2400 антенн TALLYSMAN, проведенного инженерами компании «ГНСС

Основные технические характеристики антенн TALLYSMAN серии TW24

Наименование параметра	Значения параметра
Ширина полосы частот на 1 дБ	30 МГц
Усиление сигнала (с защитной пластиной ground plane 100 мм)	5 дБи
Коэффициент эллиптичности на всем диапазоне частот	< 3 дБ
Конструкция	Один МШУ входного сигнала, фильтр SAW
Диапазон частот	От 1574 МГц до 1606 МГц
Усиление	28 дБ мин, от 1575,42 МГц до 1606 МГц
Неравномерность усиления	±2 дБ, от 1575,42 МГц до 1606 МГц
Фильтр сигналов вне диапазона частот	<1500 МГц при >32 дБ <1550 МГц при >25 дБ >1640 МГц при >35 дБ
КСВН	<1,5:1
Уровень шума в МШУ	1 дБ типично
Диапазон рабочих температур	От -40°C до +85°C
Энергопотребление	10 мА
Диапазон входного напряжения	От 3,0 В до 12 В постоянного тока

* SBAS (Satellite-based Augmentation System) — система, использующая геостационарные спутники для передачи дифференциальных поправок к эфемеридам и параметрам ионосферной модели.

WAAS (Wide Area Augmentation System) покрывает территорию США.

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) покрывает территорию Европы.

MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System) покрывает территорию Японии.

плюс», подтвердили ее высокое качество. Сравнение проводилось с антенной NovAtel GPS-701GG, созданной для высокоточных геодезических измерений, в режимах «статика» и «кинематика». Тестирование на застроенной территории и при установке на быстро перемещающемся объекте показало, что антенна TW2400 имеет отличные характеристики слежения за сигналами, подавления многолучевости и фильтрации шумов, что позволило получить стабильные качественные результаты позиционирования в дифференциальном режиме измерений.

Продолжительность службы антенны TW2400 обеспечивается за счет водонепроницаемого корпуса, который соответствует стандарту IP67. Корпус выполнен в виде колпака из пластика по стандарту ASA и имеет диаметр 57 мм и высоту 15 мм. Масса антенны составляет 150 г.

Магнитное основание позволяет использовать ее даже в наиболее сложных условиях и легко крепить на металлических поверхностях (например, крыше автомобиля).

Для применения в пользовательских приложениях разработана специальная модель TW2405 антенн TALLYSMAN в виде OEM-платы. Этот открытый антенный элемент крепится на защитную подставку. При этом он имеет те же технические характеристики приема сигналов, что и антенна TW2400.

Антенны TALLYSMAN серии TW24 обладают следующими преимуществами:

- гарантируют подавление многолучевости;
- повышают параметры точности системы;
- характеризуются отличным соотношением сигнал/шум;
- обеспечивают надежную

фильтрацию сигналов вне допустимого диапазона;

— идеально подходят для использования в сложных условиях;

— соответствуют директиве RoHS (Restriction of Hazardous Substances), ограничивающей содержание вредных веществ в изделии.

Эти антенны могут найти применение для высокоточного позиционирования в сельском хозяйстве, горной промышленности, строительной индустрии, авиации, морском и речном флоте, правоохранительной деятельности, военных приложениях, а также при обеспечении общественной безопасности.

RESUME

The description of new antenna for mobile applications is given. It is marked, that small size of antenna and best performance quality is possible.

Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

GNSS



TALLYSMAN

серии TW 24

высокоточные GPS/ГЛОНАСС антенны
для мобильных приложений




ООО «ГНСС плюс», Россия, Москва
Официальный дилер TALLYSMAN WIRELESS INC.
8 495 780-92-74, info@GNSSplus.ru, www.GNSSplus.ru

TRACY — ПРОГРАММА ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ JAVAD GNSS

А.Н. Майоров (ЦНИИГАиК)

В 1982 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в полевых подразделениях аэрогеодезических предприятий ГУГК СССР. В 1993 г. окончил аспирантуру ЦНИИГАиК. В настоящее время — старший научный сотрудник геодезического отдела ЦНИИГАиК. Кандидат технических наук.

Ю.Г. Ноянов (JAVAD GNSS)

В 1996 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «исследование природных ресурсов», в 2001 г. — аспирантуру МИИГАиК. В настоящее время — руководитель разработки полевого ПО компании JAVAD GNSS. Кандидат технических наук.

А.Ю. Жиганов (JAVAD GNSS)

В 1999 г. окончил Московский авиационный институт по специальности «проектирование больших авиационных и ракетно-космических комплексов». В настоящее время — инженер-программист по разработке полевого ПО компании JAVAD GNSS.

В июне 2008 г. на конференции пользователей компания JAVAD GNSS представила свои новые разработки — серию приемников TRIUMPH-1, TRIUMPH-4, ALPHA, DELTA и SIGMA, офисное ПО JUSTIN и GIODIS, а также контролер VICTOR для работы в полевых условиях и управляющее ПО для него TRACY. Об одной из этих разработок — программе TRACY и пойдет речь в данной статье.

Программа TRACY предназначена для управления оборудованием ГНСС и выполнения полевых геодезических работ, причем как для сбора данных с последующей постобработкой, так и для работ в режиме реального времени (режиме RTK) при съемке объектов и выносе точек на местность. В режиме RTK поправки могут быть получены по радиоканалам с помощью радиомодема (UHF), GSM-модема или из Ntrip-сервера через GPRS/EDGE-модемы. Все это достигается благодаря встроенному оборудованию приемников ГНСС TRIUMPH, ALPHA и SIGMA.

Программа TRACY устанавливается на контролере VICTOR

под управлением операционной системы Windows Mobile 6.0 (рис. 1). Контроллер отвечает стандартам работы в полевых условиях с повышенной влажностью и вибрациями, в достаточно широком диапазоне температуры окружающей среды: от -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Он обладает существенными возможностями для обработки

данных и большим объемом памяти.

Оригинальный пользовательский интерфейс программы TRACY не повторяет ни одно программное обеспечение других фирм, предназначенное для сбора и обработки результатов полевых измерений. В ней отсутствует классическое меню, а все окна программы объединены в закладки. При освоении программы это требует определенного навыка и привычки. Однако, затем, можно оценить удобство перехода из одного окна в другое с помощью одного-двух нажатий иконок и возвращения обратно единственным нажатием. Например, если во время съемки объекта требуется присвоить ему атрибутивную информацию, отсутствующую в словаре данных, то достаточно нажать на иконку данных и перейти в окно кодов и атрибутов, где можно создать требуемые поля. Вернуться назад к процессу съемки можно одним нажатием на соответствующую иконку. В списке атрибутов, доступных для съемки, уже будет находиться



Рис. 1
Контроллер VICTOR

ция. Точно так же можно в любой момент измерений переключиться в окно информации, посмотреть, как идет прием дифференциальных RTK-поправок, как расположены спутники, и, одним нажатием, вернуться в меню без долгих блужданий. Информация о состоянии оборудования всегда отображается в нижней части приложения, в панели статусов, с каким бы окном не велись работы. Когда все идет хорошо, эта информация кодируется зеленым цветом. Если же что-то не в порядке, то красные и желтые значки вместе со звуковыми сигналами немедленно привлекут внимание пользователя.

Для начального ознакомления с TRACY или для проведения простых операций в программе предусмотрен облегченный режим (первоначально программа и запускается в нем). В этом режиме управление оборудованием выполняется всего тремя кнопками, расположенными на одном экране (рис. 2). Однако, при кажущейся простоте, в нем можно выполнять практически все операции, необходимость в которых возникает при съемке, — управлять записью в файл «сырых» измерений в режиме статики и в режиме «стой-иди», запускать базовые станции и подвижные приемники и прово-



Рис. 2
Облегченный режим работы
в программе TRACY

дить съемку точек и траекторий при работе в режиме RTK, а также осуществлять вынос точек на местность. Не покидая этот экран, можно получить отчет по результатам работы.

Программа состоит из основного модуля RTK (рис. 3) и двух дополнительных: PPK (Post Processing Kinematic) и CDU (Control Device Unit). Практически все работы выполняются в основном модуле. Однако, если нужны расширенные возможности для сбора данных, такие как управление сеансами наблюдения, запись измерений в контроллер и т. п., то используется модуль PPK.

Модуль CDU применяется для расширенной настройки приемников, поиска и устранения неисправностей, а также реализации специальных задач. Он включает низкоуровневые настройки, такие как обновление внутреннего программного обеспечения приемника и файлов опций, терминал для подачи команд, управление питанием, настройка встроенных модемов и т. д.

Функции модуля RTK типичны для программного обеспечения, предназначенного для полевых работ. Все данные, относящиеся к какой-либо работе, сохраняются в отдельном файле: опорные (контрольные) точки, точки для выноса, измеренные точки, атрибутивная информация и т. п. При запуске программа автоматически открывает последнюю работу. Далее в нее импортируются или вводятся точки для выноса и опорные точки. Опорные точки могут браться из каталогов, независимых от файлов работ. Импорт может осуществляться из множества форматов САПР и ГИС или настраиваемого текстового формата пользователя. Координаты точки сохраняются в той системе координат, в которой они были введены, а при показе пересчитываются «на лету» в выбранную систему координат

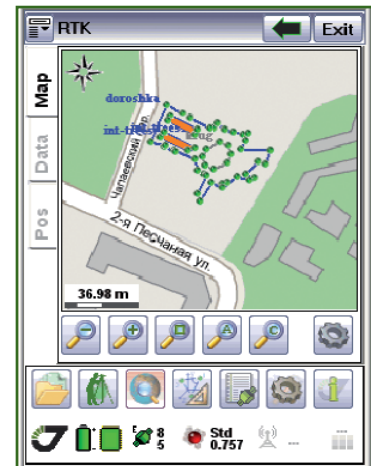


Рис. 3
Модуль RTK программы
TRACY

данного района работ — текущую рабочую систему координат. В этой системе показываются координаты всех измеренных точек. Кроме системы плановых координат, в текущую рабочую систему входят система высот и модель высот геоида для пересчета эллипсоидальных и ортометрических высот. Можно использовать одну из существующих в библиотеке TRACY глобальных моделей высот геоида или одну из национальных моделей высот геоида. Также имеется возможность подготовки пользовательской модели высот геоида, а затем применения ее в TRACY при помощи TRACYTOOLS-GEOIDS.

Внутри файла-работы можно создавать пользовательские библиотеки кодов и атрибутов и затем использовать их при съемке и сборе данных.

Для выноса на местность можно подготовить точки, используя встроенные функции координатной геометрии (CoGo) — рис. 4.

После подготовки исходных данных TRACY позволяет настраивать оборудование при помощи стилей настройки оборудования. Создав стиль один раз, можно сразу настроить с его помощью весь процесс съемки. Стиль включает настройки как базового, так и подвижного

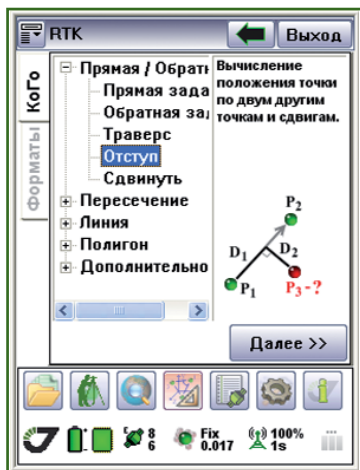


Рис. 4
Использование функций координатной геометрии

приемников. Его создание и редактирование осуществляется с помощью окошек-мастеров, в каждом из которых настраивается один из параметров оборудования. При установке TRACY задается несколько predefined стилей. Далее можно создать сколько угодно стилей съемки и выбирать нужные, в зависимости от условий работы и решаемых задач.

Для работы в режиме реального времени используется встроенный или внешний UHF-модем, передаются поправки звонком GSM-GSM с помощью встроенного GSM-модема или возможностей встроенного GPRS/EDGE-модема для подключения к Ntrip-серверам, либо применяется приемник со статическим IP-адресом как сервер RCV.

При съемке можно использовать промеры. Поддерживается несколько видов промеров — вдоль линии (рис. 5), перпендикуляр, замыкание четырехугольника, промер двумя расстояниями и обычный промер вдоль и поперек заданного отрезка (рис. 6). Можно также выносить на местность набор точек или линию (рис. 7).

Затем результат работы экспортируется в любой выбранный формат или создается отчет обо всей работе.

Неожиданным по масштабу оказался объем пожеланий пользователей о поддержке систем координат и высот. Впрочем, работа в системах координат, необходимых пользователю, — это основное назначение любой геодезической программы. При проектировании в программу TRACY был заложен механизм преобразования плановых координат и высот, который не повторяет решения других фирм-разработчиков. Обычно все системы координат жестко связываются с системой WGS-84, причем каждая из них связывается с WGS-84 только одним набором

параметров. Каждой системе координат или высот присваивается лишь название. При необходимости задаются параметры эллипсоида и проекции. Но параметры связи с WGS-84 задавать не требуется до тех пор, пока в них не возникает необходимость.

В программе TRACY системы координат могут быть связаны между собой параметрами различных типов:

- 7-ми параметрическим пространственным ортогональным преобразованием координат;
- ортогональным преобразованием плоских прямоугольных координат;
- преобразованием высот;
- преобразованием координат и высот, заданных в виде цифровых моделей поправок.

При этом количество наборов параметров связи между двумя любыми системами координат не ограничено. Пользователь может использовать либо одну из более 3000 готовых систем координат с уже введенными параметрами преобразований, либо применить собственную систему координат и определить параметры локализации по идентичным точкам.

Говоря о системах координат, следует упомянуть и о такой проблеме, как обработка ГНСС-



Рис. 5
Пример вдоль линии

параметров. Соответственно, переход из одной системы координат в другую всегда выполняется через WGS-84. В реальной жизни все гораздо сложнее. Например, значения параметров перехода из какой-либо референционной системы координат в WGS-84 в различных районах могут существенно отличаться друг от друга. Или существует необходимость использовать прямой переход из одной системы координат в другую, минуя WGS-84. Поэтому в TRACY при описании систем координат и систем высот параметры перехода в WGS-84 не включены в число необходимых

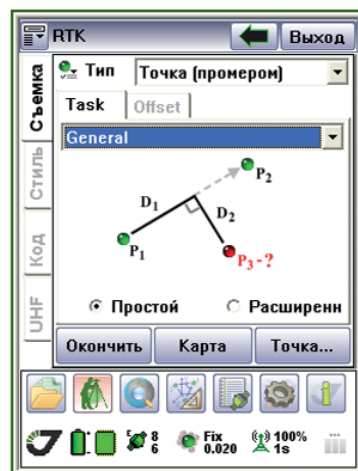


Рис. 6
Пример вдоль заданного отрезка



Рис. 7
Вынос точек на местность

измерений в системах координат, полученных традиционными геодезическими методами. Не секрет, что существующие наземные опорные сети построены достаточно давно и имеют значительные погрешности, поэтому привязка к ним более точных сетей, созданных с использованием оборудования ГНСС, требует чрезвычайных усилий. Например, иногда, для решения данной проблемы необходимо на каждом небольшом участке обширной территории выполнять собственную локализацию. А затем, когда различных наборов параметров локализации наберется не один десяток, пытаться безошибочно найти и использовать нужный набор. Кроме того, если на этой территории необходимо использовать метод VRS, генерирующий для обширного пространства единое поле поправок в координаты, то проблема определения координат в нужной системе еще более усложняется. Чтобы избежать трудностей работы с многочисленными наборами параметров локализации, в математическом аппарате TRACY заложена возможность введения цифровой модели поправок. Это позволяет в любом районе работ прямо в контролере надежно вписывать ГНСС-измерения в наземную сеть.

Создание цифровых моделей поправок — это, как правило, задача государственных геодезических организаций. Но, при отсутствии нужных моделей, можно воспользоваться возможностями, которые предоставляет офисное программное приложение TRACYTOOLS. В него входят следующие программы:

— *Datums*, которая позволяет определять и редактировать пользовательские 7-ми параметрические преобразования между системами координат;

— *Geoids*, которая позволяет загрузить текстовый файл с моделью геоида и сохранить модель в виде бинарного файла для использования в TRACY;

— *Jobs*, предназначенная для создания, просмотра и редактирования результатов полевых работ TRACY на офисном ПК.

Также возможен импорт и экспорт данных, полученных в этих программах, в различные форматы.

Программа TRACY тесно интегрирована с офисным программным обеспечением GIODIS — у них предусмотрена общая библиотека систем координат и преобразований, общие форматы цифровых моделей, а также библиотека антенн. И это не удивительно, ведь результаты съемок обычно просматриваются и дорабатываются в камеральных условиях. В программе GIODIS можно как обработать файлы «сырых» измерений, полученных при помощи TRACY в режиме постобработки, так и загрузить RTK-проекты прямо из файлов полевых измерений.

Следует добавить, что программа TRACY напрямую совместима с САПР и ГИС. Она позволяет распознавать и сохранять файлы в большинстве распространенных форматов данных — SHP (ESRI), DXF/DWG (AutoCAD), DGN (Intergraph), MIF/TAB (MapInfo), TOP (CREDO) и др., а также поддерживает настраиваемый текстовый формат. Кроме

того, возможен экспорт всего проекта в текстовый файл по шаблону пользователя для отчета.

Наряду с англоязычной имеется также русскоязычная версия программы. Программа TRACY создавалась российскими инженерами, так что очевидна ее применимость к российской действительности. Список функций программы соответствует потребностям российских специалистов. Мощные решения по координатной геометрии, включающие задачи, связанные с линейной и угловой засечкой, положением ходов, разбивкой кривых, расчетом и подбором площадей и даже построением горизонталей, должны быть всегда под рукой. Измерения координат точек и траекторий, сбор атрибутивной информации, определение промеров, съемка объектов (полигонов/полилиний), вынос на местность точек и линий и т. д. также полностью реализованы в программе.

Кроме того, в программе TRACY имеются возможности настройки и управления оборудованием JAVAD GNSS.

Следует отметить, что программа TRACY продолжает развиваться. Регулярно выходят ее новые версии, оперативно учитывающие пожелания пользователей и добавляющие новые возможности в управление геодезической съемкой в полевых условиях, зачастую уникальные.

RESUME

There is given a detailed description of the TRACY software program developed for the GNSS equipment control field geodetic works. Its advantages compared to the similar programs of other producers are marked. There is no classic menu in this program and the equipment status data is displayed in the bottom of the status panel. This program consists of the three modules including RTK, PPK and CDU and has more than 3,000 ready for use coordinate systems.

НОВАЯ ВЕРСИЯ



ГЕОСМЕТА 1.2

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ И ПОДГОТОВКА СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В зависимости от нормативной базы, содержащейся в программе, возможны следующие варианты программного продукта:

ГЕОСМЕТА КОМПЛЕКС - расчет стоимости инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-гидрометеорологических изысканий и подготовка сметной документации.

ГЕОСМЕТА ГЕОДЕЗИЯ - расчет стоимости инженерно-геодезических изысканий и подготовка сметной документации.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ВЕРСИИ

- Ускорение процесса создания смет.
- Автоматическое создание договора, календарного плана, акта сдачи-приемки и протокола соглашения о договорной цене.
- Автоматический пересчет всей сметы при изменении какого-либо параметра.
- Быстрый поиск вида работ по нормативной базе.
- Сортировка (фильтрация) документов (договоров и смет) по дате, заказчику, сметчику, договору.
- Параллельная работа с журналом документов и справочниками.
- Редактирование нормативной базы программы и основных коэффициентов (коэффициент либерализации цен, бюджетный коэффициент), и многое другое.



www.credo-dialogue.com
e-mail: market@credo-dialogue.com

КЛАССИЧЕСКИЙ МЕТОД И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ*

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

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

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

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

Для проектирования новых горнолыжных трасс в 2003 г. была поставлена задача: выполнить топографическую съемку участка местности, площадью 9 км², расположенного на склонах горы Зеленой. Перепад высот в районе работ составлял более 700 м. Местность была покрыта сплошным смешанным хвойным таежным лесом с подлеском, в котором преобладали ель, пихта, кедр, береза и осина. По сложности выполнения геодезических работ участок относился к III категории.

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

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

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

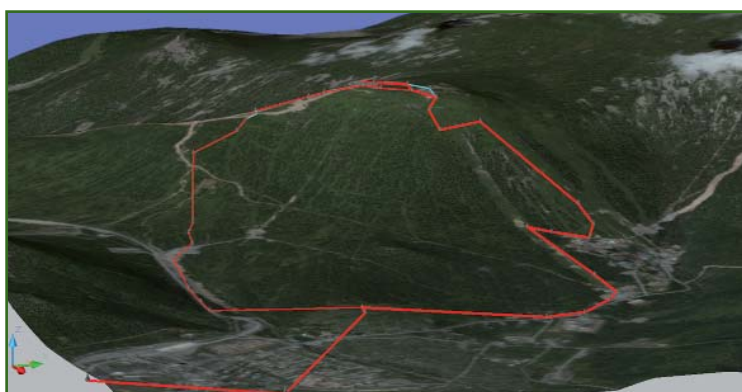


Рис. 1
Схема полигонометрических ходов в трехмерном формате

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



Рис. 2
Установка пункта полигонометрии

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

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

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

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

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

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

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

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

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

▼ **Составление проекта линейно-угловой сети**

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

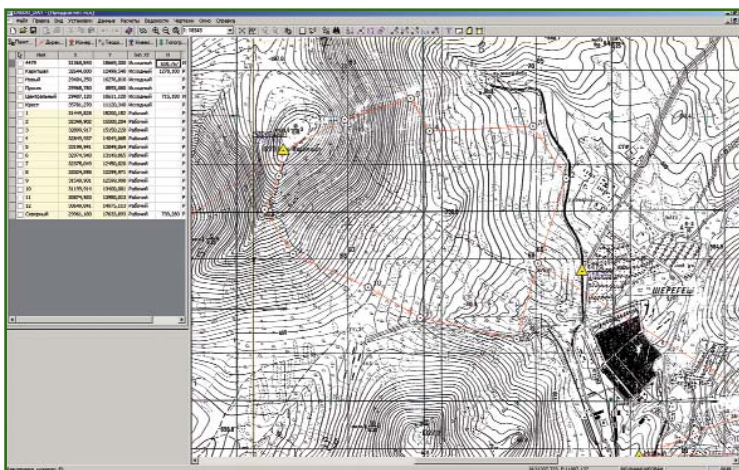


Рис. 3
Проект линейно-угловой сети в программе CREDO_DAT

гонометрии 1 и 2 разрядов показаны на рис. 3.

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

▼ Расчет ожидаемой точности линейных, угловых и высотных измерений

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

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

▼ Редуцирование линий на плоскость и уравнивание сети

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

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

кость, на эллипсоид и на уровень моря средствами программы CREDO_DAT.

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

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

Уравнивание нивелирного хода IV класса выполнялось по методу наименьших квадратов в программе CREDO_DAT 3.12.

▼ Составление топографического плана участка

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

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

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

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

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

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

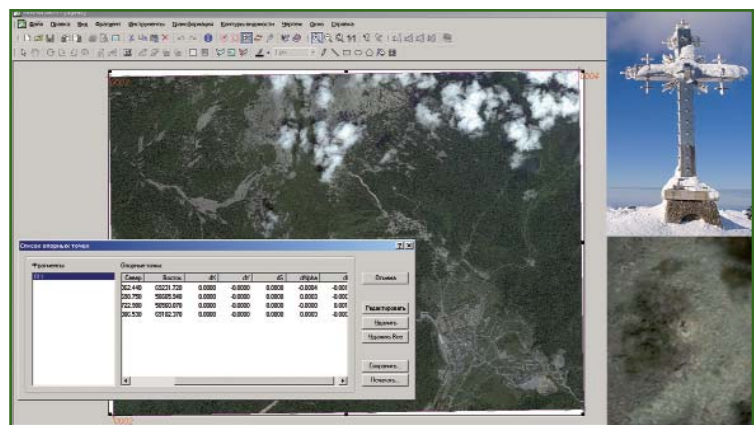


Рис. 4

Привязка космического снимка в программе CREDO ТРАНСФОРМ 3.0

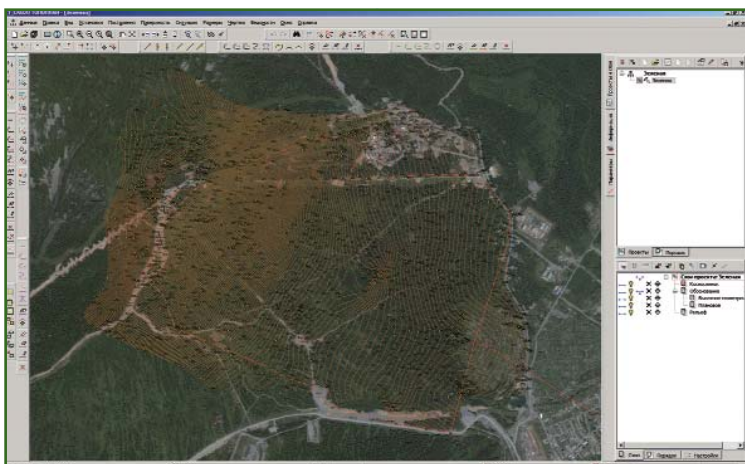


Рис. 5
Сеть планово-высотного обоснования и поверхность рельефа, нанесенные на космический снимок

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

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

В заключение следует отметить, что использование ПК

CREDO при планировании и выполнении геодезических работ предоставляет следующие преимущества:

- проводить предварительное вычисление средней квадратической ошибки в проектируемых ходах;

- проводить априорную оценку точности линейно-угловой сети путем моделирования

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

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

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

RESUME

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

НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Официальный дистрибьютор в Украине



Геодезическое оборудование

- Тахеометры TPS
- Теодолиты
- Нивелиры Runner

Лазерное оборудование

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

GPS - оборудование

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

Услуги

- Сервисное обслуживание
- Обучение
- Техподдержка

Представляет журнал "Геопрофи" в Украине

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

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

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



Наш сайт: www.ngc.com.ua

E-mail: ngc@ngc.com.ua



ТЕХНОЛОГИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ СЪЕМКИ МЕТОДОМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

В.А. Семькин («Навгеоком Инжиниринг»)

В 1986 г. окончил Житомирское высшее военное командное училище радиоэлектроники войск ПВО. После окончания училища служил в рядах ВС РФ. С 2008 г. по настоящее время — ведущий инженер ООО «Навгеоком Инжиниринг».

А.А. Кузнецов («Навгеоком Инжиниринг»)

В 1993 г. окончил факультет техники разведки и разработки Московской государственной геологоразведочной академии им. Серго Орджоникидзе (в настоящее время — Российский государственный геологоразведочный университет) по специальности «открытые горные работы». С 2007 г. по настоящее время — ведущий инженер ООО «Навгеоком Инжиниринг».

В последние годы для выполнения крупномасштабной топографической съемки все чаще используются наземные лазерные сканирующие системы. Тенденция ухода от традиционных технологий обусловлена постоянным повышением требований заказчиков к сокращению сроков выполнения работ, снижению стоимости типовых работ при одновременном повышении качества и достоверности конечных результатов. Современные технологии наземного лазерного сканирования вполне удовлетворяют вышеперечисленным требованиям. В качестве примера рассмотрим проект по топографической съемке района строительства и исполнительной съемке основных сооружений Рогунской ГЭС (Республика Таджикистан), выполненный компанией «Навгеоком Инжиниринг» в 2009 г.

Рогунская ГЭС расположена на 70 км выше существующей Нурекской ГЭС по течению реки Вахш и в 110 км восточнее Душанбе — столицы Республики Таджикистан. Высота плотины над уровнем моря составляет

1100 м. Предполагается, что ГЭС станет крупнейшей в Средней Азии, а ее плотина — самой высокой в мире, достигнув отметки в 335 м.

Строительство гидроузла было начато в 1978 г. и при низких темпах продолжалось до 1992 г. Во время паводка в 1993 г. из-за чрезмерно длительной эксплуатации временных сооружений значительная часть построек была разрушена, тоннели и подземные залы — затоплены. В связи с этим строительство гидроузла приостановили. Строительные работы возобновились лишь в 2007 г.

Для проектирования Рогунской ГЭС, которое в настоящее время ведет ОАО «Институт Гидропроект», необходимо было выполнить инженерно-геодезические изыскания объекта. Они включали съемку местности для создания топографического плана участков строительства в масштабе 1:500 и получение цифровых моделей основных подземных сооружений Рогунской ГЭС, достоверно отражающих текущую ситуацию.

Топографическая съемка охватывала:

— участки местности вдоль русла реки Вахш, протяженностью 3 км по ущелью со скалами и непроходимыми склонами (крутизна порядка 50°, высота от 400 до 500 м), общая площадь участков съемки составила 82 гектара (в плане);

— склоны и скалы по руслу реки Обишур, общей площадью 50 гектар (в плане);

— искусственные сооружения Рогунской ГЭС: мосты, входные и выходные порталы, дороги, площадки, террасы для врезки тела плотины, входы основных и временных (строительных) тоннелей;

— подземный машинный зал (длина 220 м, ширина 22 м, максимальная высота 78 м);

— подземный трансформаторный зал (длина 200 м, ширина 20 м, максимальная высота 40 м);

— подземную затворную камеру (размером 90x17x21 м) с двумя участками временных тоннелей ГЭС (первый размером 200x19x9 м, а второй — 113x19x10 м).

По оценкам специалистов, работы такого объема в горных условиях с резко континенталь-

ным климатом традиционными геодезическими методами могли занять от 6 до 8 месяцев. При этом следует отметить, что выполнение измерений с помощью электронного тахеометра в безотражательном режиме значительно снижает достоверность съемки, так как объекты находятся от исполнителя за сотни метров. А привлечение для работы альпинистов может привести к удорожанию сметы в несколько раз. Применение метода фототеодолитной съемки также достаточно трудоемко и проблематично. Многочисленные фототеодолитные станции придется размещать на бортах ущелья, а у геодезистов пока еще нет вертолетов в повседневном пользовании.

Специалисты ООО «Навгеоком Инжиниринг» предложили использовать для этих целей метод наземного лазерного сканирования, что позволило выполнить весь объем полевых работ по съемке за 49 дней, в три этапа, бригадами по три человека, в период с июня по ноябрь 2009 г. Такой темп стал возможен благодаря многолетнему опыту и слаженности работы исполнителей при проведении топографических работ с использованием технологии наземного лазерного сканирования.

Перед описанием технологии съемки хотелось бы остановиться на условиях проведения работ. Они были близкими к экстремальным, поскольку работы велись в условиях строительства, в горной местности и в сложных погодно-климатических условиях. Днем температура воздуха значительно повышалась, а ночью бывали и заморозки. Часто обрушивались ливневые дожди со сходом селевых потоков (рис. 1). Падающие со склонов камни и без того представляли собой постоянную угрозу. Съемка дневной поверхности также осложня-



Рис. 1
Сход селевого потока

лась непроходимостью отдельных горных участков. При наличии временных дорог вдоль русла реки не всегда удавалось найти оптимальное месторасположение станций (рис. 2). Для сканирования некоторых участков приходилось временно становиться «альпинистами». Затрудняли съемку соседствующие горные породы с разной отражающей способностью. Специфические сложности возникли и при съемке подземных сооружений. Работу сильно осложняли перебои с освещением, большая запыленность от постоянных буровзрывных работ, шум работающей строительной техники и, в особенности, ее выхлопные газы. Это резко снижало рабочую дальность и плотность измерений. Перечисленные факторы требовали от исполнителей проекта постоянного принятия оперативных решений для безопасного проведения работ и сохранения работоспособности дорогостоящего оборудования.

Первые два этапа работ включали съемку участков местности вдоль реки Вахш (82 га) и подземных сооружений. Все измерения были выполнены с помощью импульсного лазерного сканера Trimble

GX (дальность измерений до 350 м, точность измерений 5–10 мм, скорость до 5000 точек/с). Съемка проводилась способом «известной станции» (установка сканера на точку с известными координатами). Для этого, с пунктов строительной геодезической сети с помощью электронного тахеометра Nikon NPL 362 (рис. 3) определялись координаты точки установки лазерного сканера и одной или двух марок. Координаты этих же марок определялись лазерным сканером, что позволяло «сшивать» все сканы в единое «облако точек». Месторасположение станций для установки лазерного сканера выбиралось таким образом, чтобы обеспечить равномерную съемку всех объектов (рис. 4). При съемке местности плотность сканирования составляла 25 точек/м² (на расстоянии



Рис. 2
Переправа через реку Обишур



Рис. 3
Измерения электронным тахеометром Nikon NPL 362



Рис. 4
Съемка сканером участка местности

100 м), а при съемке сооружений (рис. 5) плотность была увеличена до 40 тыс. точек/м² (на расстоянии 30 м). Одновременно с процессом сканирования операторы вели журнал с абрисами объектов съемки для последующей обработки измерений и создания топографических планов и обмерных чертежей. Электропитание сканера и ноутбука в полевых условиях обеспечивалось переносным бензогенератором.

Третий этап включал съемку вдоль русла селеопасной реки Обишур. Это левый приток Вахша, впадающий в него ниже выхода отводных тоннелей. Для обеспечения безопасности работ был использован им-

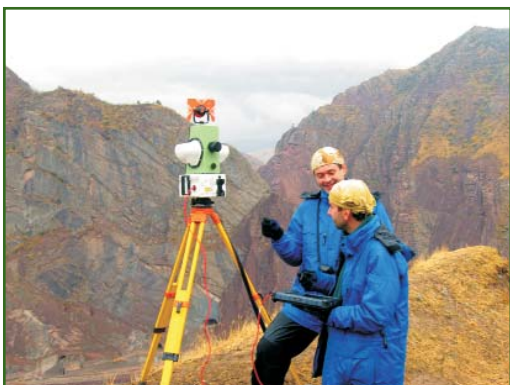


Рис. 6
Измерения с помощью импульсного лазерного сканера Leica HDS 4400

пульсный лазерный сканер Leica HDS 4400 с дальностью измерений до 700 м (рис. 6). Съемка также выполнялась методом «известной станции», но для ориентирования сканов использовалась предыдущая точка установки лазерного сканера. Следует отметить, эта сканирующая система отлично проявила себя в сложных горных условиях, ее рабочая дальность фактически составила 650 м.

В результате проведения полевых работ для каждого объекта был получен набор отдельных сканов. Привязка участков съемки не видимых с пунктов строительной сети осу-



Рис. 5
Съемка сканером подземного сооружения

ществлялась следующим образом. На таких участках электронным тахеометром от пунктов строительной сетки определялись координаты начальной и конечной станций и их марок. Между этими станциями лазерным сканером прокладывался самостоятельный ход, с точек которого выполнялась съемка. То есть с каждой предыдущей станции привязывалось местоположение следующей станции и одной (двух) марок ориентации. «Сшивка» ска-

нов в «облако точек» проводилась автоматически с помощью программного обеспечения Trimble RealWorks Survey. Точность «сшивки» контролировалась по отчетам, выдаваемым программой после обработки данных. Если по тем или иным причинам привязку по маркам сделать было невозможно или затруднительно, то такие сканы объединялись с единым «облаком точек» методом «сшивки по контурам» (стандартный метод, реализуемый большинством программ для обработки данных наземного лазерного сканирования).

Таким образом, координаты «облака точек» для каждого участка местности или сооружения получались в местной системе координат ГЭС. Эти первичные цифровые данные принято называть точечной трехмерной моделью. Трехмерная модель одного объекта может состоять из миллионов единичных измерений его поверхности. Никакая другая традиционная технология не в состоянии обеспечить подобное количество измерений за столь короткое время.

По окончании съемки каждого участка местности и сооружения в камеральный отдел оперативно передавались: точечная трехмерная модель, фотографии местности (сооружения), полученные обычной цифровой фотокамерой, и абрисный журнал с нанесенной ситуацией.

Для создания топографического плана масштаба 1:500 «облака точек» обрабатывались в программе Trimble RealWorks Survey (рис. 7). Далее в программе Autodesk Civil 3D по цифровой модели строился рельеф, а в программе AutoCAD проводилось окончательное вычерчивание топографических планов. Сооружения и другие детали местности легко идентифицировались в «обла-

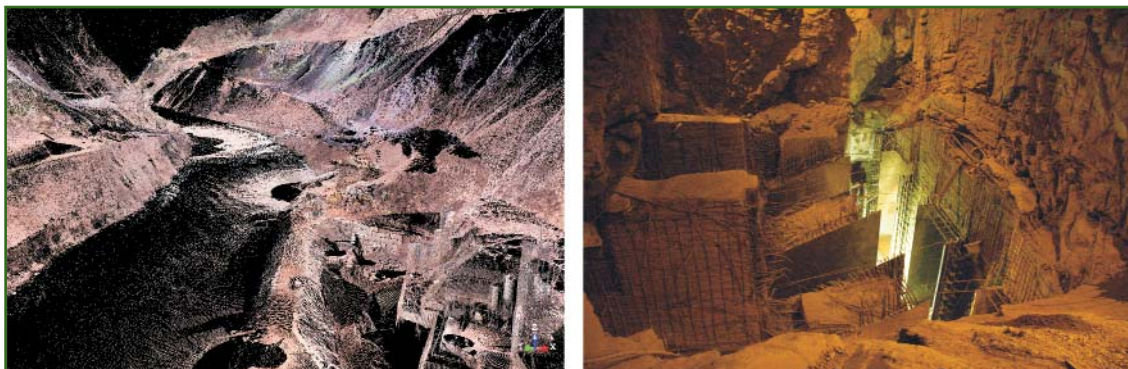


Рис. 7
«Облака точек» после обработки в ПО Trimble Real Works Survey

ке точек» по отчетливо различимым габаритам и характерным точкам. В результате был получен подробный и достоверный топографический план горной местности района строительства Рогунской ГЭС в масштабе 1:500 (рис. 8). Сечения и разрезы подземных сооружений строились в масштабе 1:20 по точечным трехмерным моделям в программах Real Works Survey и AutoCAD. Совокупность построенных горизонтальных и вертикальных сечений, находящихся в исходной системе координат, составила векторную трехмерную модель объекта в среде AutoCAD. Цифровые топографические планы и трехмерные модели сооружений были сданы заказчику в электронном виде, в формате AutoCAD.

В заключение, отметим очевидные практические преимущества использования технологии наземного лазерного сканирования перед традиционными методами наземной топографической съемки:

- высокая скорость измерений (в десятки и сотни раз превышающая традиционные геодезические наземные методы съемки) достигается без потерь точности;

- существенно сокращается время и затраты (особенно на этапе полевых работ);

- избыточность измерений позволяет получить дополни-

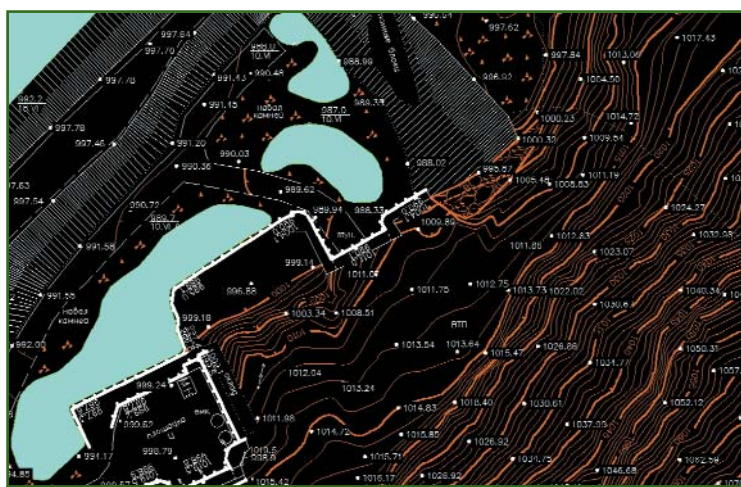


Рис. 8
Фрагмент цифрового топографического плана в масштабе 1:500

тельную информацию об объекте;

- измерения проводятся без остановки производственного процесса предприятия, при повышении безопасности выполнения работ в целом;

- полученная цифровая трехмерная модель объекта позволяет в камеральных условиях на компьютере выполнить любые измерения геометрических параметров объекта;

- результаты измерений, представленные в виде точечной и/или векторной трехмерной модели, могут быть экспортированы практически в любую САПР;

- информация об объекте сохраняется в цифровом виде, актуальном на конкретную дату съемки, и в дальнейшем может быть использована как для ор-

ганизации мониторинга за состоянием объекта в целом или его отдельных элементов, так и в период эксплуатации объекта, для управления производственными процессами.

RESUME

A project to fulfill large-scale topographic survey of the Rogunskaya hydroelectric power station construction area (the Republic of Tadjikistan) is considered in detail. This project was fulfilled by the Navegeocom Engineering company in 2009 using the ground laser scanning technique. Application advantages of using ground laser scanning technology for digital mapping on a scale of 1:500 for both field and office processing are marked against traditional geodetic techniques of ground surveying.

AUTOCAD® CIVIL 3D® УСКОРЯЕТ ПРОЦЕСС И ПОВЫШАЕТ КАЧЕСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

AutoCAD® Civil 3D®, основанный на технологии Информационного моделирования (BIM), содержит средства проектирования и расчетов по СНиП и ГОСТ, позволяющие проектным группам не чертить, а проектировать объекты инфраструктуры. Сертификат ГОССТАНДАРТ РОССИИ.

AutoCAD® Civil 3D® 2011

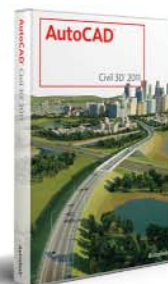


Autodesk®

CSSoft
группа компаний

Москва, 121351,
Молодоговардейская ул., д. 46, корп. 2
Тел.: (495) 913-2222, факс: (495) 913-2221
Internet: www.csoft.ru E-mail: sales@csoft.ru

Группа компаний CSOft (СиСофт) – крупнейший российский поставщик решений и системный интегратор в области систем автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства, документооборота и геоинформационных систем. Подробности – на сайте www.csoft.ru

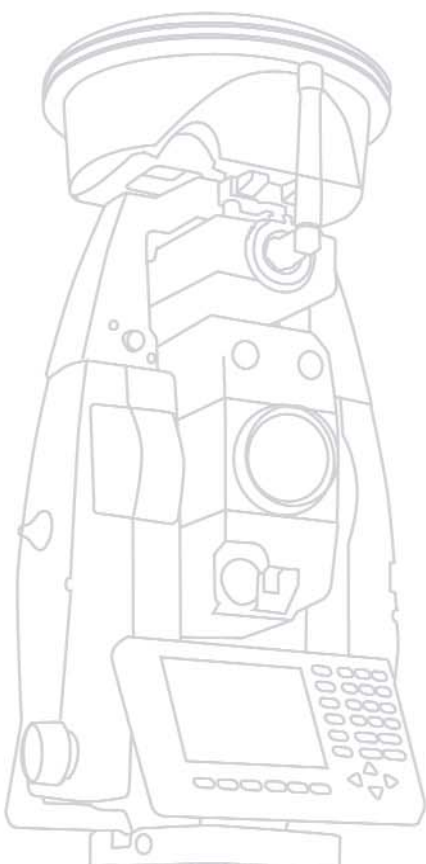


Autodesk®
Gold Partner
Architecture, Engineering & Construction



Автоматизированные системы деформационного мониторинга (АСДМ)

- Наблюдение за деформациями в автоматическом режиме и постоянное сравнение с допустимыми (проектными) величинами в режиме реального времени.
- Мониторинг объектов 24 часа в сутки, 7 дней в неделю и 365 дней в году с заданной дискретностью.
- Обеспечение высокой точности и однородности измерений.
- Управление АСДМ с удаленного места и отправка данных в любое место через Интернет или другие каналы связи, как WiFi, GSM, LAN.
- Сигнал тревоги и автоматическое оповещение ответственных людей через каналы связи для оперативного принятия решений при выявлении критических величин или опасных тенденций (скорости увеличения) деформационных процессов.
- Интеграция любых геотектонических и других датчиков.



ООО «Фирма «Г.Ф.К.»
111524, г. Москва,
ул. Перовская, д. 1



Тел. / Факс:
(495) 232-60-68
(495) 672-66-66



E-mail:
info-gfk@leica-gfk.ru



Internet:
www.gfk-leica.ru

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНКЛИНОМЕТРОВ

А.И. Яценко («Фирма Г.Ф.К.»)

В 1985 г. окончил Московский авиационный институт (МАИ) по специальности «конструирование вычислительных бортовых систем». После окончания института служил в ВС СССР. С 1987 г. работал на авиапредприятии, с 1996 г. — в компании «Трансаэро», с 2001 г. — в области строительного бизнеса. В 2002 г. окончил факультет экономики и маркетинга МАИ (государственный технический университет) по специальности «организация и управление производством». С 2007 г. — ведущий специалист по системам мониторинга в региональном офисе Leica Geosystems. С 2009 г. по настоящее время — ведущий эксперт по системам мониторинга ООО «Фирма Г.Ф.К.».

Нередко возникает острая потребность определить стабильность положения какого-либо объекта или локального сооружения, и, что особенно важно, количественно оценить величину, скорость и направления наклона, с минимальными затратами на закупку оборудования и проведение работ. При

этом данные желательно получить в цифровом виде дистанционно (например, через Интернет) с фиксацией времени измерений. Для этого целесообразно использовать инклинометры, позволяющие измерять величины угловых перемещений и определять их направления по двум взаимно перпендикулярным осям (см. Геопрофи. — 2010. — № 4. — С. 17–19). В этом случае достаточно в характерной точке объекта установить инклинометр, подсоединить регистрирующую аппаратуру, и задача решена. Информация о наклоне объекта по двум направлениям и температуре окружающей среды будет представлена в виде текстового файла, передаваемого на порт компьютера с заданным интервалом времени. Один из основных вариантов такого решения с использованием инклинометра Leica NIVEL 210 (Leica Geosystems, Швейцария) изображен на рис. 1.

Использование инклинометров Leica NIVEL 220, подключаемых в цепочку, позволяет устанавливать и соединять в измерительную сеть до 32 устройств по четырем проводам шины промышленной магистрали протокола RS485 (рис. 2). Информация о наклоне, как и в предыдущем случае, будет передаваться на компьютер, но с прис-

воением уникального имени каждому инклинометру.

Инклинометры Leica серии NIVEL 200 используются для мониторинга состояния различных инженерных сооружений как самостоятельно, так и совместно с другим геодезическим оборудованием. Рассмотрим возможности применения этих высокоточных датчиков для непрерывных или периодических наблюдений за пространственным положением мостовых конструкций, высотных зданий, плотин гидротехнических сооружений и пилонов базовых станций ГНСС.

▼ Мостовые конструкции

Прецизионные измерения с помощью цифровых инклинометров, выполняемые с высокой достоверностью, дали значительный толчок применению инклинометров Leica серии NIVEL 200 для контроля положения опор и пролетных сооружений мостовых конструкций.

Установленные на элементы конструкции моста инклинометры объединяются в измерительную сеть системы непрерывного деформационного мониторинга, которая позволяет проводить сбор, обработку и хранение данных, а также предоставлять полученную информацию для дальнейшего анализа. Инклинометры объединяются в группы как аппаратно, так и

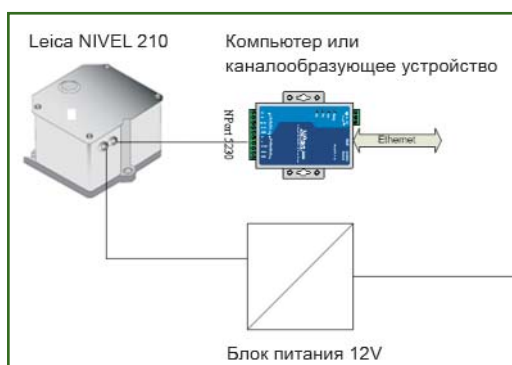


Рис. 1

Вариант подключения инклинометра для автоматической регистрации состояния исследуемого объекта



Рис. 2

Схема измерительной сети для подключения n-го количества инклинометров

программно. Каждая из групп инклинометров выполняет конкретные задачи. Например, одна группа измеряет величину деформации пролетов по углу наклона секции пролетного строения, а другая — смещение (наклон) опор (рис. 3).

Измерения, выполненные инклинометрами, дополняются данными, полученными геодезическими методами с помощью электронных тахеометров и (или) систем спутникового позиционирования.

Непрерывный деформационный мониторинг мостовой конструкции позволяет осуществить диагностику состояния как в статическом, так и в динамическом режиме (время прохождения транспорта и воздействия внешних факторов). Фиксация максимальных отклонений от проектных величин, а также учет веса проходящего транспорта и внешних погодных воздействий (скорость и направление ветра) предоставляют возможность расчета ре-

альных модулей упругости как конструкции в целом, так и ее отдельных элементов. По полученным данным происходит уточнение динамических характеристик элементов конструкции мостового сооружения.

▼ Высотные здания

Особое значение имеет задача мониторинга наклона высотных зданий и сооружений. Несколько инклинометров, объединенных в измерительную сеть, дополненную другим оборудованием, устанавливаются на плиту фундамента и элементы конструкции в районе ядра жесткости (рис. 4). Инклинометры, установленные на фундамент, регистрируют любые, самые незначительные деформации фундаментной плиты, а инклинометры ядра жесткости — наклоны основной оси здания как во время строительства, так и в период эксплуатации. Программное обеспечение для мониторинга, осуществляющее



Рис. 3
Пример установки инклинометра для измерения смещения (наклона) опоры моста

опрос инклинометров, геодезического и геотехнического оборудования, обеспечивает непрерывность наблюдений, а также сбор, анализ и сравнение значений измеренных величин с расчетными (проектными). Различия в величинах наклона элементов конструкции свидетельствуют о развитии локальных процессов деформации высотного здания.

Метод пространственного контроля возведения высотного здания Бурдж Халифа высотой 828 м* с использованием инклинометров Leica серии NIVEL 200, спутниковых геодезических ГЛОНАСС/GPS приемников Leica GX1230 с антеннами AX1202 и электронных тахеометров компании Leica Geosystems подробно описан в одной из статей журнала «Геопрофи» (см. № 6-2009, с. 8–13).

▼ Плотины гидротехнических сооружений

Контроль состояния гидротехнических сооружений в процессе их эксплуатации уделяется значительное внимание, так как от этого во многом зависит не только работоспособность агрегатов станции, но и

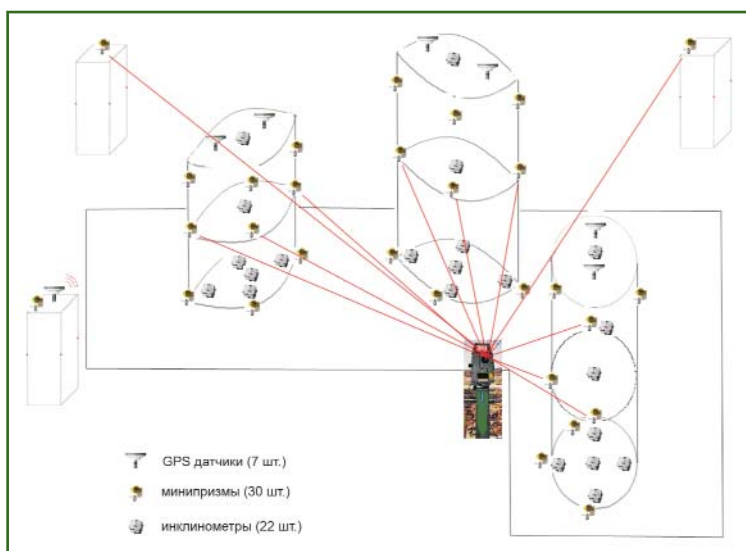


Рис. 4
Схема размещения инклинометров и геодезических датчиков для мониторинга высотных зданий

* 4 января 2010 г., на официальном открытии грандиозного здания Бурдж Халифа, сообщили, что окончательная высота здания равна 828 м, а не 818 м, как считалось раньше. Правитель эмирата Дубай, нынешний вице-президент и премьер-министр ОАЭ шейх Мухаммед бен Рашед Аль Мактум, открывая 828-метровый небоскреб, известный во всем мире под названием Бурдж Дубай (Burj Dubai), переименовал его в Бурдж Халифа, посвятив здание президенту ОАЭ шейху Халифе ибн Заиду ан-Нахайяну. (По информации сайта <http://ru.wikipedia.org>).

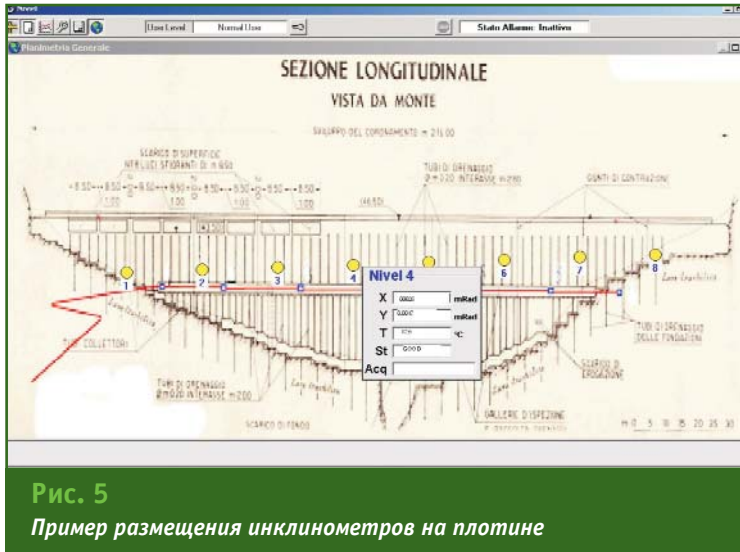


Рис. 5
Пример размещения инклинометров на плотине

безопасность людей, а также других объектов, расположенных вблизи плотины. Долгое время основными средствами контроля угловых отклонений тела плотин от проектных величин являлись прямой и обратный вертикальные отвесы, а также гидростатические нивелиры. Применение метода гидростатического нивелирования замедляло процесс создания автоматизированных измерительных систем за счет боль-

шой подготовительной работы по установке гидростатических нивелиров и значительной доли ручного труда при измерениях.

На ряде плотин за рубежом в качестве основного средства контроля состояния плотин используются измерительные системы, состоящие из инклинометров Leica серии NIVEL 220 в совокупности с другими геотехническими и геодезическими датчиками.

Измерительная сеть из инклинометров, установленных в местах размещения гидростатических нивелиров, обеспечивает автоматизированный сбор данных, дублируя измерения с помощью гидростатических нивелиров (рис. 5). Непрерывно поступающие данные от инклинометров периодически, по программе наблюдений, дополняются электронно-оптическими и спутниковыми измерениями, с целью уточнения планово-высотного положения плотины.

▼ **Пилоны базовых станций ГНСС**

Как частный случай, следует рассмотреть использование инклинометров для контроля стабильности положения пилонов базовых станций, на которых крепятся антенны приемников ГНСС. В составе приемника базовой станции Leica GRX

1200 + GNSS существует функция подключения инклинометра Leica NIVEL 210 для слежения за наклоном пилона спутниковой антенны ГНСС. Информация о состоянии наклона пилона передается в RINEX-сообщении базовой станции. Оператор сети базовых станций при анализе нестабильности сети, в случае необходимости, уточняет плановое положение пилонов.

Пример реализации контроля наклона пилона базовой станции ГНСС представлен на рис. 6. Штатное использование оборудования и программного обеспечения одного производителя гарантирует надежную работу всей сети базовых станций.

В заключение необходимо отметить, что кроме главных преимуществ инклинометров, таких как точность, надежность и стабильность измерений, существует еще одно неоспоримое достоинство — возможность подключения инклинометров Leica серии NIVEL 200 к комплексным программам мониторинга компании Leica Geosystems, таким как Leica GeoMoS и GNSS QC. Простота и открытость внутреннего программного обеспечения и команд управления инклинометров позволяют создавать программные модули и интегрировать их в собственное программное обеспечение измерительного комплекса.



Рис. 6
Пример контроля наклона пилона базовой станции ГНСС

RESUME

By the example of the Leica NIVEL 200 inclination sensors some capabilities of these sensors are considered for monitoring spatial altitude of bridge constructions, high-rise buildings, dams of hydrotechnical constructions and pylons of the GNSS base stations. High precision, reliability and measurement stability are marked for these inclination sensor type.

Leica Viva Uno

Удобные и производительные
одночастотные GNSS-приёмники



С Leica Viva Uno

ВЫ МОЖЕТЕ:

- производить съёмку в режиме реального времени с субметровой точностью
- работать как с внешней антенной, так и без неё
- импортировать и экспортировать данные прямо с USB-накопителей
- дополнять результаты съёмки фотографиями
- работать со всем оборудованием серии Leica Viva



Надёжные данные и измерения

- 14-ти канальный GPS/ГЛОНАСС приёмник с возможностью получения поправок SBAS
- Точность при постобработке 10 мм + 2 ppm
- Точность при DGPS > 0,4 м
- Запись сырых данных в форматы Leica MDB и RINEX



Простое и производительное полевое программное обеспечение

- Съёмка, кодирование и работа с линейными объектами
- Расширенные настройки систем координат
- Широкий ассортимент приложений для съёмочных и разбивочных задач
- Работа с файлами формата DXF и ASCII
- Удобный инструмент для контроля выполненных измерений



НАВГЕОКОМ

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

УЧИТЬСЯ ИЛИ НЕ УЧИТЬСЯ — ВОТ В ЧЕМ ВОПРОС

Е.В. Журавлева («НАВГЕОКОМ»)

В 2007 г. окончила геодезический факультет МИИГАиК. С 2005 по 2008 гг. работала ассистентом кафедры высшей геодезии МИИГАиК, с 2007 по 2009 гг. — инженером технической поддержки компании «НАВГЕОКОМ». С 2010 г. — преподаватель Учебного центра НАВГЕОКОМ.

Л.В. Воробьева («НАВГЕОКОМ»)

В 1988 г. окончила Орловский государственный педагогический институт (в настоящее время — Орловский государственный университет). С 1995 по 2005 гг. работала проректором по учебной работе МИПК «Атомэнерго». С 2006 г. работает в компании «НАВГЕОКОМ», в настоящее время — директор Учебного центра НАВГЕОКОМ.

Современный мир стремительно меняется. Меняются законодательные акты и нормы, уходят в небытие былые «гиганты» бизнеса, и возникают новые. То, что вчера являлось передовой технологией, сегодня становится общим стандартом. Приобретенные знания тоже быстро устаревают. Неизменную ценность представляет лишь профессиональный опыт. В США, например, существует понятие «период полураспада компетентности». Это — промежуток времени, за который половина полученных специалистом знаний перестает быть актуальной. Недостаток у специалиста знаний и навыков, необходимых для

успешного выполнения порученных ему задач, приводит к снижению качества и эффективности работы. Поэтому в зарубежных и российских компаниях все большее распространение получает идея создания системы непрерывного образования сотрудников (концепция «обучающейся организации»).

В настоящее время в геодезическом производстве существует достаточно серьезное расслоение кадров. С одной стороны, работают квалифицированные и опытные сотрудники, которые получили фундаментальное образование еще в СССР (они добросовестно полагаются на собственный опыт и проверенные методики). С другой

стороны, плечом к плечу с ними работают молодые специалисты, быстро осваивающие новые технологии. Такой возрастной разрыв не может идти на пользу организации. По статистике, средний возраст высококвалифицированного сотрудника в России составляет 53–57 лет, а 60% безработных нуждаются либо в повышении квалификации, либо в получении новой профессии.

Поэтому, несмотря на достаточно сложное финансовое положение, большинство российских компаний начинают рассматривать расходы, связанные с повышением квалификации персонала, как приоритетные и необходимые. Многие организации уже проводят обучение сотрудников и руководителей разных уровней, понимая, что только высококвалифицированный и высокомотивированный специалист является основой развития предприятия и победы над конкурентами.

Как показывает опыт наиболее успешных российских и зарубежных компаний, инвестиции в персонал, создание условий для профессионального роста сотрудников дают в 2–3 раза более высокую отдачу, чем



Вводная лекция перед началом курса



Теоретические занятия в Учебном центре НАВГЕОКОМ

средства, направленные на решение производственных задач.

Не стоит сбрасывать со счетов и личностный фактор. По статистике ИНИОН, технологии развиваются настолько быстро, что количество научно-технической информации в мире каждые пять лет удваивается. Невозможно за время трудовой жизни пользоваться только знаниями, приобретенными в школе или вузе. Человек, который в процессе трудовой деятельности обучается и повышает свою квалификацию, проще воспринимает новые технологии и изменения в нормативной и законодательной базе, сохраняет способность мыслить творчески.

После принятия стратегического решения о необходимости повышения квалификации, следует определиться, какое учебное заведение выбрать. Очевидным будет обращение к факультету повышения квалификации профильного вуза. Достоинства вуза бесспорны: квалифицированные преподаватели с многолетним опытом работы, годами отлаженные программы. Однако чаще всего преподаватели вузов имеют хорошую теоретическую подготовку, но испытывают недостаток практических знаний современного оборудования. Также

вузы собирают большие группы и ориентируют свои программы на широкий круг слушателей, что делает индивидуальный подход к обучению невозможным.

Специалист, приняв решение о прохождении курсов повышения квалификации, надеется получить:

- индивидуальный подход в обучении, согласно задачам, которые он решает во время производственной деятельности;
- качественные знания и возможность эффективного диалога с преподавателем;
- сочетание теоретических занятий с возможностью на

практике опробовать новые технологии и оборудование, чтобы в дальнейшем применять их в работе.

Акцент именно на вышеперечисленных потребностях специалистов сделала компания «НАВГЕОКОМ», создавая собственный учебный центр. Учебный центр НАВГЕОКОМ ведет лицензированную образовательную деятельность на основании программ повышения квалификации, аккредитованных Департаментом образования г. Москвы.

Система повышения квалификации построена таким образом, чтобы в процессе обучения решить две основные задачи: информационную (удовлетворение потребностей специалистов в получении знаний о новых технологиях и оборудовании) и практическую (передача умений и навыков работы с новым оборудованием).

Для достижения поставленных задач специалисты Учебного центра НАВГЕОКОМ уделяют особое внимание следующим важным принципам:

1. Ориентированность на слушателя. Обучение проходит в небольших группах (до 10 человек), поэтому существует



Практические занятия со спутниковым оборудованием компании Leica Geosystems



Практические занятия по выносу проекта в натуре в режиме RTK

возможность более подробно разобрать, обсудить тот или иной вопрос, работать в более однородной по уровню знаний группе.

2. Гибкость. Каждую учебную программу можно за достаточно короткое время адаптировать под конкретные задачи, которые решает специалист в своей производственной деятельности. Заранее согласованная, методически продуманная программа сочетает в себе лекции и практические занятия.

3. Наличие современного геодезического оборудования. Учебный центр расположен на базе компании «НАВГЕОКОМ» и является одним из ее структурных подразделений. Поэтому при проведении практических работ можно воспользоваться любыми приборами, имеющимися в компании. Если возникнут сложности, на помощь придут инженеры технической поддержки или другие специалисты компании.

4. Вариативность обучения. Помимо программ повышения квалификации, учебный центр предлагает курсы по работе с программным обеспечением и оборудованием, а также организует выездные семинары на базе компании Leica Geosystems в Швейцарии.

Занятия проводят специалисты компании «НАВГЕОКОМ», преподаватели учебного центра, преподаватели профильных вузов и консультанты из других организаций. Ни один вопрос мы стараемся не оставить без ответа.

Описанная модель создавалась довольно долго, в результате детального исследования пожеланий и насущных потребностей потенциальных слушателей.

Вопрос адаптации курса под интересы конкретной группы наиболее важен. Поэтому перед началом занятий методист учебного центра обязательно уточняет у слушателей следующую информацию: Какое оборудование используется в организации? Какие задачи решаются при помощи этого оборудования? Какие темы необходимо подробно рассмотреть в процессе обучения?

Эти вопросы помогают не только организаторам учебного процесса скорректировать программу, но и будущим слушателям во время обучения получить знания, необходимые для дальнейшей работы.

Например, в программе «Технологии создания съемочного обоснования» для специалистов строительных организаций в лекционных занятиях особое внимание уделяется вопросам выноса проекта в натуре, контролю измерений и т. п. На практических занятиях слушатели получают навыки работы со специализированным геодезическим оборудованием компании Leica Geosystems, предназначенным для обеспечения

строительства: тахеометром Builder, цифровыми нивелирами Sprinter и оптическими нивелирами серий Runner и NA.

А для тех, кто желает получить современные знания по построению высокоточной геодезической сети для обеспечения мониторинга протяженных объектов, данную программу корректируют, и на практике можно будет освоить работу с тахеометрами FlexLine и TS30.

Поскольку компания «НАВГЕОКОМ» является генеральным дистрибьютором оборудования компании Leica Geosystems, слушателям курсов на занятиях доступно любое геодезическое оборудование этого производителя: от трассоискателей (DIGISYSTEM) и нивелиров (DNA03) до высокоточных тахеометров (Leica TS30), предназначенных для решения прецизионных задач.

Также учебный центр предлагает программы обучения по работе со всеми технологическими решениями компании «НАВГЕОКОМ»: от спутникового позиционирования до лазерного сканирования. Подробнее об образовательных программах можно узнать на Интернет-сайте компании «НАВГЕОКОМ» в разделе «Учебный центр» (www.navgeocom.ru/study).

В современном мире профессиональные знания являются основным ресурсом для достижения не только поставленных личных целей, но и конкурентоспособности предприятия. Давайте не будем забывать о приоритетных вложениях.

RESUME

It is discussed the value of post grad education for surveying professionals. Also the problem of choice between official government educational centers and private commercial centers is stated. The analysis of advantages and disadvantages of commercial programs is based on NAVGEOCOM Educational Center experience.



ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГЛОНАСС/GPS



АППАРАТУРА «ГЕОДЕЗИЯ»

Портативная одночастотная аппаратура «Геодезия» обеспечивает высокоточные геодезические съёмки и сочетает в себе:

- передовую технологию, компактность и высокое качество;
- мощные возможности обработки данных, открытую архитектуру и надёжность программ обработки результатов.



БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ «СБС-161»

Портативная многофункциональная одночастотная базовая станция СБС-161 предназначена для обеспечения высокоточных геодезических съёмок.

В состав аппаратуры входит:

- 16-канальный модуль НТ-101
- кабель антенный, кабели питания и связи с ПК
- пакет программ управления, регистрации и преобразования данных измерений.



АППАРАТУРА «ИЗЫСКАНИЕ»

Двухчастотная аппаратура «Изыскание» предназначена для максимального повышения эффективности статических и динамических съёмок. «Изыскание» обеспечивает определение координат точек земной поверхности в режиме реального времени с использованием корректирующей информации, переданной по радиоканалу стандарта GSM или УКВ-каналу от ГККС.



АППАРАТУРА «ГККС»

Аппаратура геодезической контрольно-корректирующей станции обеспечивает:

- выработку и передачу корректирующей информации для проведения съёмок в режиме RTK;
- выработку и передачу дифференциальных поправок для реализации стандартного дифференциала;
- регистрацию данных ГНСС для последующей постобработки.



НОЯБРЬ

▼ Москва, 25*

Семинар «День ERDAS в Москве»

«НАВГЕОКОМ»

Тел: (495) 781-77-77

Факс: (495) 747-51-30

E-mail: seminar@navgeocom.ru,

Rasporova.o@navgeocom.ru

Интернет:

www.navgeocom.ru

▼ Москва, 26*

Семинар «День аэросъемочных сенсоров Leica Geosystems в Москве»

«НАВГЕОКОМ»

Тел: (495) 781-77-77

Факс: (495) 747-51-30

E-mail: seminar@navgeocom.ru,

Rasporova.o@navgeocom.ru

Интернет:

www.navgeocom.ru

ДЕКАБРЬ

▼ Москва, 16–17

VI Общероссийская научно-практическая конференция «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации»

ОАО «ПНИИС», НП СРО «АИИС»

Тел: (495) 366-26-84, 366-23-35,

517-57-29

E-mail: conf@geomark.ru

Интернет:

www.pniis.ru, www.oaiis.ru

МАРТ

▼ Москва, 15–18*

8-й Международный промышленный форум **GEOFORM+ 2011**

Международная выставочная компания MVK, Ассоциация

Транспортной Телематики, Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»

Тел: (495) 366-26-84, 366-23-35,

517-57-29

E-mail: conf@geomark.ru

Интернет:

www.pniis.ru, www.oaiis.ru

Тел: (495) 925-34-86

E-mail: dnj@mvk.ru

Интернет: www.geoexpo.ru

АПРЕЛЬ

▼ Москва, 13–15*

V 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

▼ Новосибирск, 27–29*

VII Международная выставка и научный конгресс «ГЕО-Сибирь»

МВЦ ITE Сибирская ярмарка, СГГА

Тел: (383) 220-8-330

E-mail: nenash@sibfair.ru

Интернет:

www.geosiberia.sibfair.ru

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

Российская академия государственной службы при Президенте РФ Центр «Земля и недвижимость» Международной школы управления «Интенсив»

Подготовка и проведение конференций, семинаров и курсов повышения квалификации по темам:

- государственная регистрация прав и кадастровый учёт объектов недвижимости;
- порядок распоряжения земельными участками и их использования;
- землеустроительные работы при инвентаризации и межевании земель;
- оценка земельных участков, недвижимости и бизнеса;
- использование и оборот земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда;
- новое в управлении государственным и муниципальным имуществом.

Приглашаем принять участие в семинарах:

- 9 - 10 ноября 2010 г. Семинар-консультация по подготовке к сдаче и порядку проведения экзамена на получение квалификационного аттестата кадастрового инженера.
- 23 - 25 ноября 2010 г. «Мониторинг окружающей среды в Российской Федерации».
- 1 - 3 декабря 2010 г. «Коммерческая недвижимость: выбор земельного участка, обоснование, финансирование, проектирование и управление».
- 7 - 9 декабря 2010 г. «Кадастровые и землеустроительные работы. Инвентаризация и межевание земель».
- 14 - 16 декабря 2010 г. «Земельные участки: оформление, распоряжение и использование (новое в законодательстве РФ, опыт и практика)».

Участникам семинаров выдаётся удостоверение (сертификат) установленного образца о повышении квалификации.

Место проведения семинаров: Российская академия государственной службы при Президенте РФ, Москва, проспект Вернадского, 84.

Подробная информация: тел./ф: (495) 436-05-21, 436-90-27, 436-03-25

E-mail: sokolov@ur.rags.ru, shtykin@ur.rags.ru

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

ProMark 500 + ProFlex 500

универсальное решение

- ✓ GPS
- ✓ GLONASS
- ✓ 20 YEARS OF EXPERTISE

BLADE™
TECHNOLOGY
INSIDE

THE WINNING COMBINATION



ProMark™ 500



ProFlex™ 500

Преимущества системы:

- Использование технологии **BLADE™** ГНСС
- Высоточное позиционирование в режиме RTK
- Широкий спектр средств коммуникации
- Герметичность и ударопрочность
- Многофункциональный полевой контроллер + ГНСС

РАСШИРЬ
БИЗНЕС
СТАНЬ
ДИЛЕРОМ!



Контакты:

Россия +7 (495) 980-54-00
MShchadrov@ashtech.com
Франция +33 2 28 09 38 00
professionalsales@ashtech.com

Решения Ashtech для ГЛОНАСС + GPS съемки

Разработанный нашими специалистами в области глобальных навигационных спутниковых систем приемник ProMark 500 позволяет легко выполнять съемку в режиме RTK, а беспроводная связь между подвижным приемником и полевым контроллером обеспечивает удобство и гибкость в работе. Данная система обеспечивает быструю инициализацию, высокую точность измерений на больших расстояниях и надежное отслеживание сигналов действующих в настоящее время систем ГНСС (GPS и ГЛОНАСС) и SBAS, а также может быть модернизирована для работы с сигналами будущих спутниковых группировок глобального позиционирования (GALILEO и др.).

ProMark 500 и новый приемник ProFlex 500, переносимый в рюкзаке и имеющий выносную антенну, разработанный компанией Ashtech, являются наилучшим технологическим решением на рынке спутникового оборудования для топографической съемки. Эти приемники включают все необходимое для производительного и надежного позиционирования в режиме реального времени.

Применение технологии BLADE обеспечивает наиболее эффективное и надежное определение пространственных координат при совместном использовании трех систем GPS+ГЛОНАСС+SBAS, и полную функциональную совместимость с любыми базовыми станциями, передающими дифференциальные поправки для сигналов GPS+ГЛОНАСС L1/L2.

Более подробные сведения о технологии **BLADE**, оборудовании **ProMark 500** и **ProFlex 500** можно найти по адресу: www.ashtech.com.

Приглашаем к сотрудничеству дистрибьюторов!

ashtech
BY MAGELLAN PROFESSIONAL



Журнал «Геопрофи»
www.geoprofi.ru



«Геостройизыскания»
www.gsi.ru



ГК «Геотехнологии»
www.gtcomp.ru



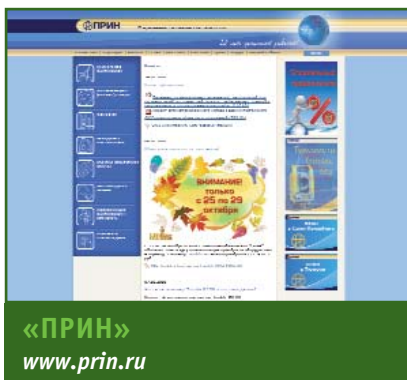
Trimble Navigation
www.trimble.ru



КБ «Панорама»
www.gisinfo.ru



Spectra Precision
www.nikon-spectra.ru



«ПРИН»
www.prin.ru



«Фирма Г.Ф.К.»
www.gfk-leica.ru



«НАВГЕОКОМ»
www.navgeocom.ru



СРО НП «АИИС»
www.oaiis.ru



Олимпиада CREDO
www.credo-dialogue.com



GEOFORM+ 2010
www.geoexpo.ru



8-й Международный промышленный форум

GEOFORM+

15 – 18 марта 2011

Россия, Москва, ЭЦ «Сокольники»

- > Геодезия
- > Картография
- > Навигация
- > Землеустройство

ОБЪЕДИНЯЕТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ



Геодезия
Картография
Геоинформационные системы



Интеллектуальные
транспортные системы
и навигация



Технологии и оборудование
для инженерной геологии
и геофизики



Технологии
и оборудование
для строительства тоннелей



Современное управление
Situational Awareness
Геопортал и геоинтерфейс

на правах рекламы

Последние новости и информация для специалистов на сайте:
www.geoexpo.ru



Организатор:
ЗАО «МВК»



Соорганизаторы:

Ассоциация Транспортной Телематики
Ассоциация «Глонасс»

Генеральный информационный спонсор:



Генеральный интернет-партнёр:



Информационная поддержка:



Дирекция:

А 107113, Россия, г. Москва,
Сокольнический Вал, 1,
павильон 2

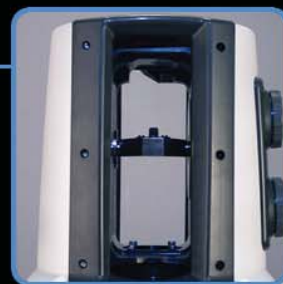
Т F (495) 925-34-86

@ dnj@mvk.ru

НОВЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР GLS-1500 ПО СУПЕР ЦЕНЕ



наличие визира
для точного
наведения на
объект



безопасный
лазер
I класса



три варианта
управления
включая
беспроводное



SD карта памяти
емкостью до 8Гб

встроенные
стандартные
Li-ion аккумуляторы





TRIMBLE M3

КОМПАКТНЫЙ ТАХЕОМЕТР С СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ



Первый в своем классе легкий и компактный механический тахеометр с сенсорным экраном, созданный для работы в сложных полевых условиях.

- Встроенное полевое программное обеспечение Trimble Digital Fieldbook™ позволяет быстро и уверенно произвести измерения и необходимые расчеты.
- Точный дальномер Trimble DR обеспечивает выполнение съемки недоступных или опасных объектов.
- Указатель створа Trimble Tracklight увеличивает производительность разбивочных работ.
- Управление прибором осуществляется с помощью сенсорного экрана.

Тахеометр Trimble M3 – очередное достижение компании на пути инноваций.

Подробное описание и спецификация размещены на сайте www.trimble.com/trimblem3.shtml

Московское Представительство Trimble Export Ltd.,
117186 Москва, Севастопольский проспект, д.47А,
бизнес-центр "Нахимов".
Тел. офиса: +7 (495) 258-5045
Факс: +7 (495) 258-5044

 **Trimble**
www.trimble.ru