

#1
2005

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

ТЕОПРОФИ

13 МАРТА
«ДЕНЬ РАБОТНИКОВ
ГЕОДЕЗИИ И
КАРТОГРАФИИ»

250 ЛЕТ
МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

НОВОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ
ПРОИЗВЕДЕНИЕ:
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС РОССИИ

SMARTSTATION — ИНТЕГРАЦИЯ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТАХЕОМЕТРИИ И GPS

НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ
СКАНИРОВАНИЕ — ОТ СЪЕМКИ
ДО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

MONMOS — ТРЕХМЕРНАЯ
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ЦИФРОВЫЕ АЭРОФОТОКАМЕРЫ
СРЕДНЕГО ФОРМАТА

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ СНИМКОВ
QUICKBIRD И WORLDVIEW

КАТАЛОГ ГЕОТОР — НОВЫЙ
СПРАВОЧНЫЙ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС



Уважаемые коллеги!

Специалисты, работающие в области геодезии и картографии, в 2005 г. пятый раз отмечают профессиональный праздник «День работников геодезии и картографии». Эти годы были не простыми. Постоянные структурные преобразования в руководящих органах отрасли не позволили эффективно решать ряд масштабных научных и организационных задач. Беспокойство по этому поводу высказывает заведующий кафедрой картографии и геоинформатики МГУ им. М.В. Ломоносова А.М. Берлянт в статье об истории развития кафедры ведущего университета России, 250-летие которого отмечается в 2005 г. (с. 4). Учеными кафедры разработано множество картографических произведений. Одной из последних таких работ является Экологический атлас России, созданный с использованием современных геоинформационных технологий на единой базе данных и представленный в традиционном полиграфическом и в электронном вариантах (с. 43).

Однако востребованность в геодезических, картографических и геоинформационных данных позволили частным и государственным предприятиям освоить и перейти на прогрессивные цифровые технологии как при выполнении полевых, так и камеральных работ. О научном и производственном опыте при выполнении фотограмметрических, картографических, геодезических и землеустроительных работ, накопленном НПФ «Талка-ТДВ», созданной в 2000 г. на базе коллектива 22-й лаборатории ИПУ РАН, рассказывает ее генеральный директор А.Н. Алчинов (с. 10). С информацией о других организациях геодезического, картографического и геоинформационного направления и смежных с ними областей можно познакомиться в Каталоге GeoTop — справочном Интернет-портале (с. 54).

В разделе «Технологии» представлены:

— новый универсальный интегрированный геодезический прибор SmartStation (Leica Geosystems, Швейцария), который является комбинацией стандартного электронного тахеометра и геодезического двухчастотного спутникового приемника, объединенных программным обеспечением в единую технологию измерений (с. 40);

— трехмерная измерительная система MONMOS (Sokkia, Япония), предназначенная для высокоточного контроля геометрических параметров различных инженерных сооружений и конструкций с последующим анализом полученных расхождений между проектными значениями и фактическими значениями координат (с. 36);

— обзор цифровых камер различного формата для аэрофотосъемки местности и обоснование целесообразности применения среднеформатных камер при топографическом картографировании в масштабе от 1:2500 до 1:30 000 (с. 24);

— технические характеристики изображений из космоса, которые можно получать в настоящее время со спутника QUICKBIRD (DigitalGlobe, США), а в будущем — с нового спутника WORLDVIEW с разрешением не хуже 50 см (с. 21);

— возможности наземных лазерных сканирующих систем: HDS2500 (Leica Geosystems) (с. 13); MENSIGS200 (Trimble Navigation, США) и Callidus CP3200 (Callidus GmbH, Германия) (с. 49);

— порядок корректировки элементов трансформирования СК-42 относительно базовой WGS-84 с использованием стандартных средств MapInfo с целью повышения точности (с. 18);

— ортогональный экер, разработанный фирмами Argus GeoTech и FPM Holding (Германия), предназначенный для непосредственных измерений между точками, не имеющими прямой видимости (с. 32).

В разделе «Особое мнение» опубликована статья Б.Н. Дьякова о мнимых ошибках поправок измерений и их отрицательных весах, наличие которых автор подтверждает расчетами (с. 56).

О Центре коллективного пользования экологического мониторинга для устойчивого развития территорий, оснащенного универсальным аппаратно-программным комплексом «УниСкан» (ИТЦ «СканЭкс») для приема и обработки данных с различных спутников ДЗЗ, созданного на базе Белгородского государственного университета, рассказывается в разделе «Образование» (с. 58).

Наиболее эффективным способом знакомства с новыми достижениями в области технологий является участие в выставках и конференциях. Надеемся, что проводимый с 14 по 17 марта 2005 г. в Москве, в КВЦ «Сокольники» 2-й Международный промышленный форум GEOFORM+ 2005 позволит специалистам, работающим в области геодезии, картографии и геоинформатики, подробнее познакомиться с новым оборудованием, программным обеспечением, данными ДЗЗ и картографическими произведениями, а Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сферы их применения» — обменяться накопленным опытом.

Редакция журнала

**Вы еще не знакомы с технологией
наземного лазерного сканирования?**

**Вы еще не убедились в преимуществах и
эффективности этой передовой технологии?**



Компания ООО «Фирма Г.Ф.К.» является одним из пионеров внедрения технологии наземного лазерного сканирования на Российском рынке. Специалисты нашей компании с удовольствием делятся с Вами накопленным практическим опытом, окажут Вам квалифицированные консультации и помогут сделать правильный выбор.

Передовое геодезическое оборудование и технологии



Фирма «Г.Ф.К.»
109004, Москва,
Шелапутинский пер. 6



Тел. / Факс:
(095) 911-1356
(095) 911-2583
(095) 912-2726



E-mail:
info@leica-gfk.ru

Internet:
www.gfk-leica.ru

Редакция приносит благодарность организациям и компаниям, принявшим участие в подготовке журнала:

«Геостройлизыскания», НПП «Навгеоком», Компания «Геокосмос», «Гео-Надир», Московское представительство Trimble Navigation, «Фирма Г.Ф.К.», «Сварог», Hewlett Packard, НПЦ «Геотрейд», ПРИН, СП «Кредо-Диалог» (Минск, Белоруссия), Изюмский казенный приборостроительный завод (Украина), «Промнефтегрупп», «GPScom», «Совзонд», «Талка-ТДВ», УОМЗ (Екатеринбург), Центр прикладной геодинамики, «ЭСТИ МАП»

Учредитель и шеф-редактор
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
О.В. Юрков

Редакция:
119607, Москва, ул. Удальцова, 85
Тел/факс (095) 789-99-48
E-mail: info@geoprofi.ru
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.

Журнал зарегистрирован в Минпечати России. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-14955 от 03 апреля 2003 г.

Периодичность издания —
шесть номеров в год.

Индекс для подписки в объединенном каталоге Агентства «Роспечать»: Россия, страны СНГ и Балтии — **85153**.

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать 05.03.2005 г.

Предпечатная подготовка
Издательство «Проспект»

Печать «Технология ЦД»

ЮБИЛЕЙ

- А.М. Берлянт
250-ЛЕТИЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА И ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ 4

ТЕХНОЛОГИИ

- А.И. Алчинов
ФИРМА «ТАЛКА-ТДВ» И ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «ТАЛКА» 10
- В.П. Суетин, В.А. Кукушкин, В.А. Стародубов, М.Ю. Дружинин, С.Л. Серегин
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ СУДОСТРОЕНИИ 13
- А.Н. Тимофеев, С.С. Легачев
О ПРЕОБРАЗОВАНИИ СИСТЕМ КООРДИНАТ В MARINFO PROFESSIONAL 18
- М.А. Болсуновский
СНИМКИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ СО СПУТНИКОВ QUICKBIRD И WORLDVIEW. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ 21
- Франк Арте
ЦИФРОВЫЕ КАМЕРЫ СРЕДНЕГО ФОРМАТА ЗАВОЕВЫВАЮТ РЫНОК 24
- Матиас Фурланд, Йорг Геррманн
ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЧЕРЕЗ ПРЕПЯТСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ ОРТОГОНАЛЬНОГО ЭКЕРА 32
- А.А. Чернявцев, А.Я. Фрейдин
MONMOS — СИСТЕМА ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ 36
- О.В. Евстафьев
SMARTSTATION — НОВЫЙ ПРИБОР КОМПАНИИ LEICA GEOSYSTEMS 40
- Н.С. Касимов, А.Ю. Кожухарь, В.С. Тикунов, Л.Ф. Январева
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС РОССИИ 43
- М.Н. Аникушин
НАЗЕМНЫЕ СИСТЕМЫ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ. ОПЫТ РАБОТ 49

НОВОСТИ

- СОБЫТИЯ** 27

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

- КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ** 52

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- КАТАЛОГ GEOTOP (WWW.GEOTOP.RU)** 54

ОСОБОЕ МНЕНИЕ

- Б.Н. Дьяков
О МНИМЫХ ОШИБКАХ ПОПРАВОК ИЗМЕРЕНИЙ 56

ОБРАЗОВАНИЕ

- В.М. Никитин, С.А. Кунгурцев
РАЗВИТИЕ ФЕДЕРАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА АЭРОКОСМИЧЕСКОГО И НАЗЕМНОГО МОНИТОРИНГА В БЕЛГОРОДСКОМ ГУ 58

250-ЛЕТНИЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА И ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ

А.М. Берлянт (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1962 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «географ-картограф». В настоящее время — заведующий кафедрой картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации.



25 января 2005 г. научная и культурная общественность России отметила 250-летие первого в России высшего учебного заведения — Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Он был основан в 1755 г. по Высочайшему Указу Императрицы Елизаветы Петровны и по инициативе великого русского ученого М.В. Ломоносова, при участии видного деятеля культуры и мецената И.И. Шувалова. В настоящее время — это один из самых известных университетов мира. Высокое качество образования в МГУ обеспечивается наличием выдающихся ученых, прогрессивных научных школ мирового значения, передовыми методами преподавания, наличием современного учебного оборудования и научного парка.

Московский государственный университет имеет в России особый статус автономного и само-

управляемого учебного заведения со своим уставом. Он является одним из крупнейших в мире научно-образовательных и культурных центров.

▼ Становление географической картографии

Знаменательно, что основатель университета М.В. Ломоносов был и одним из основоположников научной географии и картографии в России. Он говорил о необходимости «обширность наших стран измерить» и показать их, «собрав на малы чертежи». М.В. Ломоносов писал, «что полезнее есть человеческому роду к взаимному сообщению своих избытков, что безопаснее плавающим в море, что путешествующим по разным государствам нужнее, как знать положение мест, течение рек, расстояние городов, величину, избытки и соседство разных земель, нравы, обыкновения и правительств разных народов?... Сие ясно показывает география».

Становление географической картографии приходится на конец XIX века, когда крупнейший российский географ, этнограф и антрополог Д.Н. Анучин в 1884 г. создал кафедру географии и этнографии. Географический факультет был организован в 1938 г., и его первым деканом стал ученик Д.Н. Анучина — профессор А.А. Борзов. Теперь факультет представляет собой крупнейший в мире коллектив ученых-географов и педагогов.

На его 15 кафедрах обучаются более тысячи студентов и около 200 магистров и аспирантов. Среди профессоров есть члены-корреспонденты РАН, лауреаты престижных научных премий.

Кафедра картографии и геоинформатики — одна из наиболее крупных на факультете. Картографическая специальность была введена в 1929 г. на географическом отделении физико-математического факультета. В 1932 г. была образована кафедра картографии и геодезии, и первым ее заведующим стал В.М. Никифоров (1872–1934), в прошлом — начальник картографического отделения военно-топографического отдела-штаба Красной Армии. Постоянными работниками кафедры тогда были: ассистент Ф.Ф. Новиков и С.А. Херсонский, а приглашенными преподавателями: Н.Я. Бобир, Н.Ф. Булаевский, Г.Т. Иванищев, В.Н. Башлаев и молодые выпускники географического отделения Ю.В. Аристов и А.В. Гедымин. Профессор В.М. Никифоров за немногие годы работы сумел укрепить цикл картографических дисциплин и начал создание учебно-вспомогательной базы.

В 1934 г. заведующим кафедрой был назначен профессор В.А. Каменецкий (1881–1947), который в то время заведовал кафедрой составления и редакции карт в Московском геодезическом институте (МИИГАиК), а кроме того, был консультантом в Научно-издательском институте

Большого советского атласа мира. Он уделял много внимания вопросам картоведения, разработке теоретических основ картографии, но после тяжелой болезни оставил работу.

С 1936 по 1950 гг. кафедрой руководил доцент П.В. Дензин (1881–1957). Он сосредоточил свои интересы на преподавании геодезии, создал классические учебники по этой дисциплине для географов. Картоведческое же направление развивал ученик В.А. Каменецкого — А.В. Гедымин, исследования которого по теории картографии и использованию карт во многом опередили свое время. В эти годы на кафедре преподавали известные профессора Н.А. Урмаев и М.К. Вентцель, доценты Н.Я. Бобир и В.Н. Ченцов, преподаватели А.Ф. Мирошниченко, Л.А. Богомолов, Г.В. Господинов.

В 1950 г. кафедру возглавил профессор К.А. Салищев (1905–1988), бывший тогда проректором МГУ. Он руководил кафедрой 37 лет, и его деятельность составила целую эпоху. Кафедра стала крупным учебным и научным центром, заняла передовые позиции в отечественной и мировой картографии. Были созданы: проблемная лаборатория комплексного картографирования и атласов, лаборатория аэрокосмических методов и лаборатория автоматизации в картографии. Кафедра была центром Комиссии Национальных атласов Международного географического союза, а в период 1972–1976 гг. — штаб-квартирой Международной картографической ассоциации, президентом которой был избран К.А. Салищев. Это были годы становления школы университетской географической картографии. Большая заслуга в этом принадлежит профессору И.П. Заруцкой, доцентам И.Н. Гусевой и О.А. Евтееву.

В январе 1988 г. заведующим кафедрой был избран профессор С.Н. Сербенюк (1940–1990). Он руководил ею всего два года, но

сыграл выдающуюся роль в повороте кафедры к автоматизации и геоинформатике. С.Н. Сербенюк уделял много внимания математико-картографическому моделированию, создал первую автоматическую картографическую систему АКС-МГУ, и с тех пор взаимодействие картографии и геоинформатики стало генеральным направлением работы кафедры.

В 1990 г. руководство кафедрой перешло к профессору А.М. Берлянту (род. в 1937 г.). В настоящее время кафедра признана одной из лидирующих научных школ России. Главным научным направлением кафедры является картографирование геосистем на основе интеграции геоинформатики, телекоммуникации и аэрокосмического зондирования. Широко развиваются исследования по геоинформационному картографированию, созданию ГИС, мультимедиа, компьютерных презентаций, освоению новых программных продуктов, аэрокосмическим методам, системам спутникового позиционирования и др.

За последние годы издано свыше 30 монографий, учебников и учебных пособий. Созданы новые научные и учебные подразделения: лаборатория цифровой картографии и фотограмметрии, центр новых геоинформационных технологий, учебная лаборатория геоинформатики, практикум по системам GPS/ГЛОНАСС.

Кафедра возглавляет секцию картографии и геоинформатики Учебно-методического объединения России по классическому университетскому образованию.

Коллектив кафедры состоит из более 40 преподавателей и научных сотрудников. Среди них 6 докторов и 19 кандидатов наук, многие из которых удостоены высоких научных званий. Есть заслуженные деятели науки, лауреаты Государственной премии, Ломоносовской и Анучинской премий, золотых медалей Русского географического общества, почетных званий Роскарто-

графии, члены общественных академий, деятели Международной картографической ассоциации, Соросовские профессора, аспиранты и студенты.

Школа географической картографии сформирована не только усилиями картографов, в значительной мере она — результат плодотворного научного сотрудничества картографов, физиков и экономико-географов, геологов, геоморфологов, планетологов, геофизиков и гидрометеорологов, использовавших в своих исследованиях картографический метод. Основой научного направления стала модельно-познавательная концепция, сформулированная в 1950-х гг. К.А. Салищевым, показавшим, что предметом картографии является познание окружающей действительности с помощью карт как особых моделей.

Географическая картография, как одна из наук о Земле и обществе, прочно связана с другими естественными и техническими науками, математикой и информатикой, космическими исследованиями, искусством и дизайном. На основе взаимодействия обогащаются теоретические представления, происходят стыковка и синтез методов электронного картографирования, дистанционного зондирования, фотограмметрии, дешифрирования, геоинформатики. Теперь к этому добавились Интернет-технологии, спутниковое позиционирование, методы виртуального моделирования и другие смежные методы и технологии.

▼ Основные научные направления

Среди направлений исследования, прежде всего, следует отметить разработку теории и методов геоинформационного картографирования, т. е. системы автоматизированного создания и использования карт на основе ГИС и баз картографических данных и знаний. Это направление в картографии отличает интерактивность, оперативность, исполь-

зование компьютерного дизайна. Ему присущи многовариантность и альтернативность решений, а также мультимедийность, благодаря чему сочетаются иконические изображения, тексты, звуковое сопровождение. Одна из ветвей нового направления — оперативное и динамическое (в том числе, анимационное) картографирование в режиме реального или близком к реальному времени с целью быстрого (своевременного) информирования пользователей и воздействия на ход процесса.

Университетские картографы используют методы геоинформатики при создании справочных, ресурсных, учебных ГИС, анимационных моделей, мультимедийных карт и атласов, например, ресурсной ГИС «Черное море», справочной ГИС «Россия», учебной ГИС района научной базы «Сатино», экологической ГИС Астраханского заповедника, серий анимационных карт, мультимедийного Атласа МГУ на Воробьевых горах и многих др. Свидетельством важности данного направления стало включение его в образовательные программы, и принятие в 1995 и 1999 гг. Государственных стандартов по геоинформационному картографированию.

Другое активное и плодотворно развивающееся направление составляет применение методов аэрокосмического зондирования

в науках о Земле. Оно включает исследование свойств многозональных и многовременных аэро- и космических снимков, их компьютерную обработку с целью выявления структуры и динамики природных и социально-экономических явлений. Исследования сосредоточены на изучении по многозональным снимкам динамических геосистем: речных дельт, морских побережий, горных ледников, вековых изменений распространения лесов, а также биопродуктивности морей. В лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики созданы уникальные научно-методические атласы «Дешифрирование многозональных аэрокосмических снимков. Методика и результаты», удостоенные Государственной премии, Ломоносовской премии и других престижных наград (профессора Ю.Ф. Книжников и В.И. Кравцова). В последние годы в центре внимания оказалось применение аэрокосмических методов в экологических исследованиях.

Традиционное направление в университете составляет комплексное и атласное картографирование, отмеченное значительными достижениями. В создании научно-справочных, учебных, популярных, экологических и др. атласов участвуют многие сотрудники кафедры и

лаборатории комплексного картографирования. В 2002 г. был удостоен Государственной премии РФ Атлас снежно-ледовых ресурсов мира — выдающееся произведение российской картографии, где впервые во всей полноте представлена криосфера нашей планеты по новейшим картографическим и космическим материалам. В числе его создателей — заместитель главного редактора, доктор географических наук В.И. Кравцова.

Сотрудники лаборатории комплексного картографирования создали первый в стране Экологический атлас России (2002) (*Прим ред.* — см. с. 43). Профессора кафедры участвовали в редактировании фундаментального справочного Атласа Мира (1999), комплекта школьных атласов для 6–10 классов (2000–2001). В настоящее время университетские картографы входят в состав коллективов, работающих над Национальным атласом России, а также капитальным 7-томным Атласом земель России, первый том которого издан в 2004 г. В атласном картографировании нашли применение и новые электронные технологии. Первыми опытами стали справочный атлас «Russian Business Traveler's Guide» (1997) и мультимедийный Атлас МГУ на Воробьевых горах (2003), изданные на компакт-дисках.



Коллектив кафедры картографии и геоинформатики

Важным направлением является внедрение методов и технологий глобального спутникового позиционирования (ГСП) в географические исследования. Интегральные программно-аппаратные комплексы применялись (совместно с лабораторией эрозии почв и русловых процессов МГУ) при моделировании и профилактике наводнений, гидротехническом проектировании, мониторинге русел рек и русловых процессов в местах повышенной техногенной опасности, картографировании подводного рельефа и др. Методика применения ГСП для этих целей изложена в серии монографий и оригинальных учебных пособий (профессор Б.Б. Серапинас).

В последние годы возродилось еще одно направление, связанное с изучением истории российской картографии. Это выявление древнейших памятников отечественной картографической культуры, исследование карт XVIII–XIX веков, оценка вклада военного, межевого и других ведомств в познание страны, новое прочтение трудов выдающихся российских картографов прошлого, восстановление забытых имен, факсимильное воспроизведение старинных картографических документов. По этим темам выполнены научные изыскания, созданы монографии, поставлен новый лекционный курс, написаны учебные пособия (профессор В.С. Кусов).

▼ **Взаимодействие с картографо-геодезической службой России и другими научными школами**

Картографы и геоинформатики МГУ всегда стремились укреплять деловые контакты с государственной картографо-геодезической службой. Многие выпускники кафедры стали редакторами и составителями карт на предприятиях отрасли. Ученые-картографы являются авторами и разработчиками крупных кар-

тографических произведений: серий карт для высшей школы, капитальных научно-справочных, краеведческих и школьных атласов, Национального атласа России, Атласа земель России. Университетские картографы участвуют и в деятельности Международной картографической ассоциации, в подготовке Национальных отчетов и докладов. Основатели школы университетской картографии всегда подчеркивали жизненную важность взаимодействия с картографо-геодезической службой страны. Можно пожелать, чтобы и Роскартография проявляла больший интерес к взаимодействию с учеными МГУ, используя их знания и опыт в практической деятельности и принятии решений.

Традиции Московского государственного университета определяют активное отношение ученых к перестройке, которую в последнее время испытала государственная картографо-геодезическая служба*. По нашему мнению, официальный статус отечественной картографии в настоящее время не отвечает ее значению, целям, роли, которую она играет в обществе, и международному престижу России, как крупной картографической державы. В большинстве промышленно развитых стран мира картографо-геодезическая служба подчинена непосредственно правительству или министерству внутренних дел (как, например, в США и Китае). В России, на удивление всему миру, она включена в министерство транспорта. И это в стране, которая покрыта тысячами километров геодезических сетей и десятками тысяч листов топографических, тематических и специальных карт разного назначения и масштабов.

Геодезия и картография призваны теперь «обеспечивать модернизацию транспортной системы России» на период до 2010 года, способствовать «повыше-

нию уровня транспортных средств и оборудования...». Это очень важные народно-хозяйственные задачи, но у российской картографии есть и другие цели. Трудно представить, что к первоочередным интересам министерства транспорта будет отнесено развитие геодезических сетей, создание и обновление топографических карт и карт шельфа, обеспечение информатизации общества и его информационно-картографической безопасности, тематическое картографирование природных ресурсов, населения и хозяйства России, развитие школьной и вузовской картографии. Будет ли беспокоиться об этом министерство транспорта и достаточно ли оно компетентно?

Крупнейшей картографической державе необходимо сильное и независимое государственное картографо-геодезическое ведомство. Сегодня Роскартография возглавила работы по созданию Национального атласа России, координируя усилия многих ведомств, академических институтов и университетов. В последние годы предприняты беспрецедентные усилия, чтобы в короткие сроки наладить производство цифровых и электронных карт, сформированы федеральный и региональные центры геоинформации, созданы комплекты цифровых карт, покрывающих всю страну, и Россия постепенно выходит на мировой уровень цифрового картографирования. Подчинение картографо-геодезической службы страны министерству транспорта тормозит это движение. Вряд ли выгоды организационной реструктуризации сопоставимы с последствиями нарушения всей инфраструктуры отрасли.

Страна, где плохо поставлено обеспечение картами, атласами, электронными картами, космическими картами, базами цифровых данных, геоинформационными системами, рискует совершать просчеты в хозяйственных

* Об этом было сказано в Открытом письме профессора А.М. Берлянта, направленном Президенту России В.В. Путину в марте 2004 г. и позднее опубликованном в журнале «Геодезия и картография», 2004, № 6.

решениях, укреплении обороноспособности, в вопросах национальной и демографической политики, в экологии.

Потребности общества, несомненно, приведут к воссозданию самостоятельного картографо-геодезического ведомства. Так было не раз, после его подчинения то министерству геологии, то министерству экологии. Но время будет потеряно, и это неблагоприятно скажется на развитии картографии, геоинформатики, а значит, и информатизации общества на всех уровнях: от органов государственной власти до малых научных лабораторий.

Картография в России всегда развивалась по двум линиям: инженерной и географической. Крупная инженерно-картографическая школа сформировалась в МИИГАиК — старейшем геодезическом вузе страны. Географическое и инженерное направления отражают две стороны развития картографии: научно-познавательную и научно-

техническую. При всех неоспоримых различиях сегодня существует тенденция к сближению двух школ. Она проявляется в решении проблем экологического картографирования, изучении природных ресурсов, электронном картографировании и геоинформатике, постановке высшего картографического образования и др.

Тесные контакты связывают университетскую и академическую школы географической картографии, центры которой находятся в Институтах географии РАН и Сибирского отделения РАН. Это, прежде всего, совместные проекты создания фундаментальных научных атласов, в частности, Национального атласа России. Ведущие ученые академических институтов читают лекции, доводя до студентов новейшие достижения практики и теоретической мысли. С другой стороны, приток выпускников университетов в академические учреждения поддерживает классические тра-

диции географической картографии и обеспечивает внедрение современных геоинформационных технологий. Научно-организационная деятельность московской университетской научной школы получила признание в России, ближнем и дальнем зарубежье. Монографии и учебники ведущих картографов широко известны, научные идеи имеют многих последователей.

RESUME

On the eve of the 250th anniversary of the Lomonosov Moscow State University the head of the Department of Cartography and Geoinformatics of the Faculty of Geography tells about the history of this Department, its employees and the main research programs conducted by the Department's scientists. A particular attention is paid to the Department's interaction with the Federal Service of Geodesy and Cartography of Russia and the Russian and foreign schools of thoughts.



Спутниковый одночастотный приемник ProMark2

- предназначен для выполнения геодезических и навигационных задач с использованием сигналов геостационарных спутниковых систем WAAS и EGNOS
- используя внешнюю антенну и программное обеспечение постобработки **Ashtech Solution**, **ProMark2** позволяет с точностью **5мм+1ppm** и большой эффективностью создавать или переопределять пункты геодезического обоснования
- выполнение топографической съемки с использованием **ProMark2** в кинематическом режиме увеличивает эффективность сбора данных и производительность работ

Полный пакет: приёмники, ПО, офисное и полевое оборудование



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«УРАЛЬСКИЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»



620100, г. Екатеринбург, ул. Восточная, 336.
тел./факс (343) **224-18-03, 224-16-80**
e-mail: trank@gin.global-one.ru



Все необходимые детали – за 25 секунд*.

Теперь, с революционно новым принтером HP Designjet 4000, вся точная информация, которая вам нужна, будет доступна вдвое быстрее¹. С помощью уникальных технологий HP Double Swath и HP Professional Color принтер повышает производительность печати в два раза — при превосходном качестве и точности изображения. HP Designjet 4000 так же надежен, как все широкоформатные принтеры HP. Добавьте к этому чернила, печатающие головки HP и широкоформатную бумагу и получите самый быстрый и эффективный способ поделиться своими идеями с коллегами и заказчиками. Проверьте принтер в действии сейчас — зайдите на www.hp.com/go/ru/dj4000/map



HP DESIGNJET 4000/PS

- 100 страниц формата A1 в час ** с технологией HP Double Swath
- Максимальное разрешение 2400x1200 dpi
- Встроенный процессор и web-сервер
- Память 256 MB (расширяется до 521 MB), 40 GB HDD
- Контроль текущих расходов с функцией Job Accounting
- Поддержка HP-GL/2, HP RNL, TIFF, JPEG, CALS G4 и Adobe PostScript 3, PDF 1.5 на PC



HP INKS AND MEDIA

- Неизменно превосходные результаты с расходными материалами HP.
- Выберите чернила серии №90, отвечающие вашим требованиям и позволяющие снизить текущие расходы.
 - С новым форматом рулона, соответствующим европейским стандартам, вам не придется обрезать готовые макеты.
 - Рулоны до 91 м длиной и 42" (1,06 м) шириной.



В комплект входит ПО Adobe Professional.

Узнайте сегодня о преимуществах продукта
www.hp.com/go/ru/dj4000/map

Закажите прямо сейчас!

ТЕЛ.

8-800-200-3-500

САЙТ

www.hp.com/go/ru/dj4000/map



* Время печати листа A1. ** При тиражировании. **/ ** Печать в быстром режиме на бумаге HP Bright White Inkjet (Bond). Указанная скорость — максимальная скорость принтера. ¹ По сравнению с любым принтером серии HP Designjet 600/700/800/1000. Adobe® PostScript® 3™ — торговые марки Adobe Systems Incorporated. Adobe и логотип Adobe являются зарегистрированными товарными знаками компании Adobe Systems Incorporated и ее дочерних предприятий в США и других странах. © 2005 Hewlett-Packard Development Company, L.P. Все права защищены. Товар сертифицирован.

ФИРМА «ТАЛКА-ТДВ» И ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «ТАЛКА»

А.И. Алчинов (ИПУ РАН)

В 1972 г. окончил Ленинградское военно-топографическое училище. Затем окончил геодезический факультет, адъюнктуру и докторантуру Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева. В 1985–1988 гг. работал старшим научным сотрудником, преподавателем, начальником военно-научной группы ВИА им. В.В. Куйбышева. В 1989–1996 гг. руководил исследованиями в области математического моделирования местности и автоматического решения задач в области геодезии и топографии в ВИА им. В.В. Куйбышева. В настоящее время — заведующий 22-й лабораторией «Управление в геоинформационных системах» Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, генеральный директор НПФ «Талка-ТДВ» и заместитель генерального директора Национальной картографической корпорации.

Научно-производственная фирма «Талка-ТДВ» была создана в 2000 г. Дмитрием Викторовичем Тюкавкиным на базе коллектива 22-й лаборатории Института проблем управления РАН. Фирма «Талка-ТДВ» состояла из фотограмметрического и научного отделов, а число ее сотрудников не превышало 20 человек. Фирмой «Талка-ТДВ» совместно с 22-й лабораторией была разработана цифровая фотограмметрическая станция (ЦФС) «Талка» для обработки материалов аэрокосмической съемки.

В 2002 г. фирма «Талка-ТДВ» занималась только камеральными работами, в основном, созданием ортофотопланов. Был выполнен первый проект по созданию рельефа местности в виде горизонталей. Для этого проекта была значительно доработана ЦФС «Талка», что позволило автоматизировать процесс построения горизонталей. Горизонталы, полученные на ЦФС «Талка», уже не напоминали машинный рельеф в виде ломаных линий. По качеству они не уступали рельефу, выполненному операторами вручную.

В начале 2003 г. фирмой «Талка-ТДВ» были выполнены первые работы по территориальному землеустройству, создан землеустроительный отдел,

а в программе «Талка» появились новые функции, позволяющие формировать необходимые данные для землеустроительных дел. Весной 2003 г. фирмой «Талка-ТДВ» впервые была проведена аэросъемка. Планирование аэросъемки выполнялось на ЦФС «Талка». Позже для планирования были разработаны дополнительные функции. Весной 2003 г. фирма «Талка-ТДВ» впервые самостоятельно выполнила геодезические работы по привязке точек планово-высотной подготовки, был создан геодезический отдел. Летом 2003 г. были заключены договоры, включающие большие объемы работ по аэрофотосъемке, геодезической привязке точек планово-высотной подготовки, территориальному землеустройству.

9 июля 2003 г. скоропостижно скончался Д.В. Тюкавкин. Осенью 2003 г. генеральным директором фирмы «Талка-ТДВ» стал Александр Иванович Алчинов.

Осенью 2003 г. вышла версия 3.2 ЦФС «Талка».

Весной 2004 г. фирма «Талка-ТДВ» была реструктурирована, появились департаменты аэросъемки, фотограмметрии, картографии, геодезии и землеустройства, научный отдел, отдел специальной корреспонденции и документации. В 2004 г. объем



работ по аэрофотосъемке, фотограмметрии, геодезии и землеустройству увеличился в несколько раз по сравнению с 2003 г.

В то же время постоянно велись работы над следующей версией ЦФС «Талка». Выпуск новой версии 3.3 приурочен к проведению 2-го Международного промышленного форума GEOFORM+ 2005.

Учитывая пожелания пользователей, в программу были добавлены модули обработки космических снимков со спутников IKONOS, QUICKBIRD, SPOT. Помимо обработки одиночных космических снимков в программе появилась возможность обрабатывать космические стереопары. Снимки, полученные со спутников, привязываются к местности с точностью до 15 м без полевых работ.

В версии 3.3 ЦФС «Талка» система координат готовой про-



Цифровая фотограмметрическая станция «Талка»

дукции может отличаться от системы координат исходных данных. Так, например, координаты точек планово-высотной подготовки могут быть заданы в СК-42, а созданные цифровые карты или ортофотопланы могут быть получены в СК-63, причем, если объект протяженный и располагается в двух зонах, то готовая продукция может быть также создана в двух зонах.

В ЦФС «Талка» значительно доработаны функции экспорта и импорта цифровой карты и классификатора (базы данных условных знаков). Цифровую карту, созданную в ЦФС «Талка», можно экспортировать в программы «Карта 2003» (КБ «ПАНОРАМА»), «Нева» (ИПУ РАН), ArcGIS (ESRI, Inc, США), MapInfo (MapInfo Corp., США), MicroStation (Bentley Systems, Inc., США), AutoCAD (Autodesk Corp., США). Вместе с объектами могут быть экспортированы и их характеристики.

В начале 2005 г. были снижены цены на покупку и обновление ЦФС «Талка». Таким образом, в настоящее время ЦФС «Талка» является наиболее доступной цифровой фотограмметрической станцией. Высокое качество программного продукта достигается за счет того, что на всех этапах производства Фирма «Талка-ТДВ» использует собственную фотограмметрическую станцию, постоянно тестируя ее в производственных условиях и добавляя в нее необходимые функции.

Например, при проведении работ по планово-высотной подготовке в труднодоступных населенных пунктах в Республике САХА (Якутия) вначале была построена свободная фотограмметрическая модель, т. е. модель, не привязанная к местности. Полевая бригада имела ноутбук с установленной программой «Талка» и проектами в условной системе координат на населенные пункты. После измерения точек планово-высотной подготовки эти точки сразу же наносились в готовый проект, который уравнивался в ЦФС «Талка». Если точки привязки давали недопустимые невязки, они сразу перемерялись, пока бригада находилась в населенном пункте. В том случае, если бы после окончания полевых работ выяснилось, что точка привязки имеет недопустимую невязку, на дополнительные измерения были бы затрачены значительные средства. Однако в полевых условиях на ноутбуке нельзя было точно измерять высоты точек, так как не было возможности получить стереоизображение на жидкокристаллическом экране. Тогда научным отделом была разработана функция, позволяющая измерять высоты опорных точек, используя анаглифический метод стереонаблюдения. Использование анаглифического метода для стереорисовки местности было признано неэффективным для работы с многоцветной цифровой картой, но вполне пригодным для измерения опорных точек.

В настоящее время спектр услуг, предоставляемых фирмой, значительно вырос. Фирма «Талка-ТДВ» может выполнить полный комплекс работ для нефтяных и газовых компаний, предприятий железнодорожного и автомобильного транспорта, энергетики и операторов мобильной связи. На основе оперативной обработки материалов аэрокосмической съемки могут быть созданы различные виды тематических карт. В частности, для нефтяных и газовых компа-

ний могут быть созданы экологические карты, характеризующие состояние антропогенной деятельности на лицензионных участках и прилегающих территориях. Фирма «Талка-ТДВ» выполняет любые виды геодезических работ и топографические съемки всего масштабного ряда с использованием аэрофото съемки и спутниковых приемников GPS, а также полный спектр работ при проведении территориального землеустройства.

Фирма «Талка-ТДВ» оснащена 50 ЦФС «Талка», фотограмметрическим и картографическим сканером, 12 приемниками GPS Trimble 5700, электронными тахеометрами. Фирма «Талка-ТДВ» имеет все необходимые лицензии.

По состоянию на 1 января 2005 г. в штате фирмы состоит 61 человек.



117997, Москва,
ул. Профсоюзная, 65, оф. 522
Тел: (095) 334-87-50
Факс: (095) 334-89-91
E-mail: info@talka-tdv.ru
www.talka-tdv.ru

RESUME

The «Talka-TDV» Research and Production Enterprise was founded in 2002 on the basis of the 22nd Laboratory of the Institute of Control Sciences (ICS) of the Russian Academy of Sciences (RAS). This team has developed a digital photogrammetric station called «Talka» for aerospace information processing. In addition to the scientific studies traditionally conducted, in 2002 this company started the production activity. At present the company consists of several departments including those for aerial surveying, photogrammetry, cartography, geodesy, land use as well as the scientific department and the department for special mail and documentation. The staff is 61 employees.

представляет
GPS/ГЛОНАСС приемники TOPCON

GB-1000/500



HiPer



HiPer-L1



ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ СУДОСТРОЕНИИ

В.П. Суетин (ПО «Севмашпредприятие», Северодвинск)

В 1984 г. окончил СевмашВТУЗ по специальности «инженер-кораблестроитель». В настоящее время — главный конструктор ФГУП «ПО «Севмашпредприятие».

В.А. Кукушкин (ПКБ «Севмаш», Северодвинск)

В 1986 г. окончил СевмашВТУЗ по специальности «инженер-механик». В настоящее время — заместитель главного конструктора ПКБ «Севмаш».

В.А. Стародубов («НовИТ СПб», Санкт-Петербург)

В 1996 г. окончил ВИКА им. А.Ф. Можайского по специальности «инженер-системотехник». В настоящее время — руководитель направления ЗАО «НовИТ СПб».

М.Ю. Дружинин («Лейка Геосистемз»)

В 1988 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». С 1988 г. работал в МИИГАиК инженером-программистом, где с 1991 г. занимался разработкой программ для фотограмметрических приборов. С 1995 г. работал ведущим экспертом по фотограмметрии и лазерному сканированию в компании «Фирма Г.Ф.К.». С 2004 г. по настоящее время — ведущий специалист по измерительным комплексам ООО «Лейка Геосистемз».

С.Л. Серегин («Фирма Г.Ф.К.»)

В 1982 г. окончил механико-технологический факультет ВТУЗ при заводе им. И.А. Лихачева по специальности «технологии машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». С 1975 г. работал на заводе им. И.А. Лихачева, с 1994 г. — начальником бюро по адаптации и локализации программного обеспечения компании «Поинт». С 2004 г. по настоящее время — эксперт по лазерному сканированию компании «Фирма «Г.Ф.К.».

В настоящее время коллектив судостроительного предприятия ФГУП «ПО «Севмашпредприятие» выполняет крупные и весьма неординарные проекты:

— строительство морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) «Приразломная»;

— ремонт и модернизацию тяжелого авианесущего крейсера (ТАВКР), проект 11430, более известного как «Адмирал Горшков».

При строительстве МЛСП по требованию заказчика будет использоваться верхнее строение с платформы Hutto TLP. Одна из

проблем, возникающих при выполнении этих проектов, заключается в том, что в процессе длительной эксплуатации (более двадцати лет) на платформе и корабле было проведено множество технических изменений, которые не отражены в конструкторской документации.

Жесткие сроки, отведенные на выполнение контрактных обязательств, явились для коллектива предприятия мощным стимулом поиска новых технологий, позволяющих ускорить решение поставленных перед ним задач.

По публикациям в печати руководством конструкторского

бюро, отвечающего за разработку документации, было известно о технологии трехмерного лазерного сканирования, позволяющей создавать объемные цифровые модели существующих объектов. В целях изучения целесообразности практического применения данной технологии было решено провести пилотные работы на примере проекта 11430. В качестве генерального подрядчика работ была выбрана компания «НовИТ СПб».

Специалисты компании «НовИТ СПб» провели анализ представленного на российском рынке оборудования и про-

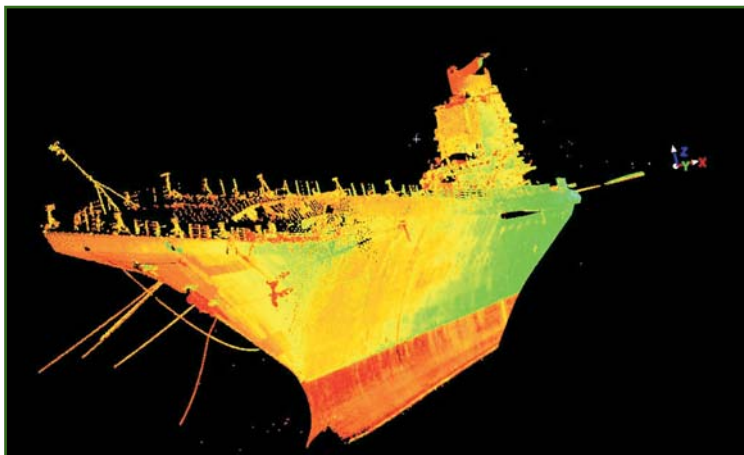


Рис. 1
Трехмерное «облако точек» ТАВКР

граммного обеспечения для трехмерного лазерного сканирования, по результатам которого была выбрана технология компании Leica Geosystems (Швейцария).

Уникальность работ состояла в том, что до настоящего времени в России никто не выполнял лазерную съемку такого сложного и специфического объекта. Для выполнения работ была сформирована рабочая группа из представителей предприятия заказчика и компании «НовИТ СПб», отвечающих за идеологическое и организационное обеспечение проекта. Непосредственно работы по сканированию и обработке результатов выполняли специалисты российского представительства компании Leica Geosystems (ООО «Лейка Геосистемз») и «Фирмы Г.Ф.К.». Санер HDS2500 для выполнения работ был арендован в «Фирме Г.Ф.К.».

На выполнение пилотного проекта было отведено пять дней. Первый день ушел на решение организационных вопросов по оформлению пропусков на режимное предприятие и прохождение инструктажа по технике безопасности. Второй и третий день отводился на выполнение работ по сканированию, четвертый — на обработку результатов и оформление отчета. Пятый день был посвящен

демонстрации результатов пилотных работ руководству предприятия, на которой присутствовал и главный конструктор компании «Невское ПКБ», разрабатывавшей проект 11430.

В первый день выполнения работ было решено провести сканирование надводной части авианесущего крейсера. Было выполнено несколько сканов правого борта корабля, обращенного к причалу. С левой стороны провести подробную съемку было практически невозможно по причине большого расстояния от противоположного берега до борта. Однако, специалисты смогли найти нужный ракурс со взлетно-посадочной части палубы авианосца и отсканировали переднюю надводную часть корабля (рис. 1). Также была выполнена съемка надстройки с полным комплексом антенн и другого оборудования.

На следующий день были запланированы съемки внутренних помещений корабля: поста энерго-жизнеобеспечения (ПЭЖ) и машинных залов — носового и кормового. На сканирование первого помещения был потрачен 1 час и 10 минут (рис. 2, сверху). Остальные помещения отсканировать не удалось, так как на корабле отключили электропитание. Хотя для лазерного сканера отсутствие

освещения не является препятствием, в целях безопасности было решено прекратить работы внутри корабля. После чего был отсканирован правый борт корабля, видимый с причала. Было выполнено три скана с одной точки стояния. Из-за недостатка времени пришлось пропустить несколько метров борта, зато полностью отсканировали переднюю часть надстройки крейсера. Для тестирования точности лазерного сканера HDS2500 дополнительно отсканировали две антенны, которые находились на расстоянии 50 и 60 м от сканера.

Обработка полученных данных выполнялась с помощью программного комплекса Cyclone, имеющего функцию уравнивания. Эта функция позволяет объединять отдельные сканы в единую систему координат с использованием специальных визирных марок, устанавливаемых на объекте сканирования. К сожалению, не была

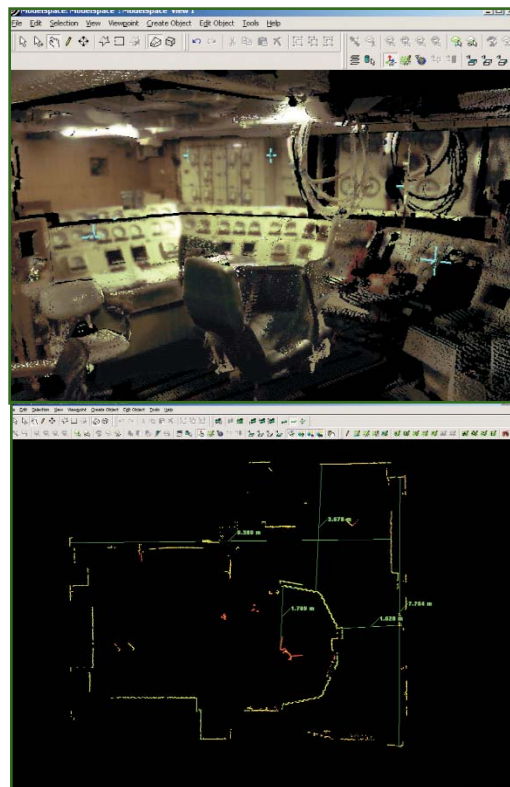


Рис. 2
Трехмерное «облако точек» (вверху) и чертёж ПЭЖ (внизу)

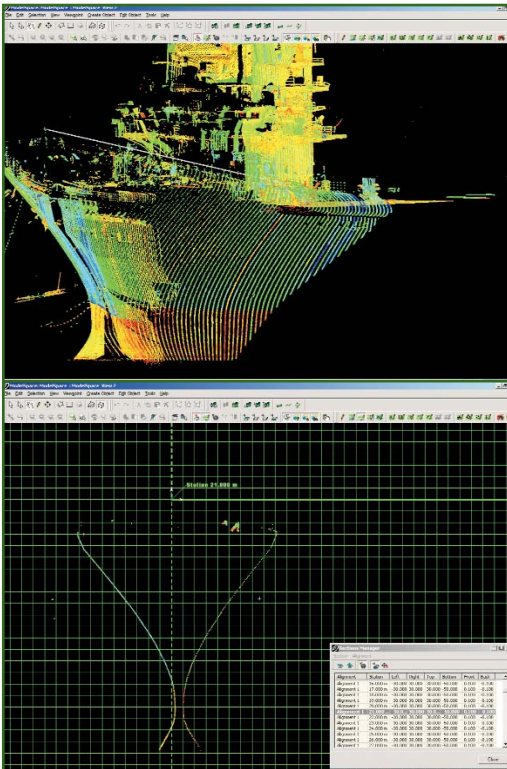


Рис. 3
Создание разрезов и вывод одного из них

поставлена задача получения результатов измерений надводных и внутренних частей корабля в единой системе координат. Поэтому помещение ПЭЖ и корпус корабля получились в различных системах координат.

Процесс уравнивания четырех сканов ПЭЖ занял менее ча-

са. Средняя квадратическая ошибка составила 1 мм. Затем «облако точек» было поделено на тонкие слои, толщиной до 10 мм. Это позволило создать план комнаты в разрезе (рис. 2, внизу), и выполнить стандартные измерения размеров отдельных деталей и расстояний между ними. Следует отметить, что разрез напоминает готовый чертеж, сделанный по одной из осей пространственной прямоугольной системы координат. Для текущих работ, связанных с ремонтом помещения, это большое подспорье, так как достаточно быстро можно измерить практически любое расстояние и угол, распечатать результат в графическом виде и тем самым создать текущий чертеж помещения.

Выполнить уравнивание передней части корпуса корабля было несколько сложнее, так как два скана были получены с палубы авианосца, а четыре — с причала. Однако точность полученной средней квадратической ошибки не превысила 2 мм. Для дальнейшей обработки выбрали несколько вариантов представления результатов. Во-первых, были сделаны разрезы через 1 м толщиной менее 10 мм (рис. 3). Во-вторых, создана трехмерная поверхность одного из бортов. В-третьих, было проведено моделирование резонатора антенны корабля.

Разрезы корпуса корабля получили с помощью встроенной функции построения разрезов программного комплекса Cyclone. Разрезы строятся непосредственно по облаку точек, т. е. по «сырым» результатам сканирования. Достаточно наметить центральную линию и выбрать функцию построения разрезов. Настройки для построения разрезов учитывают расстояние между разрезами, толщину разрезаемых облаков точек, максимальное расстояние вправо, влево, вверх и вниз.

При этом можно наметить не одну линию, а несколько, ломаную или кривую, в любом случае разрезы будут построены перпендикулярно к этой линии. После построения разрезов ими можно манипулировать: включать нужный разрез, переходить от одного к другому, выводить текущие размеры как отдельный чертеж и многое другое.

Вторая задача состояла в построении трехмерной поверхности одного из бортов. Полученное «облако точек» поверхности борта было преобразовано в сеть треугольников (TIN) и экспортировано в программу AutoCAD (Autodesk Corp., США) в формате DXF. Полученная трехмерная модель будет использоваться для модернизации носовой части корабля, в частности для определения линии реза. Это связано с тем, что для постановки в сухой док ТАВРК «Адмирал Горшков» имеет слишком большую осадку. Поэтому, по технологии требуется отрезать носовой обтекатель при нахождении корабля на плаву.

Последняя задача — построение резонатора антенны — была проведена для демонстрации максимальных возможностей системы (рис. 4). Следует отметить, что расстояние от сканера до измеряемого объекта было чуть меньше 60 м. Однако при построении модели программа Cyclone позволила определить диаметр трубы, который составил 22 ± 1 мм. Построение отдельных труб резонатора проводилось с помощью функции автоматического моделирования, которая позволяет создавать твердотельную модель по указанию на одну из выбранных точек. В программе Cyclone имеются несколько функций для автоматического построения цилиндров, плоскостей, сфер и сглаженных поверхностей. Программа автоматически выбирает соседние точки, кото-

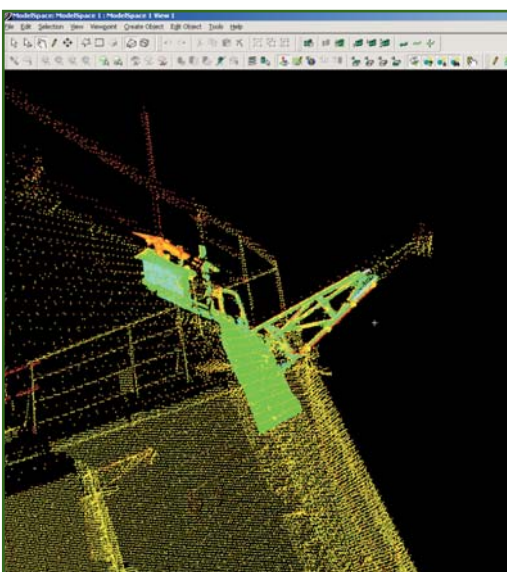


Рис. 4
Трехмерное «облако точек» резонатора

рые подходят для построения подобных элементов. Процесс создания твердотельной трехмерной модели резонатора занял не более 15 минут (рис. 5).

По результатам проведенных работ можно сделать вывод, что сканирующая система HDS2500 совместно с программным комплексом Cyclone является надежным инструментом для построения чертежей сложных объектов, измерения расстояний, объемов и площадей, моделирования новых конструкций и встраивания их в имеющиеся размеры. Скорость работы позволяет достаточно быстро проводить внутренние и наружные измерения. Система гарантирует получение результатов с точностью не более 2 мм, достаточной для построения рабочих чертежей. Гибкость программного обеспечения позволяет ре-

шать большинство задач, возникающих при модернизации или непосредственном строительстве сложных объектов. Полученные данные могут быть обработаны как в программном комплексе Cyclone, так и в системах автоматизированного проектирования, таких как AutoCAD и MicroStation (Bentley Systems, Inc., США).

Авторы надеются, что работы, описанные в статье, позволят расширить область практического применения технологии трехмерного сканирования в отечественном судостроении.

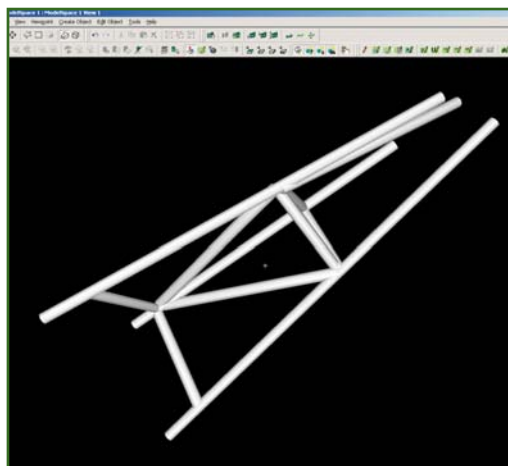


Рис. 5
Трехмерная модель резонатора

RESUME

Usage of the 3-D laser scanning technology provided by the Leica Geosystems AG for making design drawings, 3-D models and the relevant documentation for shipbuilding is considered. Scanning of a heavy aircraft carrier is given as an example. User-friendly interface of the HDS2500 scanner and the Cyclone software package as well as the accuracy provided are assessed.

Украинские нивелиры на рынке России



ИЗЮМСКИЙ КАЗЁННЫЙ
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЗАВОД

ГАРАНТИЯ НАДЕЖНОСТИ И ТОЧНОСТИ!



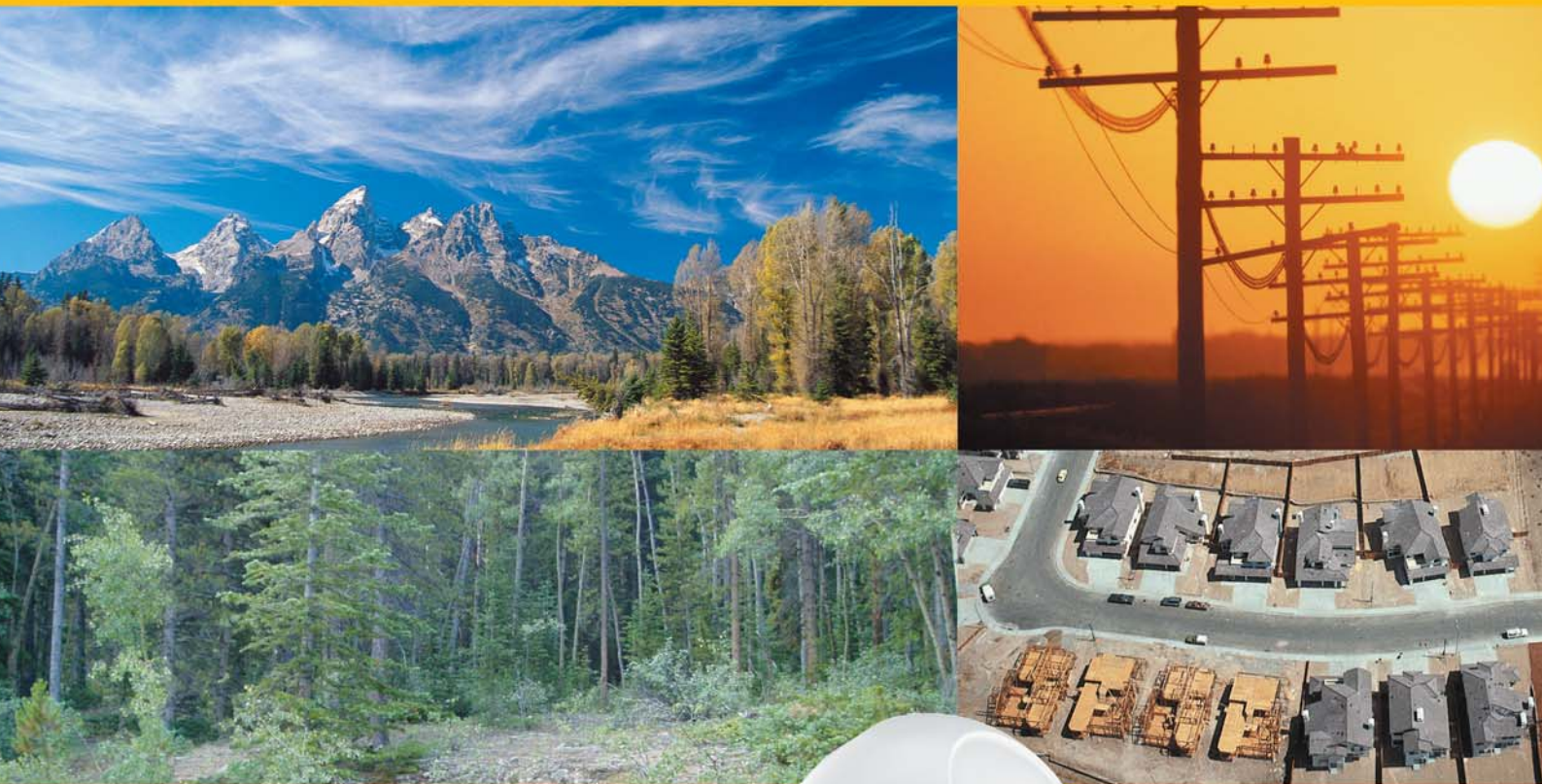
- Эксклюзивный компенсатор с магнитным демфированием.
- Качество, отвечающее требованиям международных и межгосударственных стандартов.
- Ударопрочность, устойчивость к воздействию критических климатических условий.
- Высококачественная оптика.
- Продукция сертифицирована национальными службами стандартизации и сертификации Украины, России, Белоруси, Казахстана и Узбекистана.
- Гарантия - 3 года. Приемлемые цены!
- Прямые поставки с завода.

Изюмский казённый приборостроительный завод
пр-т Ленина, 66, Изюм, Харьковская обл., 64302, Украина
факс +38(05743)214 44, 210 78 тел. +38(05743)241 76, 223 18
www.ipz.com.ua E-mail: ipz@ipz.com.ua

Наши дилеры:
ООО Торгово-промышленная компания «Регион»
ул. 25 лет Октября, д.31, оф. 103, г. Воронеж, Россия, 394000
тел. 57-81-12, 30-09-10

DGPS MAX

Максимум возможностей DGPS в одном приемнике



DGPS MAX

- Принимает сигналы GPS, SBAS, OmniSTAR, а также сигналы радиомаяков
- Обеспечивает качественное слежение за сигналами SBAS в автоматическом режиме по двум каналам
- Выдает данные субметрового позиционирования с частотами до 5 Гц
- Обеспечивает выдачу «сырых» данных для постобработки
- Применяет запатентованную технологию COAST, позволяющую использовать устаревшие поправки дифференциальной коррекции до 40 минут, без существенного снижения точности
- Легко настраивается на нужный режим, с использованием возможностей Setup Wizard
- Назначенные пользователем настройки сохраняются в приемнике при повторном включении



Официальный представитель CSI Wireless в СНГ
ООО «Сварог»

Россия, 119021, Москва, ул. Россолимо, 4, оф. 302

Тел.: +7 (095) 708-36-55, факс: +7(095) 708-35-22

E-mail: commercial@svarog.ru

csi wireless™
www.csi-wireless.com

О ПРЕОБРАЗОВАНИИ СИСТЕМ КООРДИНАТ В MAPINFO PROFESSIONAL

А.Н. Тимофеев («Стройизыскания», Новосибирск)

В 1971 г. окончил НИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». С 1970 по 1996 г. работал в НИИ Прикладной геодезии. С 1997 г. работает в научно-техническом отделе ОАО «Стройизыскания», в настоящее время — главный специалист.

С.С. Легачев («Стройизыскания», Новосибирск)

В 2001 г. окончил СГГА по специальности «астрономо-геодезия». С 2000 г. работает в топографо-геодезической экспедиции ОАО «Стройизыскания», в настоящее время — инженер-технолог.

ГИС MapInfo Professional (MapInfo Corp., США) имеет широкое распространение в России и используется в землеустройстве, ведении территориальных кадастров, экологии, геологии, лесоустройстве и др.

Координатная основа России представлена референцной системой координат. В качестве референцной системы для территории России в 1946 г. была установлена система координат 1942 г. (СК-42), а 1 июля 2002 г. — новая референцная система СК-95 [1]. За отсчетную поверхность в обеих системах координат принят референц-эллипсоид Красовского. В настоящее время СК-42 является основной в повседневной практике и будет использоваться до завершения мероприятий по переходу на СК-95.

Кроме СК-42, в России используются и другие системы координат, например, система координат 1963 г. Тем не менее, большая часть топографических карт масштабов 1:10 000–1:100 000 составлены в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса в системе координат СК-42, а цифровые карты в

растровом и векторном виде являются, в основном, производными от топографических карт в СК-42.

В последнее время широкое распространение приобрели навигационные приемники GPS. Входящий в состав ГИС MapInfo программный модуль «The Geographic Tracker», предназначенный для поддержки системы GPS, хорошо интегрируется с приемниками GPS. В числе функций, выполняемых этим модулем: отображение данных GPS-измерений в графическом и текстовом видах в режиме реального времени. Для определения координат точек местности с помощью спутниковых приемников используется абсолютный метод, который позволяет оперативно определять местоположение объекта местности в системе координат WGS-84.

MapInfo поддерживает более 300 систем координат. Базовой системой координат является WGS-84, за отсчетную поверхность принят общеземной эллипсоид WGS-84. Для преобразования координат в другие системы используются «Уточняющие параметры». Система СК-42 представлена в ви-

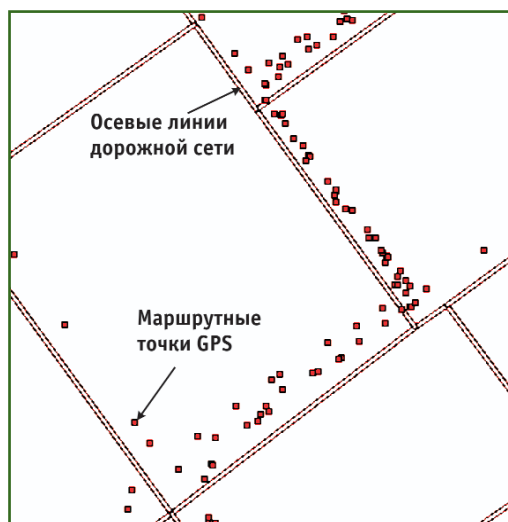


Рис. 1
Фрагмент нестыковки осевых линий дорожной сети в «Пулкovo 1942» и маршрутных точек GPS в WGS-84

де геодезических и плоских прямоугольных координат, в терминологии MapInfo они именуется «Долгота/Широта (Пулкovo 1942)» и «Гаусса-Крюгера (Пулкovo 1942)», отсчетная поверхность системы референц-эллипсоид Красовского [2].

При использовании спутниковой GPS-аппаратуры совместно с ГИС MapInfo у пользователя появляется необходимость соединить топографические карты и данные GPS, пред-

ставленных в СК-42 и WGS-84, соответственно. Для этого в MapInfo выполняется преобразование координат между системами. Однако преобразование координат из системы СК-42 в WGS-84 выполняется не точно, с погрешностью $\Delta x = 21,4$ м, $\Delta y = -2,6$ м.

На рис. 1 приведен пример нестыковки осевых линий дорожной сети, выполненной в «Гаусса-Крюгера (Пулково 1942)», и маршрутных точек GPS в WGS-84.

В общеземной WGS-84 и референцной СК-42 системах координат положение точек земной поверхности могут задаваться различными видами координат: пространственными прямоугольными координатами X, Y, Z , геодезическими B, L, H , плоскими прямоугольными координатами x, y и т. д.

Внутри каждой системы, между видами координат существуют математические связи. Так, в СК-42 геодезические координаты B, L, H связаны с пространственными прямоугольными координатами X, Y, Z , согласно [3], следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} X &= (N + H)\cos B\cos L \\ Y &= (N + H)\cos B\sin L \\ Z &= [(b^2/a^2N + H)]\sin B, \end{aligned} \quad (1)$$

где a и b — полуоси эллипсоида,

$$\begin{aligned} N &= a^2/p, \\ p^2 &= a^2\cos^2 B + b^2\sin^2 B. \end{aligned}$$

Связь между различными системами устанавливается, например, через пространственные прямоугольные координаты этих систем. Для этого используются следующие элементы трансформирования: три линейных (смещение начала координат), три угловых (разворот осей координат) и масштабный коэффициент (линейный масштаб одной системы относительно другой).

В общем случае преобразование координат между системами осуществляется с использованием элементов трансформирования, согласно [3], по формуле:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_B = (1+m) \begin{pmatrix} 1 & +\omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & +\omega_x \\ +\omega_y & -\omega_x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_A + \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ — линейные элементы трансформирования;

$\omega_x, \omega_y, \omega_z$ — угловые элементы трансформирования;

m — дифференциальное различие масштабов систем координат;

A, B — системы координат.

Можно предположить, что в MapInfo используются приближенные элементы трансформирования «Пулково 1942», задающие ориентировку референц-эллипсоида Красовского относительно общеземного эллипсоида WGS-84. В то же время MapInfo позволяет уточнять модели референц-эллипсоидов с использованием элементов трансформирования, в терминологии MapInfo — «парамет-

ров». Поэтому логично ввести в «Пулково 1942» соответствующую корректировку. Для этого необходимо сначала определить элементы трансформирования между системами WGS-84 и СК-42, а затем, используя полученные элементы, уточнить в MapInfo координатную систему. Полученную систему назовем, например, «Пулково 42-WGS».

Изменение координатной системы в MapInfo осуществляется путем ввода соответствующих элементов трансформирования в файл «Mapinfo.prj». Элементы трансформирования между системами WGS-84 и «Пулково 42-WGS» можно получить, например, с помощью программного обеспечения, предназначенного для обработки данных спутниковых геодезических измерений.

Для каждой системы координат файл «Mapinfo.prj» содержит список определяющих ее параметров, записанных в одну строку. Например, строка, определяющая «Пулково 1942», в виде геодезических координат выглядит так:

«Долгота/Широта (Пулково 1942)», 1, 1001.

Строка, определяющая систему плоских прямоугольных координат «Пулково 1942» для 14-й зоны в проекции Гаусса-Крюгера, приведена в следующем виде:

«ГК зона 14 (Пулково 1942)/p28414», 8, 1001, 7, 81, 0, 1, 14500000, 0.

Первым значением в строке описания задается название координатной системы в кавычках. Затем следует номер, задающий вид проекции и, далее, значения параметров координатной системы.

Отредактировав файл «Mapinfo.prj», подставив значения элементов трансформирования, как описано в руководстве [2], получим определе-

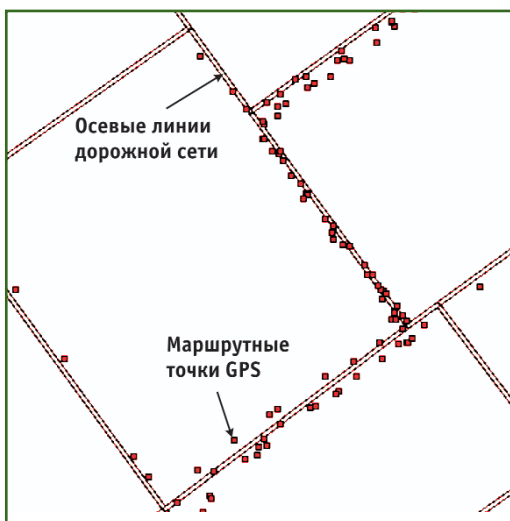


Рис. 2

Фрагмент данных осевых линий дорожной сети в «Пулково 42-WGS», совмещенных с маршрутными точками GPS в WGS-84

ние новой координатной системы «Пулково 42–WGS».

Например, строка, определяющая новую систему координат «Пулково 42–WGS», в виде геодезических координат должна выглядеть следующим образом: *«Долгота/Широта (Пулково 42–WGS)», 1, 9999, 3, 26,3, –132,6, –76,3, –0,22, –0,4, –0,9, –0,12, 0.*

Строка, определяющая систему плоских прямоугольных координат новой «Пулково 42–WGS» для 14-й зоны в проекции Гаусса-Крюгера, должна быть введена в следующем виде:

«ГК зона 14 (Пулково 42–WGS)/p28414», 8, 9999, 3, 26,3, –132,6, –76,3, –0,22, –0,4, –0,9, –0,12, 0, 7, 81, 0, 1, 14500000, 0.

Указанные элементы трансформирования являются также приближенными, но позволяют на порядок повысить точность

пересчета координат между системами «Пулково 42–WGS» и WGS–84 в MapInfo, приблизив ее к метровой точности (рис. 2).

Точные элементы трансформирования между системами координат могут быть получены, например, в результате совместного уравнивания результатов спутниковых и наземных измерений [4], включая элементы трансформирования при уравнивании в качестве дополнительных неизвестных.

На практике, при работе в MapInfo с данными навигационных приемников GPS, метровая точность пересчета является достаточной, чему удовлетворяют приведенные элементы трансформирования.

▼ Список литературы

1. Постановление Правительства РФ «Об установлении государственных систем координат» № 568 от 28 июля 2000 г.

2. MapInfo Professional. Руководство пользователя. — Нью-Йорк: MapInfo Corp., 2000.

3. ГОСТ Р 51794–2001. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек. — М.: Госстандарт РФ, 2001.

4. Маркузе Ю.И. Алгоритм объединения наземных и спутниковых геодезических сетей // Геодезия и картография. — 1997. — № 9.

RESUME

Errors of the coordinate transformation for the «1942» (SK–42) and WGS–84 coordinate systems in the MapInfo are estimated as 21,4 m for the x axis and –2,6 m for the y axis. This accuracy is insufficient for certain tasks when contemporary (including navigational) GPS-systems are used.

An algorithm for correction of the transformation elements for the SK–42 coordinate systems relative to the basic WGS–84 coordinate system using MapInfo standard tools is presented. This correction is aimed at the accuracy improvement.

МАР INFO[®]
Современные геоинформационные технологии

С полевых измерений все только начинается...

в России

ООО "ЭСТИ МАП"
119002 Москва Калосин пер.4
офис 1-14 тел/факс 540-4659, 589-1171
www.esti-map.ru e-mail: esti-m@esti-map.ru

СНИМКИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ СО СПУТНИКОВ QUICKBIRD И WORLDVIEW. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

М.А. Болсуновский («Совзонд»)

В 1990 г. после окончания Киевского высшего инженерного радиотехнического училища служил в рядах ВС РФ. С 2000 г. работал в ООО «Гео Спектрум», а с 2002 г. — в ФГУП ВО «Техмашимпорт». С 2004 г. по настоящее время — директор по маркетингу компании «Совзонд». В 2004 г. получил степень «Мастер делового администрирования в области стратегического планирования» (Master of Business Administration) во Всероссийской академии внешней торговли МЭРИТ РФ.

Широкий коммерческий доступ к спутниковым данным высокого разрешения открыл множество новых возможностей для их использования. Данные ДЗЗ можно использовать вместо аэрофотосъемки или наземной топографической съемки. Спутниковые изображения могут быть получены на любую территорию мира, в нужный временной период и по доступной цене. В настоящее время из всех спутников, данные которых могут быть использованы для гражданских целей, QUICKBIRD имеет самое высокое разрешение.

▼ Спутник QUICKBIRD

Космический аппарат QUICKBIRD был запущен 18 октября 2001 г. с авиабазы Ванденберг (США). Владелец спутника является компания

DigitalGlobe (США). Спутник был выведен на околоземную солнечно-синхронную орбиту с наклоном 98° и высотой 450 км, обеспечивающую его прохождение над любым районом Земли каждые 1–3,5 дня. Спутник QUICKBIRD предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 61 см в панхроматическом режиме и 2,4 м в мультиспектральном режиме. Основными преимуществами спутника QUICKBIRD являются широкая полоса охвата (размер сцены 16,5x16,5 км) и высокая метрическая точность.

Спутник совершает 15 витков вокруг Земли за сутки и способен получать данные с производительностью около 57 сцен за виток (около 70 млн км² за год).

Данные, получаемые со спут-

ника QUICKBIRD, обладают рядом преимуществ.

Пространственное разрешение земли на снимках составляет от 0,61 м в точке надира до 0,66 м для съемки под углом 15° . 90% кадров, получаемых со спутника QUICKBIRD, имеют угол наклона в диапазоне $0-15^\circ$. Это обеспечивает получение изображений объектов земной поверхности в плане с точностью порядка 1 м, что позволяет использовать их при создании планов масштаба 1:2000. На рис. 1. демонстрируется возможность представления информации на снимках, получаемых со спутников: EROS A (разрешение 1,8 м), IKONOS (разрешение 1 м) и QUICKBIRD (разрешение 61 см).

Спутник QUICKBIRD позволяет получать снимки с разнооб-



Рис. 1

Изображение одного объекта, полученное с помощью разных спутников

разными спектральными характеристиками: панхроматический канал, расширенный в ближнюю инфракрасную область, с более высоким разрешением, и четырех мультиспектральных каналов (три в видимом диапазоне, один — в ближнем инфракрасном). Используя методы слияния данных, мультиспектральные данные могут комбинироваться с панхроматическими для получения цветных изображений (в естественных или псевдоцветах) с высокой разрешающей способностью.

Получение данных на одну и ту же территорию возможно с высокой периодичностью, что обеспечивает решение разнообразных прикладных задач, требующих многократных повторных наблюдений.

Данные, полученные со спутника QUICKBIRD, обладают высокой радиометрической разрешающей способностью за счет 11-битового динамического диапазона (2048 уровней серого), что позволяет различать множество деталей на очень ярких или темных областях снимка. Это, в свою очередь, облегчает решение задач дешифрирования отдельных элементов изображения (рис. 2).

Ширина полосы захвата изображений QUICKBIRD, снятых под углом в диапазоне 0–15°, приблизительно равна 16,5–18 км. Поэтому площадь территории каждого кадра составляет от 270 до более чем 300 км² (рис. 3).



Рис. 2
Изображение одного объекта в различных динамических диапазонах

▼ **Перспективы расширения возможностей данных, получаемых со спутников компании DigitalGlobe**

Компания DigitalGlobe планирует в середине 2006 г. запустить коммерческий спутник дистанционного зондирования нового поколения WORLDVIEW. В создании аппарата принимают участие корпорация Ball Aerospace, которая выполняет работы по созданию платформы и спутника, и Eastman Kodak Company, конструирующая оптико-электронную систему. Запуск планируется осуществить с помощью ракеты-носителя Delta 2 корпорации Boeing. Программное обеспечение для приема, обработки и хранения получаемых данных разрабатывает компания BAE SYSTEMS совместно с Research Systems, Inc. Перевод существующей системы компании DigitalGlobe на новое программное обеспечение для приема данных со спутника WORLDVIEW начато в конце 2004 г. и будет завершено в первой половине 2005 г.

Спутник WORLDVIEW будет обладать следующими основными характеристиками:

- максимальное пространственное разрешение изображения не хуже 50 см;
- периодичность съемки — 1 сутки;
- мультиспектральные изображения будут передаваться в 8 спектральных каналах;
- увеличится производительность системы за счет большего объема памяти на борту и

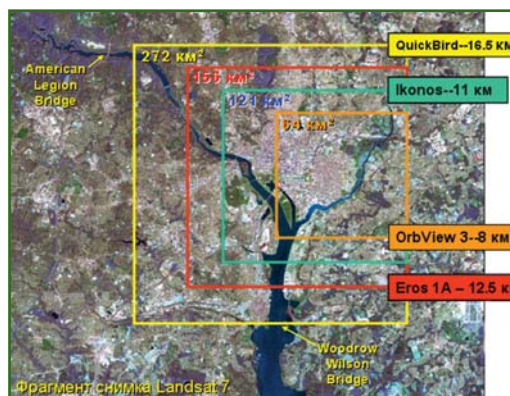


Рис. 3
Площадь территории одного кадра, получаемого с помощью различных спутников

более высоких скоростей передачи полученных данных на наземные приемные станции;

- будет повышена маневренность аппарата.

Кроме того, наземная система управления космическим аппаратом сможет давать указания спутнику, позволяя получать изображения более оперативно — в течение нескольких часов. В настоящее время для этого требуется несколько дней.

Спутник WORLDVIEW сможет снимать до 500 000 км² в день с пространственным разрешением лучше 1 м. Это позволит объединенной системе спутников WORLDVIEW и QUICKBIRD увеличить производительность в 4,5 раза по сравнению с существующими коммерческими космическими системами дистанционного зондирования.

Спутник QUICKBIRD продолжит поставлять данные высокого разрешения минимум до 2009 г., и будет являться частью объединенной системы получения данных дистанционного зондирования со спутником WORLDVIEW.

Предполагается, что после запуска первого спутника WORLDVIEW, будет построен и выведен на орбиту аналогичный аппарат.

▼ **Данные со спутника QUICKBIRD в России**

Распространением данных со спутника QUICKBIRD занимаются

авторизованные дистрибьюторы компании DigitalGlobe, полный список которых представлен на сайте www.digitalglobe.com.

Компания «СОВЗОНД» предоставляет услуги по подбору оптимального покрытия архивными данными со спутника QUICKBIRD, а также по выполнению съемки на заказ в соответствии с требованиями заказчика. В связи с появлением на орбите новых коммерческих спутников высокого разрешения стоимость данных имеет ярко выраженную тенденцию к снижению. Так, стоимость минимального заказа данных со спутника QUICKBIRD (25 км²) в настоящее время составляет 600 дол. (16 800 руб. по текущему курсу). Поставка данных из архива осуществляется в течение недели, заказ новой съемки выполняется в течение 2 недель — 2 месяцев в зависимости от погодных условий. Стандартный заказ предполагает, что облачность не превысит 20% площади. При заказе данных с гарантированным уровнем облачности менее 20% к цене заказа применяется по-

вышающий коэффициент. В случае заказа съемки на одну и ту же территорию не менее 1 раза в год заказчик получает скидку до 25% на новую съемку.

С 17 сентября 2004 г. компания DigitalGlobe предложила новую модель лицензирования для заказчиков федерального и местного уровней, которая явилась кардинальным изменением в традиционном понимании лицензирования коммерческой продукции ДЗЗ. Новая модель лицензирования действует в отношении данных со спутника QUICKBIRD, к производимым на их основе работам, а также к картографической продукции, разрабатываемой конечными пользователями. Теперь совместно с генеральным заказчиком эти данные могут использоваться пользователями, указанными при заказе снимков (до 25 организаций).

Дэвид Нэйл, первый вице-президент DigitalGlobe, считает, что новая лицензионная модель компании ликвидирует важный барьер, который препятствовал государственным организациям

использовать данные совместно с заинтересованными коммерческими организациями. Ограничения десятилетней давности являлись проблемой для коммерческой спутниковой индустрии и, по сути, запретом на использование спутниковых снимков на муниципальном рынке. Новое лицензирование предполагает свободу, гибкость и простоту, необходимые заказчиком.

Компания «СОВЗОНД» предлагает такие же условия лицензирования российским заказчикам.

RESUME

Applicability of the high-resolution imagery from the QuickBird satellite provided by the DigitalGlobe Company in comparison with the space images of 1 m resolution and better is demonstrated. The characteristics of the imagery of the next generation WorldView satellite are given. These new images of the DigitalGlobe Company will have the resolution of about 50 cm. The new licensing terms for the remotely sensed data commercial usage by the Russian users are also presented.



QUICKBIRD
IKONOS
ORBVIEW
EROS
SPOT
IRS
LANDSAT
ASTER
RADARSAT

Компания «Совзонд» —
точный взгляд на мир



Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором мировых лидеров в области дистанционного зондирования — компаний Space Imaging, DigitalGlobe, OrbImage, SpotImage, ImageSat International, Геологической Службы США, предлагая российским заказчикам цифровые изображения, полученные со спутников QUICKBIRD, IKONOS, ORBVIEW, EROS, SPOT, IRS, RADARSAT, ASTER, LANDSAT и др., а также услуги по их тематической обработке и выполнению проектов в соответствии с требованиями заказчика. Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования - PHOTOMOD, SOCET SET, ENVI, ERDAS, ER Mapper, TNTmips, eCOGNITION, и др.

(095)514-83-39
(095)923-30-13
sovzond@sovzond.ru
www.sovzond.ru

ЦИФРОВЫЕ КАМЕРЫ СРЕДНЕГО ФОРМАТА ЗАВОЕВЫВАЮТ РЫНОК*

Франк Арте (Applanix Corp., Канада)

В настоящее время — технический обозреватель по взаимодействию со СМИ. Специализируется на аэросъемочных и наземных фотограмметрических прикладных задачах.

Последние достижения в развитии технологий, а также значительно расширившиеся возможности коммерческого использования данных аэрофотосъемки и дистанционного зондирования привлекли внимание потребителей к цифровой съемке и ее преимуществам по сравнению с традиционной съемкой на пленку. Пленочные камеры, состоящие из механических подвижных частей, требуют точной калибровки и специального ухода. Только в этом случае можно обеспечить точность съемки, необходимую для решения задач картографирования в соответствии с существующими стандартами. Точно установив скорость срабатывания затвора, задав апертуру и выбрав оптические фильтры, при помощи аэрофотосъемочных камер можно получать изображения с высоким качеством. Однако качество конечного продукта существенно зависит от носителя информации. Пленка же, используемая в таких камерах, неоднородна по полю тона и подвержена деформации. Поэтому полученные на ней изображения плохо поддаются корректировке.

Процесс получения снимков с помощью цифровых камер отличается гораздо большей гибкостью. Оператор может корректировать качество изображений непосредственно в ходе съемки, делая поправки на неравномерность распределения яркости по полю изображения и наличие затемненных областей. Он также может выполнять виньетирование, т. е. исправлять колебания яркости по полю

изображения и др., в зависимости от изменяющихся атмосферных условий. Длительность полного цикла обработки цифровых изображений сокращается до нескольких часов, в то время как обработка пленки может продолжаться несколько недель. Кроме того, цифровые снимки обладают гораздо большей резкостью, чем изображения, полученные сканированием пленок, благодаря чему измерения в автоматическом режиме выполняются с высокой точностью. Полностью цифровой подход к получению геоинформации — именно эта технология является перспективной и за ней — будущее.

Появившиеся в последнее время цифровые аэрофотокамеры встречены потребителями с большим энтузиазмом. Однако полностью цифровой метод получения изображений связан с серьезными затратами, что часто ограничивает его использование, несмотря на очевидные преимущества.

При решении ряда прикладных задач для получения аэроснимков используются малоформатные, среднеформатные и крупноформатные цифровые камеры. Основное их отличие состоит в размере ПЗС-матрицы (светочувствительной интегральной схемы, называемой прибором с зарядовой связью, которая была разработана для регистрации и хранения видеоданных) и, соответственно, зоне охвата поверхности съемочной системой. Малоформатные камеры имеют размер ПЗС-матрицы 1000х1000/2000х3000 пикселей, среднеформатные — 4000х4000/5400х4000

пикселей, крупноформатные — 6000х6000/2000х12000 и более пикселей.

Конечно, существуют и другие различия — высота полета, фокусное расстояние камеры, скорость полета самолета и т. д., определяющие оптимальное расстояние на поверхности, соответствующее одному пикселю, однако в этой статье они рассматриваться не будут.

▼ Малоформатные цифровые камеры

Коммерческое использование цифровых камер малого формата для аэросъемки весьма ограничено. До сих пор в большинстве случаев использовалось оборудование компаний Kodak DCS и MegaPlus, которое приспособилось такими организациями как Geotechnologies (Великобритания) и SenSyTech (США) для их нужд. В стандартных картографических приложениях основным ограничением является размер матриц, позволяющих получать изображения размером от 1000х1000 до 2000х3000 пикселей. Поэтому системы малого формата представляют интерес для пользователей, которым нужны изображения небольших участков — работникам лесных хозяйств, геофизикам, а также организациям, занимающимся мониторингом окружающей среды или шельфа. Специалистам, занимающимся топографическим картографированием, необходимы снимки больших участков поверхности, поэтому им больше подходят крупноформатные ка-

* Статья была опубликована в журнале «Earth Observation», October 2004, Vol. 13, N 6. Перевод статьи выполнен Е.Б. Краснопевцевой.

меры. Инфракрасные изображения (ИК) малоформатных камер популярны среди работников сельского хозяйства — агрономов, почвоведов и др. Такие системы, в основном, используются для съемок небольших территорий, но даже в этом случае может потребоваться большое количество изображений.

▼ Крупноформатные цифровые камеры

Представленные в настоящее время цифровые съемочные системы большого формата разработаны компаниями, хорошо зарекомендовавшими себя в области современных технологий для решения широкого спектра постоянно меняющихся задач промышленности — Z/I Imaging (США), Leica Geosystems (Швейцария) и Vexcel Corp. (Австрия-США). Компании Z/I Imaging и Leica Geosystems имеют большой опыт в проектировании и создании аэрофотокамер для картографирования. Разработанные ими стандартные аэрофотосъемочные камеры с пленочными носителями признаны в мире одними из лучших. Такой же репутацией пользуются на рынке и представленные ими цифровые системы. Компания Vexcel, сравнительно недавно вышедшая на рынок цифровых съемочных систем, имеет богатый опыт решения прикладных задач дистанционного зондирования. Vexcel выпустила собственную версию крупноформатной съемочной системы, которая стала серьезным конкурентом разработкам названных выше компаний.

Почему же, тем не менее, некоторые пользователи данных крупноформатных камер с пленочным носителем не переходят на цифровые системы? Основная причина — их высокая стоимость. Приобретение любой из упомянутых цифровых съемочных систем требует больших затрат от компании, которая хотела бы полностью переключиться на цифровые технологии. Именно стоимость стала решающим фактором, определившим разработку и создание цифровых съемочных систем среднего

формата, которые выступают как альтернативный продукт, позволяющий воспользоваться преимуществами цифровых технологий. Если ранее формат цифровых камер считался ограничивающим фактором, то в настоящее время эту проблему можно считать решенной в связи с широкой доступностью ПЗС-матриц, размером 4000×4000 пикселей и более. Несмотря на то, что площадь захвата таких камер все же меньше, чем у их крупноформатных аналогов, цифровые камеры среднего формата становятся вполне реальной альтернативой при решении определенных задач. Правильная позиция на рынке и умелое использование в системах сбора данных представляет собой ключ к успеху развития этого направления цифровых съемочных систем.

▼ Цифровые камеры среднего формата как альтернативное решение

В последние годы наблюдается стабильный рост количества среднеформатных цифровых аэросъемочных камер, представленных на рынке. Европейские и североамериканские компании, занимая ведущие позиции в разработке камер среднего формата, ведут активную рекламную кампанию для их продвижения. До недавнего времени организации, занимающиеся сбором данных аэросъемки и дистанционного зондирования, недооценивали преимущества камер среднего формата по сравнению с крупноформатными камерами.

Большинство среднеформатных камер использовалось в съемочных системах вместе с лазерными сканерами для повышения информативности получаемых данных. Благодаря тому, что в цифровую камеру встроена инерциальная навигационная система GPS/IMU, которая формирует оценки точного положения и ориентации для каждого кадра изображения, существенно возросла точность географической привязки, что, в свою очередь, позволяет рассматривать возможность применения камер среднего формата для фотограмметрического

картографирования.

Число компаний-производителей цифровых съемочных систем среднего формата пока еще не велико. Компания Spectrum Mapping, образованная при слиянии Enerquest и 3Di (США), разработала камеру NexVue со сменными объективами 50 и 90 мм, которые крепятся к корпусу с цифровым модулем. Цифровая модульная аэрокамера DiMAC (Digital Modular Aerial Camera), выпускаемая компанией Aerophoto (Бергем, Люксембург), состоит из одной или нескольких камер и по конструкции аналогична крупноформатной системе DMC компании Z/I Imaging, разработанной также на основе модульного принципа. Система DiMAC может быть сконфигурирована как мало-, средне- или крупноформатная камера, что обеспечивает широкие возможности ее применения. Компания Rollei (Германия) давно поставляет на рынок db44/45-метрические камеры для наземных и аэросъемок. Компания Applanix (Канада) выпускает разработанную «под ключ» цифровую съемочную систему DSS (Digital Sensor System).

Система DSS, единственная из приведенных выше камер, имеет встроенную навигационную систему (FMS) и с помощью GPS обеспечивает географическую привязку регистрируемых данных параллельно со съемкой. Кроме того, в рабочий комплект входит стабилизированная по азимуту платформа для автоматического управления углом поиска камеры. Такие возможности в принципе существуют и у других камер среднего формата, благодаря чему они легко вписываются в измерительные системы, предназначенные для решения различных задач. В частности, использование стабилизирующих платформ и инерциальных навигационных систем со встроенными модулями GPS/IMU, разработанными сторонними фирмами, может расширить потенциальные возможности и улучшить эксплуатационные характеристики цифровых съемочных систем.

Следует отметить, что эти компании выпускают модульные системы из готовых узлов в компоновке, удобной для задач аэрофотосъемки. Набор опций у этих систем примерно одинаков — цветная и/или ИК-съемка, встроенная навигационная система FMS, возможность использования на небольшом одномоторном самолете. Модуль GPS/IMU, выполняющий географическую привязку одновременно с регистрацией данных, позволяет сократить эксплуатационные расходы.

▼ Выбор камеры в зависимости от проекта

Основными потребителями среднеформатных съемочных систем являются небольшие и средние фирмы-поставщики услуг, которые рассматривают возможность перехода на цифровые технологии, но пока еще используют камеры с пленочным носителем для выполнения проектов по картографированию. Для успешного продвижения цифровых камер среднего формата необходимо сориентировать их на решение конкретных прикладных задач, определив соответствующие технические характеристики. С этой точки зрения среднеформатные цифровые съемочные камеры не составят конкуренции крупноформатным аналогам и займут собственную нишу на рынке.

Задачи топографического картографирования, для которых нужны изображения масштаба от 1:2500 до 1:30 000, могут успешно решаться благодаря данным, полученным с помощью крупноформатных цифровых камер. Стандартное инженерное картографирование больших городских территорий требует наличия полной наземной сети геодезического обеспечения и аэротриангуляционных реперов. Для построения цифровой модели местности и ортофотоплана должна быть обеспечена точность в плане и по высоте не менее 9 см при эффективном разрешении на местности не менее 5 см. В таких проектах нецелесообразно использовать среднеформатные съемочные системы.

Компании, занимающиеся картографированием больших территорий, заинтересованы в крупноформатных изображениях. При этом можно рационально спланировать маршрут съемки, обеспечив максимальный захват при небольшом количестве пролетов, тем самым сократив стоимость проекта. Однако при картографировании меньших территорий, линейно протяженных объектов, небольших участков с заданными границами, а также зон бедствий и катастроф на стоимость проектов, в первую очередь, влияют такие факторы, как захват изображения, наличие пунктов наземной опорной сети и аэротриангуляции, а также время доставки данных.

▼ Место среднеформатных цифровых камер на рынке цифровых технологий

Для картографирования небольших участков неправильной формы и узких протяженных участков, а также трубопроводов и линий электропередач не всегда требуется захват, обеспечиваемый крупноформатной камерой. Проекты, связанные с анализом последствий стихийных бедствий, требуют короткого цикла обработки данных. Мгновенная геометрическая привязка приобретает неограниченное значение при изучении мест, для которых наземный контроль затруднен, например, при локализации очагов лесных пожаров или нефтяных пятен на водной поверхности, а также на открытых разработках. Для картографирования узкой полосы подстилающей поверхности используется одномаршрутная съемка без прохождения маршрута в обратном направлении, и достаточно просто выполняется географическая привязка изображений небольших участков для последующего составления ортофотомозаики. Использование крупноформатных цифровых камер для реализации таких небольших проектов может быть экономически малоэффективным, хотя, безусловно, существенно ускоряет их завершение.

Для небольших организаций, занимающихся аэросъемкой и

дистанционным зондированием, использование доступных цифровых камер среднего формата может принципиально изменить их деятельность за счет упрощения технологии, существенного сокращения расходов и, что наиболее важно, оперативности получения данных. Так, например, смещения вдоль разлома Сан Андреас, ранее скрытые плотным покровом растительности и появившиеся после лесных пожаров в Калифорнии (США), были быстро и эффективно идентифицированы по данным среднеформатной съемочной системы. С помощью цифровой аэрокамеры среднего формата сотрудники NOAA выполнили съемки побережья Северной Калифорнии вскоре после прохождения урагана Изабель. Насколько эффективна цифровая съемка с одновременной географической привязкой изображений, можно судить по тому, что уже через два часа после приземления самолета сотрудники NOAA работали с цифровыми изображениями высокого разрешения.

Определение областей использования данных, полученных с помощью оптимальных для данных задач технологий, открывает новые возможности для коммерческого развития организаций, которые могут обеспечивать цифровые изображения с геопривязкой в короткие сроки. В настоящее время модульные, компактные, экономически эффективные цифровые камеры среднего формата уже доказали свою жизнеспособность.

RESUME

Usage of the digital cameras for aerial surveying provides for higher efficiency of both getting and processing images of the surveyed territory. The performance as well as the capabilities of different class digital cameras are given including small-format, large-format and medium-format instruments. Efficiency of the medium-format camera usage for topographic mapping on scales of 1:2,500 and up to 1:30,000 is grounded.

СОБЫТИЯ

- ▼ Компания «Геокосмос передала деятельность по поставкам геодезического оборудования компаниям «ГеоПолигон» и «ГеоЛИДАР» (Москва, 6 декабря 2004 г.)



Компания «Геокосмос» объявила о передаче деятельности по поставкам геодезического оборудования Trimble Navigation (США) и Riegl (Австрия) компании «ГеоПолигон», а Optech, Inc. (Канада) и Applanix Corp. (Канада) — компании «ГеоЛИДАР».

Поставки спутникового и оптико-электронного геодезического оборудования Trimble Navigation, лазерных сканеров Riegl и гидрографического оборудования Ohmex в России будет осуществлять компания «ГеоПолигон». На должность директора назначен С.А. Котов. «Основной своей задачей, — комментирует Сергей Котов, — я считаю соединение высокой репутации компании «Геокосмос», ее многолетнего опыта и традиций с новыми технологиями продвижения высококачественного геодезического оборудования в новой компании».

Сервисное обслуживание клиентов обеспечат самые современные в России центр Trimble Navigation и центр Riegl, также переданные компании «ГеоПолигон».

Исполняющий обязанности директора компании «ГеоЛИДАР» М.Б. Ибрагимов заявил: «Воздушные лазерные сканеры ALTM, «подводные» сканеры SHOALS производства Optech и системы прямого геопозиционирования производства Applanix являются на-

столько высокотехнологичным оборудованием, что требуют сосредоточения специальных ресурсов. Именно для этого и организована наша компания». Компании «ГеоЛИДАР» также передан недавно созданный технический центр Optech и Applanix.

«В рамках нашей пятилетней программы качества, в том числе и для постоянного повышения конкурентоспособности на зарубежных рынках, принято решение о концентрации ресурсов компании «Геокосмос» на предоставлении услуг в области геодезии и картографии. Особое внимание будет уделено технологиям съемки и картографирования в режиме реального времени, — говорит президент компании «Геокосмос» С.Р. Мельников. — Мы также гарантируем клиентам, приобретавшим ранее у нас оборудование или собирающимся это делать, что качество их обслуживания нашими партнерами будет только расти. Это определяется специальными условиями соглашения».

За дополнительной информацией обращайтесь в пресс-службы компаний:

«ГеоПолигон» (тел/факс: (095) 725-25-06, e-mail: info@geopolygon.ru);

«ГеоЛИДАР» (тел/факс: (095) 540-70-67, e-mail: info@geolidar.ru);

«Геокосмос» (тел: (095) 959-40-80, факс: (095) 959-40-87, e-mail: inna_sokolova@geokosmos.ru).

Пресс-релиз компании «Геокосмос»

- ▼ **Специализированные курсы по изучению системы CREDO ТОПОПЛАН 1.0 (Минск, Белоруссия, 17 января — 4 февраля 2005 г.)**

Это стало первым значительным мероприятием подобного рода после официального появления нового программного продукта на рынке.



Важность эффективного освоения широких функциональных возможностей CREDO ТОПОПЛАН 1.0 и последующего внедрения системы потребовала от организаторов тщательного подхода к организации обучения. Специалисты СП «Кредо-Диалог» подробно изучили опыт проведения прошлогодних курсов, на которых демонстрировалась тестовая версия CREDO ТОПОПЛАН 1.0. С учетом необходимых изменений была разработана новая учебная программа, предполагающая последовательное и подробное изучение функциональных возможностей системы.

Проведение таких специализированных курсов является неотъемлемой частью внедрения в практику проектно-исследовательских работ нового программного продукта, созданного на информационно-инструментальной платформе CREDO III.

В мероприятии приняли участие специалисты организаций-партнеров, а также преподаватели региональных учебно-внедренческих центров CREDO из Алма-Аты, Екатеринбург, Иркутска, Казани, Киева, Краснодара, Тюмени.

Главной целью курсов было обучение работе с системой CREDO ТОПОПЛАН 1.0. Особое внимание организаторы уделили отработке новой учебной программы по освоению системы. Для преподавателей учебных центров одним из важней-

ших аспектов было рассмотрено методики преподавания, которую планируется использовать при последующем обучении пользователей особенностям работы в CREDO ТОПОПЛАН 1.0.

Основная тема семинара была сформулирована следующим образом: «Создание топографических планов инженерного назначения в системе CREDO ТОПОПЛАН 1.0». Обучение проходило в течение пяти дней и включало лекции и практические занятия. При этом большая часть времени отводилась именно на практическую работу по освоению нового программного продукта.

На занятиях слушатели ознакомились с основными функциональными возможностями системы. Отдельно обсуждались ее отличия от CREDO_TER и CREDO_MIX. В ходе лекций были подробно рассмотрены источники, структуры и виды исходных данных, методы создания и редактирования цифровых моделей рельефа и ситуации, а также методы создания, редактирования и выпуска чертежей топографических планов. Кроме того, участники изучали возможности классификатора топографических объектов, особенности импорта и экспорта данных, системно-технические требования для эксплуатации CREDO ТОПОПЛАН 1.0. Для закрепления полученных знаний проводились самостоятельные занятия, на которых слушатели выполняли контрольные задания из специально подготовленных для курсов рабочих тетрадей.

В последний день участники выполнили зачетную работу. Большинство из них успешно справились с заданием. По итогам курсов представителям дилерских организаций были выданы сертификаты на сопровождение CREDO ТОПОПЛАН

1.0. Практически все сотрудники учебно-внедренческих центров CREDO получили сертификаты на право преподавания новой системы.

По окончании курсов состоялось заседание «круглого стола», в котором приняли участие главный конструктор СП «Кредо-Диалог» Г.В. Величко и специалисты департамента программного обеспечения. В беседе обсуждались особенности работы в CREDO ТОПОПЛАН 1.0, направления развития функциональности системы, вопросы обучения пользователей и др.

Учитывая серьезные цели, которые ставили перед собой организаторы, курсы можно с уверенностью назвать успешными. Слушатели отметили высокий уровень организации, а также профессионализм сотрудников СП «Кредо-Диалог», проводивших обучение. Одним из главных результатов данного мероприятия стало расширение круга специалистов, способных должным образом представлять систему CREDO ТОПОПЛАН 1.0. В условиях возрастающего интереса пользователей к новому программному продукту CREDO III наличие в различных регионах России и СНГ таких специалистов позволит эффективно провести переоснащение организаций и обучение их сотрудников.

В ближайшие месяцы СП «Кредо-Диалог» планирует проведение дальнейших мероприятий по освоению CREDO ТОПОПЛАН 1.0 пользователями, что обусловлено начавшимся распространением новой системы. Ежемесячно такие специализированные курсы будут проводиться в Москве и Санкт-Петербурге. Информацию об учебных мероприятиях СП «Кредо-Диалог» можно найти на сайте www.credo-dialogue.com.

Кроме того, работа по изуче-

нию системы CREDO ТОПОПЛАН 1.0 активно ведется в региональных учебно-внедренческих центрах CREDO. Так, в Казани в феврале 2005 г. дважды прошли курсы, на которых изучались функциональные возможности системы и особенности ее использования для сбора, обработки, хранения и использования топографо-геодезической информации. С 21 по 26 февраля 2005 г. семинар по освоению CREDO ТОПОПЛАН 1.0



Представление возможностей системы CREDO ТОПОПЛАН 1.0

состоялся в учебном центре Екатеринбурга. В нем принял участие руководитель отдела комплексного обучения СП «Кредо-Диалог» Д.В. Чадович. В то же время обучение прошло в Тюмени в учебном центре на базе ТюмГАСА.

Очевидно, что распространение системы на рынке программных продуктов для изысканий, проектирования и геоинформационного обеспечения потребует значительных усилий по освоению ее возможностей и переобучению пользователей. Поэтому необходимо рассматривать учебные мероприятия, организованные СП «Кредо-Диалог» и организациями-партнерами, как начало серьезной работы по продвижению системы CREDO ТОПОПЛАН 1.0.

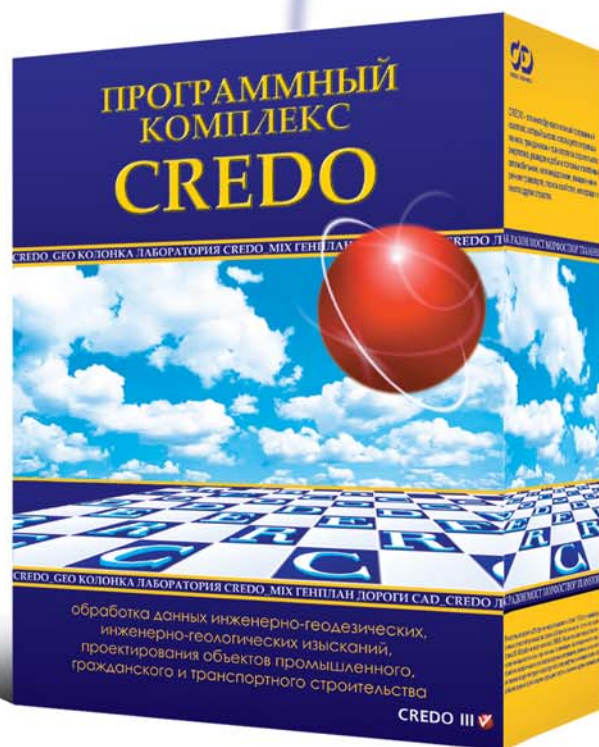
Пресс-релиз
СП «Кредо-Диалог»

НОВЫЕ ЗАДАЧИ —

НОВОЕ РЕШЕНИЕ!

ТОПОПЛАН 1.0

— СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ И
ВЫПУСК ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ



CREDO III ✓



Снимки спутника QuickBird чрезвычайных ситуаций

Абонентская программа QuickBird:

Заказчики продукции QuickBird имеют уникальную возможность проводить регулярную съемку одного и того же района интереса для выявления сезонных или годичных изменений растительности, гидрографии, застройки, состояния окружающей среды и др. Съемка осуществляется во временные промежутки, указанные заказчиком.

Участникам Абонентской программы предоставляется **20% скидка** на второй сбор данных и **25% скидка** на третий и последующие сборы.



29 апреля 2004

Мультиспектральная съемка.
Отсутствие листовного и
снежного покрова. Состояние
озимых полей. Определение и
подготовка посевных площадей.



15 июля 2004

Мультиспектральная съемка.
Вегетативный максимум.
Самая полная информация о
годовом назначении полей.



30 сентября 2004

Мультиспектральная съемка.
Оценка убранных полей и
подготовка их к следующему году.

Картографирование и мониторинг в районах добычи полезных ископаемых:

- отслеживание быстрых изменений рельефа
- планирование работ
- оценка объемов добычи
- анализ местности перед проведением геологоразведочных работ

д в природопользовании, циях и охране окружающей среды

Космические снимки высокого разрешения позволяют:

Создавать геоинформационные системы сельскохозяйственных угодий, включая оборот сельхоз культур на полях и болезни растений, состояние и увлажненность почвенного слоя.

Отслеживать развитие процессов эрозии, планировать меры по сохранению пахотных земель от разрушения. Выявлять виновных в нецелевом использовании земель.

Определять участки загрязненные промышленными и бытовыми отходами, зоны экологических катастроф. Оценивать характер и степень разрушений. Планировать спасательные и восстановительные работы.



Пожар в горных лесах Аризоны
Мультиспектральная съемка.
Определение и локализация
очагов пожара. Оценка ущерба.

ЗАО "Гео-Надир" является авторизированным дистрибьютором всего перечня продукции спутника QuickBird на территории Российской Федерации, Казахстана, Узбекистана, Кыргызстана, Таджикистана и Туркменистана.



ЗАО "Гео-Надир"

Москва 109390, ул. Артюхиной, д. 6 "Б"
т. (095)178-3648, 726-0768, т./ф. (095)179-4264
www.geo-nadir.ru, e-mail: info@geo-nadir.ru

Катастрофические последствия цунами 26 декабря 2004 года



ДО Затопленные поля ПОСЛЕ



ДО Разрушенный мост ПОСЛЕ



ДО Заваленные мусором улицы ПОСЛЕ



ДО Уничтоженная гавань ПОСЛЕ



ДО Загрязненные реки ПОСЛЕ



Hitachi Software

эксклюзивный дистрибьютор продукции
DigitalGlobe в Азиатском регионе

ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЧЕРЕЗ ПРЕПЯТСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ ОРТОГОНАЛЬНОГО ЭКЕРА

Матиас Фурланд (Дрезденский технический университет, Германия)

Специалист в области прикладной геодезии. Область интересов — геодезическое приборостроение и лазерная техника.

Йорг Геррманн (Argus GeoTech, Германия)

Специалист в области инженерных изысканий и кадастра. Область интересов — лазерные сканирующие системы.

▼ Мотивация

Классический зеркальный экер практически утратил значение для геодезии. Если в фотофизике применение юстируемых зеркал принадлежит к лабораторной повседневности, то в геодезии, при необходимости достичь отклонения визирного луча на 90° , преимущественно используется пентапризма [1]. На практике лишь немногие призмы, изготавливаемые серийно, обеспечивают высокую точность.

Ввиду большого количества возможных источников погрешностей [2] изготовители пентапризм для простоты зачастую указывают только один допуск — суммарное отклонение визирного луча при перпендикулярном падении на граничную поверхность. Призмы со средней точностью обладают допуском угла отклонения до $\pm 1'$, у призм с более высокой точностью допуск составляет до $\pm 30''$. При комбинации нескольких пентапризм с одним ходом лучей отдельные погрешности суммируются. Только благодаря выгодной комбинации призм с недостаточной шлифовкой и призм со шлифовкой избыточной, можно минимизировать суммарную погрешность [3]. Поэтому пентапризмы используются преимущественно для створных измерений, когда требования к точности не высоки.

Ортогональный экер, разрабо-

танный в результате сотрудничества компаний Argus GeoTech (Германия) и FPM Holding GmbH (Германия), является высокоточной реализацией классического зеркального экера, предназначенного для электрооптического измерения расстояний. Понятие «ортогональный экер» было введено в связи с тем, что термин «зеркальный экер» в настоящее время используется также для обозначения других устройств, не относящихся к геодезии. Использование ортогонального экера позволяет с помощью тахеометра выполнять линейные измерения через препятствия (рис. 1), и с высокой точностью определять координаты скрытой точки.

▼ Сравнение

На рис. 2 представлена модель ортогонального экера с использованием полужеркала. Как и пентапризма, ортогональный экер имеет свойство отклонять визирный луч ровно на 90° , однако классическое цельное зеркало с двумя направленными внутрь зеркальными поверхностями в данном случае заменено двумя зеркалами. Ортогональный экер обладает важными преимуществами по сравнению с классической пентапризмой при применении в геодезии, оптике и фотофизике:

— масса ортогонального экера составляет малую часть массы



Рис. 1

Линейные измерения через препятствия

пентапризмы и поэтому, особенно при большой апертуре, он легко монтируется в оптические системы;

— в отличие от пентапризмы ортогональный экер может юстироваться с точностью до $1''$. Такая точность при серийном производстве пентапризм может быть достигнута лишь в результате случайности и, кроме того,



Рис. 2

Ортогональный экер

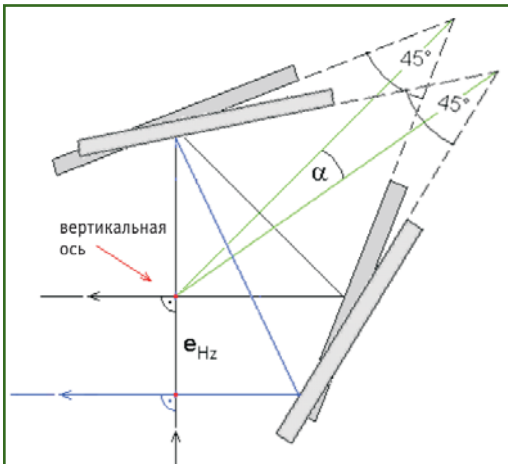


Рис. 3
Действие ошибочной установки

крайне редко, что в итоге выражается в достаточно высокой стоимости;

- ортогональный экер состоит из двух стеклянных подложек с зеркальной поверхностью. Здесь нет входной и выходной поверхностей, поэтому отражение и преломление луча света на данных граничных поверхностях отсутствуют и не являются источником погрешности;

- при применении ортогонального экера оптический путь света идентичен геометрическому. При использовании пентапризмы оптический путь света длиннее, так как скорость света в стекле ниже, чем в воздухе;

- в то время как повреждения граничных или отражающих поверхностей в большинстве случаев приводят к непригодности дальнейшего использования пентапризмы, каждая деталь ор-

тогонального экера может быть заменена.

Недостатком ортогонального экера по сравнению с пентапризмой является тот факт, что при одинаковой апертуре из-за отсутствия преломления на входной и выходной поверхностях ограничен угол поворота, т. е. угол α (рис. 3), на который можно повернуть вертикально стоящий ортогональный экер в горизонтальной плоскости к визирному лучу, не уменьшая при этом функциональности. Данный недостаток компенсируется возможностью использования различных по форме и размеру зеркал и их оптимального приспособления в зависимости от потребностей того или иного измерения. В описываемом случае данный недостаток не имеет значения, так как $\alpha = 0$.

▼ Принцип использования

Внецентренная установка прибора отчасти утратила значение при выполнении съемки и измерений полярным методом, так как установка прибора на новой станции современных тахеометров сопряжена лишь с незначительным увеличением затрат. Но если необходимо измерить несколько точек с разных станций, то имеет смысл использовать пассивный эксцентр в форме ортогонального экера. В качестве примера для данного случая можно упомянуть внешний и внутренний обмер зданий с помощью тахеометра.

Принцип использования ортогонального экера в качестве эксцентра представлен на рис. 4. В качестве эксцентра может быть выбрана любая точка. Единственное условие, кроме зрительной связи с измеряемой точкой и тахеометром: точка установки тахеометра, измеряемая точка и эксцентр должны образовывать прямоугольный треугольник. В эксцентре устанавливается визирная вешка, оснащенная рядом с призмой ортогональным экером. Длина отрезка S_2 между тахеометром и эксцентром, а так-

же его направление, определяются с помощью тройной призмы. В результате линейного измерения, выполняемого через ортогональный экер, получаем отрезок S_3 равный сумме измеренного отрезка S_2 и вычисляемого отрезка S_1 . Отрезок S_3 соответствует переменной величине зеркала SV , которая может вычисляться в зависимости от вертикального угла [4]. Используя значения длин отрезков S_1 и S_2 , редуцированные на горизонтальную плоскость, можно легко вычислить расстояние между тахеометром и измеряемой точкой.

Данная комбинация обладает существенным преимуществом при выполнении безотражательных линейных измерений, так как позволяет избежать «скользящего» падения визирного луча на поверхность объекта. Минимальное значение диффузионного отражения, необходимое для измерения расстояния при «скользящем» падении луча, особенно на отражающую или темную поверхность объекта, зачастую не достигается, хотя дистанция не превышает максимальной дальности действия тахеометра. Благодаря использованию ортогонального экера, угол падения визирного луча на поверхность объекта может быть увеличен до 90° , что в большинстве случаев существенно повышает степень диффузного отражения. Таким образом, использование эксцентра оправдано, хотя в классическом понимании в нем нет необходимости.

Существенное отличие по сравнению с обычными измерениями заключается в том, что исполнитель, устанавливающий ортогональный экер, осуществляет визирование. Измерения при пассивном эксцентре проходят особенно хорошо, когда тахеометр обладает лазерным визирным лучом, обозначающим необходимую точку. Таким способом легко могут визироваться также точки, расположенные на высоте. Опыт использования ортогонального экера при съеме мест-

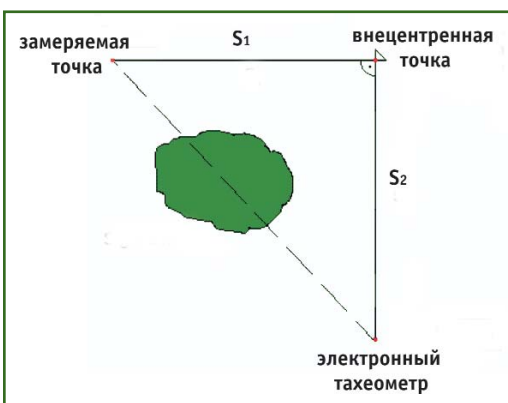


Рис. 4
Измерение скрытой точки

ности показал его эффективность.

▼ Критерии точности

Ортогональный экер наилучшим образом подходит для использования при величине отклонения визирного луча тахеометра в 90° . Однако необходимо убедиться, что поверхности зеркал расположены параллельно вертикальной оси и образуют угол ровно в 45° . Отклонения от данных условий описываются погрешностями вертикальной и горизонтальной юстировок (δv и δn_z), которые при приобретении на заводе-изготовителе не должны превышать $1''$, хотя нельзя исключить возможности, что прибор разъюстируется в результате случайного удара или больших колебаний температуры. Поэтому при каждодневной работе с прибором рекомендуется регулярно проводить его поверку и, при необходимости, юстировку. С этой целью были разработаны специальные процедуры, выполняемые в полевых условиях [5].

Кроме того, необходимо обеспечить правильную установку ортогонального экера относительно тахеометра для того, чтобы избежать ошибок в определении координат из-за эксцентриситета точки пересечения лучей. На рис. 3 показана взаимосвязь между ошибкой в установке и горизонтальным эксцентриситетом. Если вертикальная ось находится в пределах видимости, то и точка пересечения лучей при правильной установке ортогонального экера будет расположена на вертикальной оси (черный луч). В случае горизонтального поворота на угол α (синий луч) точка пересечения лучей сдвигается на величину эксцентриситета e_{nz} . При $\delta \neq 0$ исходящие лучи также параллельны друг другу, однако не перпендикулярны падающему лучу, а имеют отклонение $2\delta n_z$.

Высокие результаты достигаются при точном визировании вертикальной оси ортогонального экера, которое осуществляется с помощью тахеометра. Для

установки ортогонального экера относительно визирной оси тахеометра служит крест нитей на каждой поверхности зеркал. Если оператору видны оба креста нитей, расположенные друг над другом, то ортогональный экер установлен правильно. Дополнительно ортогональный экер может быть оснащен двумя диоптрами, крестообразным экером или небольшой пентапризмой с целью обеспечения хорошего визирования тахеометра.

Ошибки в приведении ортогонального экера в горизонтальное положение оказывают влияние, в первую очередь, на образуемый визирным лучом вертикальный угол между ортогональным экером и измеряемой точкой. Так как уменьшение диагонали происходит одновременно с сокращением измеряемого тахеометром вертикального угла, неточности в приведении ортогонального экера в горизонтальное положение влияют не только на координаты высоты, но и, в основном, на горизонтальный отрезок между ортогональным экером и измеряемой точкой. При плоском визировании влиянием на координаты можно пренебречь. Если высоту необходимо определить с точностью до миллиметра, то использовать круглый уровень для приведения ортогонального экера в горизонтальное положение недостаточно. В данном случае рекомендуется использовать ортогональный экер, подвешенный как маятник. Комбинация с использованием тройной призмы может не применяться, если вместо нее

на ортогональном экере установить отражатель (рис. 5). Другими вариантами (наряду с выбором размера прибора) являются ортогональные экеры с окошком обозрения, с корпусом или с подвеской в корпусе [6]. Размер, форма, материал и покрытие отражающих поверхностей также могут варьироваться. Так, например, по желанию заказчика между отражающими поверхностями может быть установлен произвольный угол с сохранением той



Рис. 5
Ортогональный экер
с корпусом и диоптрами

же высокой точности. Разумеется, в этом случае прибор уже нельзя будет рассматривать как настоящий ортогональный экер.

▼ Список литературы

1. Deumlich/Staiger: Instrumentenkunde der Vermessungstechnik, 9. vollig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Wichmann Verlag Heidelberg, 2002, S. 240.
2. Brandstatter, G.: Die Richtungsgenauigkeit von Pentaprismen, Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie 62 (1974), S. 16–24.
4. Fuhrland, M.: Das passive Exzentrum-Streckenmessung um die Ecke, AVN Heft 1 / 2005.
3. Zschocke, K.: Untersuchungen zum Einsatz eines Tachymeteraufsatzes, Diplomarbeit TU Dresden, 2004.
5. Fuhrland, M., Neumann, G., Schmidt, J.: Kalibrierung eines Orthogonalspiegels, AVN Heft 4 / 2005.
6. <http://www.argus-geotech.de>.

RESUME

The direct measurement of a hidden point using a Tachymeter can be done with an Orthogonal-Mirror. The entry of an Orthogonal-Mirror can increase the range of a reflectorless EDM. The Orthogonal-Mirror, developed by Argus GeoTech and FPM Holding, was tested at the Dresden University of Technology. The article involves the innovation, the measurement principle, the geodetic use and the accuracy criteria.

ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ

предлагает:



новейшая модульная одностатная
GPS-система фирмы Trimble

Total Station 5700L1

- предназначена для выполнения топографической съемки, сгущения и развития геодезических сетей
- возможна дальнейшая модернизация до двухчастотной системы и до RTK
- полностью герметичный и ударопрочный корпус приемника
- современные и компактные аккумуляторные Li-ion батареи



- использование карточек памяти Compact Flash
- наличие информативного табло, позволяющего выполнять работы в статическом режиме без контроллера
- USB-порт для передачи данных
- очень низкая цена



ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ

Адрес: 107023, г. Москва,
ул. Малая Семеновская,
д. 9, строение 6

Т/ф: (095) 101-22-08
(многоканальный),

e-mail: gsi@gsi2000.ru,
<http://www.gsi2000.ru>



MONMOS — СИСТЕМА ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

А.А. Чернявцев («Геостройизыскания»)

В 1986 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 1986 г. — инженер отдела изысканий «ПромНИИпроект». С 1994 г. — ведущий инженер отдела изысканий предприятия «ПриЗ». С 1996 г. работает в компании «Геостройизыскания», в настоящее время — главный специалист.

А.Я. Фрейдин («Геостройизыскания»)

В 1998 г. окончил МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». С 1998 г. работает в компании «Геостройизыскания», в настоящее время — ведущий специалист компании по лазерным сканирующим системам и системам промышленных измерений.

Фирма Sokkia (Япония) хорошо известна в России, прежде всего, как производитель электронных тахеометров, цифровых и оптических нивелиров. На самом деле спектр выпускаемого компанией оборудования намного шире. Sokkia производит GPS-оборудование, электронные теодолиты, лазерные нивелиры, промышленные измерительные системы и многое другое. В данной статье речь пойдет о промышленной измерительной системе MONMOS, которая мало известна российским пользователям, но уже многие годы успешно эксплуатируется за рубежом.

Название «MONMOS» произошло от английского — **Моно Mobile 3-D Station**. MONMOS является трехмерной высокоточной системой контроля геометрических параметров различных инженерных сооружений и конструкций с последующим анализом полученных расхождений между проектными значениями и фактическими измеренными координатами.

Система состоит из следующих основных частей: высокоточного электронного тахеометра NET1200, контроллера на ба-

зе КПК с программным обеспечением 3-Dim Observer и программного обеспечения 3-Dim для персонального компьютера.

Электронный тахеометр NET1200 (рис. 1) является уникальным прибором. Имея угловую точность 1" и точность измерения расстояний до отражающих пленок $\pm(0,6 + 2 \text{ ppm} \times D)$ мм, он обеспечивает определение пространственных координат точек в пределах 1 мм на расстоянии до 100 м. NET1200 предоставляет возможность оперативного выбора одного из основных режимов измерения расстояния (безотражательный, по призме и по отражающим пленкам), что повышает удобство работы оператора и обеспечивает гибкий подход при решении сложных, нестандартных задач. Основные технические характеристики электронного тахеометра NET1200 приведены в табл. 1.

Для обеспечения высокой точности измерений недостаточно иметь точный прибор, необходимы также специальные марки для размещения на измеряемом объекте. Фирма Sokkia предлагает набор марок с пленочными отражателями (рис. 2),



Рис. 1
Система MONMOS

которые могут закрепляться на объекте с помощью магнитных креплений. Их основным назначением является точное позиционирование на определяемых точках.

Вторая составная часть системы MONMOS — это контроллер с программой 3-Dim Observer (рис. 1). Управляющий терминал выполнен на базе карманного компьютера с операционной системой Windows CE. Прибор имеет улучшенную функциональность, благодаря

Технические характеристики электронного тахеометра NET1200

Таблица 1

Точность измерения углов	1"
Увеличение, крат	30
Компенсатор / диапазон работы компенсатора	±3'
Минимальное расстояние фокусирования и измерения, м	1,3
Дальность измерения расстояний на одну призму серии AP / на пленочный отражатель / без отражателя, м	2000/200/40
Точность измерения расстояний:	
— на призму серии AP, мм	±(2 + 2 ppm x D)
— без отражателя, мм	±(1 + 2 ppm x D)
— на пленочный отражатель, мм	±(0,6 + 2 ppm x D)
Клавиатура	алфавитно-цифровая с двух сторон, 15 клавиш
Количество строк / символов в строке	8 / 20
Защита от пыли и воды	IP66
Внутренняя память, точек	до 10000
Время работы от одного аккумулятора, ч	около 6
Время заряда одного аккумулятора, ч	2
Вес, кг	5,5
Рабочая температура	от -10°C до +50°C

наличию клавиатуры и сенсорного экрана, используемых для ввода и редактирования данных. Объем памяти контроллера практически не ограничен за счет использования сменных SD-карт памяти. Прочный корпус прибора изготовлен из магниевого сплава, что обеспечивает надежную защиту от уда-



Рис. 2
Марки с пленочными отражателями

Технические характеристики контроллера Таблица 2

Процессор	Intel SA1110 (206 MHz)
Память	64 Мбайт RAM, 32 Мбайт Flash EPROM
Дисплей, дюйм/мм	3,5 / 240x320
Количество клавиш на клавиатуре	38
Защита от пыли и воды	IP54
Рабочая температура	от -20°C до +50°C
Время работы от батарей, ч	до 24 (при выключенной подсветке экрана)
Вес, г	480

ров, вибрации, пыли и влаги. Цветной TFT-экран с возможностью подсветки дает четкое изображение даже при неблагоприятных условиях освещения.

Контроллер обеспечивает управление тахеометром, накопление и анализ получаемых данных. Программа 3-Dim Observer обеспечивает быстрый выбор режима измерений, типа визирных целей, импорт проектных координат.

Одной из основных задач программы является привязка в систему координат измеряемого объекта. Представим следующую ситуацию. Объект А при

проектировании имел систему координат XYZ (рис. 3). При монтаже на сборочной площадке объект имеет положение, показанное на рис. 4, т. е. ось Z отклонена от вертикального положения на произвольный угол. Программа 3-Dim Observer позволяет, измерив характерные точки конструкции, задать проектную систему координат и проводить дальнейшие измерения в ней, облегчая сравнение проектных и непосредственно измеренных координат. Технические характеристики контроллера приведены в табл. 2.

Основные функции програм-

Основные функции программы 3-Dim

Таблица 3

Импорт данных

Координаты в формате SDR, полевого контроллера 3DL, TXT; графика в формате DXF

Вид представления информации

Графический, табличный

Возможности графических построений

Точка, линия, окружность, дуга, сплайн

Возможности графического анализа

Координаты, расстояние, пересечения, угол по трем точкам, окружность по трем точкам

Дополнительные возможности

Сравнение проектных и измеренных величин по результатам измерений, задание предельных допусков, выбраковка точек по результатам сравнения проектных и измеренных величин, статистическая обработка полученных значений, оптимизация допусков с целью минимизации трудозатрат на доводку деталей, трансформация координат (поворот, сдвиг), учет температуры измеряемого материала

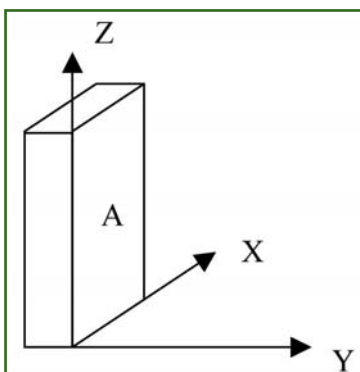


Рис. 3

Система координат объекта A при проектировании

мы 3-Dim Observer включают:

- задание системы координат;
- управление измерениями;
- привязку к существующей системе координат;
- сравнение проектных и измеренных данных;
- накопление результатов

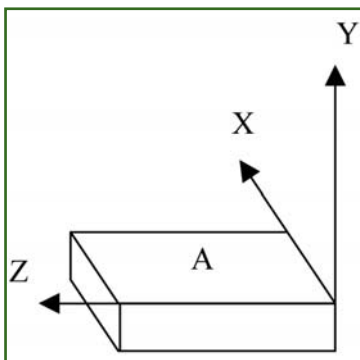


Рис. 4

Система координат объекта A при монтаже

измерений;

— задание плоскости по трем и более точкам с определением ее оптимального положения;

— задание прямой по группе точек с определением ее оптимального положения.

Третья составная часть системы MONMOS — это программа 3-Dim. Исходными данными для работы программы являются результаты полевых измерений, которые возможно получать как непосредственно из тахеометра NET1200, так и из контроллера. Кроме того, в качестве исходных используются данные, поступающие из проектирующих систем, в графическом и табличном видах. В дальнейшем принятые данные используются для сравнения проектных и измеренных значений, фильтрации недоброкачественных результатов, построения векторов ошибок. 3-Dim дает возможность провести процедуру оптимизации допусков, позволяющую уменьшить трудозатраты при доводке деталей. Физический смысл процесса заключается во взаимном ориентировании запроецированной и измеренной модели с целью минимизации расхождений.

Помимо этого, программа 3-DIM позволяет выполнять контроль геометрического положе-

ния точек относительно друг друга, проводить статистический анализ полученных отклонений. Основные функции программы приведены в табл. 3.

Система MONMOS обычно используется на заводах, где к точности геометрических параметров производимой продукции предъявляются высокие требования, а сами изделия достигают значительных размеров. Система MONMOS широко используется на ведущих судостроительных верфях Европы, Кореи и США. Она нашла применение в авиационной промышленности, при сборке вагонов для скоростных поездов, при выходном контроле на заводах металлоконструкций, при монтаже оборудования прокатных станов и целлюлозно-бумажных комбинатов. Многолетний опыт использования, постоянно совершенствующаяся конструкция аппаратной части, развитие программного обеспечения делают систему MONMOS незаменимым помощником при выполнении различных работ.

RESUME

Features and components of the 3-D measurement system MONMOS, Sokkia are presented. Characteristics of both the hard- and software are given in brief. Possible application fields are listed as well.

SOKKIA

лучший выбор для России



Официальный дилер в России: ЗАО "Геостройизыскания", 107023, г. Москва, ул. Малая Семеновская, д. 9, строение 6
Т/ф: (095) 101-22-08 (многоканальный), e-mail: gsi@gsi2000.ru, <http://www.gsi2000.ru>

SMARTSTATION — НОВЫЙ ПРИБОР КОМПАНИИ LEICA GEOSYSTEMS

О.В. Евстафьев («Лейка Геосистемз»)

В 1994 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «космическая геодезия и навигация», в 2002 г. — факультет экономики и маркетинга ТУ (МАИ) по специальности «организация предпринимательской деятельности». С 1994 г. по 1999 г. работал ведущим инженером, с 1999 г. — менеджером отдела продаж в компании ПРИН, с 2001 г. — руководитель отдела геотехнологий ЗАО «Геотехсервис-2000». С 2004 г. по настоящее время — ведущий специалист по спутниковому геодезическому оборудованию ООО «Лейка Геосистемз».

Идея объединить GPS приемник и электронный тахеометр — не нова

Появление в конце XX века спутниковых систем глобального позиционирования (GPS), обладающих значительными преимуществами перед традиционными оптическими средствами измерений, предоставило геодезистам совершенно новые возможности по определению пространственных координат. Вместе с тем спутниковые системы, рассматриваемые как средства наземных полевых измерений, имеют и недостатки, в числе которых необходимость наличия «видимости» спутников системы, т. е. спутниковый радиосигнал должен быть постоянно доступен для антенны спутникового приемника. Поскольку сигналы спутников легко перекрываются густой кроной деревьев и не проходят сквозь перекрытия зданий и сооружений, выполнить спутниковые измерения порой представляется трудным или невозможным. Несмотря на предсказания, что с появлением GPS-технологий традиционные оптические инструменты будут заменены спутниковыми приемниками — этого не произошло. В настоящее время оптико-электронные инструменты, к которым относятся электронные тахеометры, широко используются и продолжают совершен-

ствоваться. Но использование, как, впрочем, разработка и создание электронных тахеометров и приемников GPS, до сих пор велись отдельно в силу их различных технологических принципов. Как правило, GPS-оборудование используют для создания и сгущения опорного обоснования, а электронные тахеометры — для детальной съемки ситуации и рельефа. Применение различных типов приборов требует дополнительных затрат на обучение персонала, представляет неудобства при выполнении комплексных геодезических измерений на местности, когда возникает необходимость посещать пункты измерений два раза для определения координат и выполнения съемки. Порой это является причиной возникновения ошибок при совместной обработке результатов измерений.

Еще в 1983 г. на Симпозиуме DOD (Министерство обороны США) Т. Stansell в докладе «GPS в 2000 году» предсказывал, что геодезисты пожелают объединить традиционные геодезические приборы с GPS для выполнения полевых съемок. А в 1998 г. на международном конгрессе FIG в Брайтоне компанией Spectra Precision (Швеция) был представлен прототип интегрированного прибора. Попытка объединить тахеометр и спутниковый приемник с це-

лю создания универсального полевого инструмента, исключая недостатки двух технологий, удобного и эффективного при выполнении съемок, является вполне логичной и обоснованной, но до сих пор эта идея оставалась до конца не реализованной.

SmartStation — новая стадия развития тахеометров и приемников GPS

Компания Leica Geosystems (Швейцария) в 2004 г. представила геодезическую систему Leica System 1200, включающую электронный тахеометр Leica TPS1200, спутниковый



Рис. 1
Общий вид SmartStation



Рис. 2
Съемка в режиме реального времени

приемник Leica GPS1200, контроллер и программное обеспечение Leica Geo Office. Следует отметить, что серия спутниковых приемников TPS1200 обладает уникальными возможностями отслеживания GPS-сигналов в сложных полевых условиях (технология SmartTrack) и получения быстрого и надежного результата (технология SmartCheck) при выполнении съемок в режиме реального времени (RTK) и с постобработкой результатов.

Следующим шагом развития системы Leica System 1200 явилось создание универсального интегрированного полевого прибора SmartStation, сочетающего превосходные технические характеристики и мощные функции предыдущих поколений геодезических приборов компании.

SmartStation представляет собой комбинацию электронного тахеометра TPS1200 и геодезического двухчастотного приемника GPS, созданного с использованием технологий SmartTrack и SmartCheck. Антенна приемника GPS (SmartAntenna) крепится в верхней части тахеометра на специальном адаптере вместо стандартной ручки для переноски. Снизу адаптера крепится модем для приема RTK-поправки. Управление тахеометром и

приемником GPS осуществляется с помощью клавиатуры тахеометра. Данные выводятся на экран прибора и сохраняются в едином формате на стандартную карту памяти CompactFlash.

Питание нового прибора осуществляется с помощью внутреннего аккумулятора. Таким образом, не используются кабельные соединения, дополнительные аккумуляторы и внешние накопители данных. SmartStation устанавливается на один штатив и всего на 1 кг тяжелее обычного тахеометра. Обмен данными с внешними устройствами выполняется с использованием встроенного модуля беспроводной связи Bluetooth.

▼ Возможности SmartStation

Новая геодезическая система компании Leica Geosystems, в которой объединены электронный тахеометр и спутниковый приемник, позволяет до 80% сократить время выполнения работ при съемке. Перед съемочными работами или разбивкой пикетов, пользователю не нужно искать опорные пункты на местности. Необходимо просто установить SmartStation в любом удобном месте района работ, где нет препятствий для приема спутниковых сигналов. Интегрированный в SmartStation приемник GPS позволяет определять координаты текущего местоположения станции с использованием RTK-технологии. Таким образом, координаты места установки прибора могут быть определены и использованы как исходные для выполнения измерений положения пикетов.

Точность определения местоположения составляет 10 мм + 1 ppm в плане и 20 мм + 1 ppm по высоте при удалении от базовой станции до 50 км. Во время спутниковых измерений на экран при-

бора выводится необходимая информация, включая состояние спутниковой геометрии, геометрические факторы снижения точности, определяемые координаты и оценка точности RTK-решения. После определения координат точки стояния прибор переключается в режим работы электронного тахеометра, и можно приступать к традиционным измерениям. При этом ориентирование можно проводить на другую точку, координаты которой определяются либо до, либо после завершения съемки. Как было сказано выше, данные сохраняются в едином формате и едином проекте, что удобно при их дальнейшем применении.

Новая система принимает RTK-поправки в форматах Leica, CMR и CMR+ от региональных базовых станций или отдельных приемников GPS различных производителей. Кроме того, компания Leica Geosystems для работы со SmartStation предлагает новый базовый приемник GPS GRX LightBase или стандартный приемник GPS GX1230.

▼ Гибкость системы SmartStation

Особенностью системы SmartStation является ее конструктивная гибкость. При желании пользователь может использовать GPS-компоненты SmartStation отдельно для GPS-измерений. SmartAntenna может быть использована в комбинации с контроллером Leica RX1210 и приемником Leica GTX1230 в качестве самостоятельной мобильной станции GPS для съемок в режиме реального времени или с постобработкой результатов (рис. 2).

Если у пользователя не достаточно средств для покупки системы, он может сначала приобрести стандартный электронный тахеометр Leica System 1200, а затем — необхо-

димые компоненты, и в итоге получить универсальный полевой инструмент SmartStation. Это также удобно для пользователей, которые уже используют тахеометры Leica TPS1200 и желают расширить свои возможности.

Эффективность использования SmartStation

SmartStation позволяет значительно повысить эффективность полевых измерений. При использовании интегрированного полевого инструмента нет необходимости в наличии опорного обоснования, проложении съемочных ходов и выполнении обратных засечек. Это особенно актуально при измерениях на больших площадях, а также в населенных пунктах и на строительных площадках, где существующие опорные пункты могут быть закрыты или загорожены техни-

кой, строительными материалами и временными конструкциями. На местности, в зоне приема поправок базовой станции, съемка выполняется легче, быстрее и с меньшим количеством перестановок прибора. С помощью одного прибора можно определить координаты пунктов измерений и выполнить съемку или разбивку, не затрачивая время на обработку данных и их перенос с приемника GPS на электронный тахеометр. С применением SmartStation экономия времени в среднем, по сравнению с отдельным использованием приемников GPS и тахеометров, составляет более 30%. Таким образом, новая система компании Leica Geosystems является удобным и эффективным средством выполнения комплекса геодезических работ, включающего

сгущение геодезического обоснования и топографическую съемку, особенно там, где обоснование недостаточно развито или отсутствует.

RESUME

Leica Geosystems introduced SmartStation, the world's first high performance total station with integrated GPS. The new surveying system is following step of development of the Leica System 1200 product family. With SmartStation position coordinates are determined using RTK technology to centimeter accuracy within a few seconds at ranges up to 50 km from a reference station. Then the instrument can be used as electronic total station for detail survey or stake out. Combination of TPS and GPS in one instrument can reduce the time required for setup and orientation by up to 80% — control points, traverses and resection are no longer needed. This increases the user's productivity and profits.



ЦПГЕО

ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

МОСКВА

тел.: 411-04-20, факс: 744-49-17
office@cpgeo.ru

НИЖНЕВАРТОВСК

тел./факс: (3466) 61-32-92
nva@cpgeo.ru

АСТРАХАНЬ

тел./факс: (8512) 22-62-15
astr@cpgeo.ru

Аэрофотосъемка.

Фотограмметрия.

Топографо-геодезические работы.

Создание топографических, кадастровых и специальных карт.

Создание, внедрение и ведение геоинформационных систем (ГИС).

Землеустроительные работы (инвентаризация и межевание земель, постановка на кадастровый учет земельных участков).

Создание и организация работ на геодинамических полигонах.

Инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания.

Инженерно-экологические изыскания и работы природоохранного назначения.

Разработка и внедрение новых технологий и научно-исследовательские работы.

Высокоточное определение значений склонения и наклонения магнитной стрелки.



www.cpgeo.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС РОССИИ*

Н.С. Касимов (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1968 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — декан географического факультета и заведующий кафедрой геохимии ландшафтов и географии почв. Доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАН.

А.Ю. Кожухарь (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1996 г. окончила географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — научный сотрудник лаборатории комплексного картографирования МГУ.

В.С. Тикунов (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1971 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — заведующий лабораторией комплексного картографирования. Доктор географических наук, профессор, вице-президент Международной картографической ассоциации.

Л.Ф. Январева (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1952 г. окончила географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — ведущий научный сотрудник лаборатории комплексного картографирования. Кандидат географических наук.

Экологическое состояние природной среды и ее влияние на человека представляет одну из наиболее важных проблем как в современной России, так и в мире в целом. В России данная проблема отличается особой сложностью и многообразием в виду огромных размеров территории, разнообразия природных условий и форм экономической деятельности. В настоящее время общество остро нуждается в полноценной и разносторонней информации об экологической обстановке России и ее регионов, так как с ней связано здоровье каждого человека.

Экологический атлас России, созданный впервые усилиями ученых географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и других организаций, в наглядной форме отражает комплекс экологических проблем. Атлас представляет собой свод обширной информации: картографической, статистической, текстовой, иллюстративной и др.

Основная цель атласа — раскрыть экологические взаимоотно-

шения природной среды и общества, выявить причины и спрогнозировать последствия ухудшения состояния окружающей среды, как среды обитания человека. Атлас содержит 100 карт, 20 печатных листов пояснительного текста и 90 иллюстраций (слайдов, диаграмм и графиков) при общем объеме 128 страниц. Атлас состоит из следующих разделов:

- условия формирования экологической обстановки;
- воздействие отраслей хозяйства на природную среду;
- изменения природной среды в процессе использования минеральных, водных, земельных и биологических ресурсов;
- экологическое состояние атмосферного воздуха, рек и озер, почвенного и растительного покрова;
- воздействие экологического состояния природной среды на здоровье человека;
- охрана природы.

Одной из главных экологических проблем России является

загрязнение атмосферного воздуха. Серия карт атласа демонстрирует воздействие промышленности на атмосферу, дает оценку экологического состояния воздуха, загрязненного сульфатокислотами, и его влияние на здоровье человека. На карте промышленных выбросов в атмосферу «лидируют» города — центры черной и цветной металлургии: Липецк, Череповец, Магнитогорск, Нижний Тагил, Красноярск, Ачинск и Норильск. В первых четырех городах объем выбросов составляет около 8% общего объема промышленных выбросов России. Выбросы сернистого ангидрида Норильского металлургического комбината привели к гибели лесов на протяжении 100 км к югу от города. Промышленные выбросы рассеиваются в атмосфере и осаждаются на земную поверхность, образуя ореолы загрязнения. На рис. 1 приводится фрагмент карты загрязнения снежного покрова в Центральном регионе. Красными кружками обозначены площади за-

* Статья подготовлена при поддержке РФФИ (05-06-80129).

грязнения в городах, розовыми ареалами — площади загрязнения пылью, тяжелыми металлами, токсикантами.

Особое внимание в атласе уделено токсичным отходам. Карта показывает объемы образовавшихся и долю обезвреженных отходов в субъектах федерации. Диаграмма (рис. 2), сопровождающая карту, говорит о том, что доля обезвреженных токсичных отходов наиболее опасных отраслей промышленности не превышает 50%. Проблема накопления токсичных отходов приобрела особую остроту в 37 регионах РФ.

Значительную лепту в загрязнение и нарушение природной среды вносит добывающая промышленность. Карты нефтяной и газовой промышленности, добычи металлических полезных ископаемых наглядно показывают, что эти отрасли являются одними из главных, загрязняющих почвы и поверхностные воды. До 40% аварийных случаев приходится на прорывы магистральных нефтепроводов, последствиями которых являются разливы нефтепродуктов. Добыча россыпного золота в речных долинах драгами полностью разрушает пойму рек. Добыча токсичного сырья влияет на поверхностные и подземные

воды, нарушает ландшафт.

В некоторых городах России качество воздуха определяется не промышленным, а транспортным загрязнением. Количество автомобилей в крупных городах за последние годы выросло на порядок. В Москве, Санкт-Петербурге и ряде других городов транспортная составляющая превысила промышленную. Серия карт трубопроводного, автомобильного, железнодорожного, водного транспорта дает информацию о влиянии транспорта на природную среду.

Качество воды также представляет экологическую проблему в России. Россия обладает значительными водными ресурсами: общий объем водных ресурсов составляет 4400–5000 км³ в год. Но, несмотря на то, что в хозяйстве используются только 2% запасов, экологических проблем, связанных с качеством воды, хватает. Загрязнению подверглись такие крупные водные артерии, как Волга, Обь, Северная Двина и др. В атласе представлена детальнейшая картина загрязнения не только крупных, но и средних рек. Хозяйственная деятельность в долинах рек, строительство гидроузлов и образование водохранилищ приводит к накоплению в последних наносов, концент-

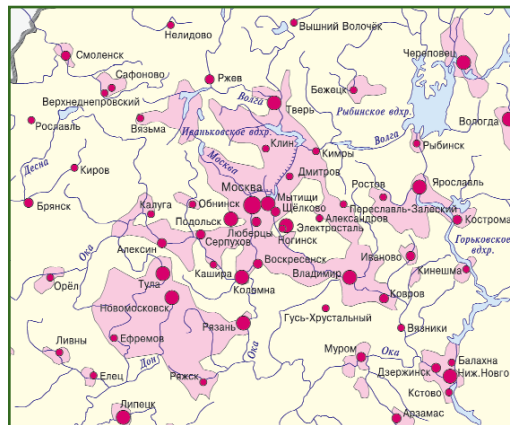


Рис. 1
Фрагмент карты загрязнения снежного покрова в Центральном регионе

рирующих загрязняющие вещества.

Россия — страна лесов. Она обладает 1,2 млрд га леса или 1/4 общего лесного фонда планеты. Промышленные сплошно-лесосечные рубки, лесные пожары создают экологические проблемы. Число лесных пожаров в отдельные годы может достигать десятков тысяч. Более 80% из них — дело рук человека. Однако многие сибирские леса еще не затронуты человеческой деятельностью. Они составляют «золотой фонд» планеты, и их значение в сохранении экологического равновесия Земли трудно переоценить. Так, леса Эвенкии считаются самыми чистыми лесами в мире.

Сельское хозяйство также создает экологические проблемы: загрязнение пахотных почв пестицидами и тяжелыми металлами, потеря плодородия почв в связи с эрозией и дефляцией. В атласе данные проблемы рассматриваются на серии карт: эрозия и дефляция почв, овражность, потеря гумуса, уплотнение почв.

Воздействие отраслей хозяйства в процессе природопользования создает ухудшение условий существования дикой природы: животного и растительного мира. Происходит их обеднение, утрата и сокращение численности отдельных ви-

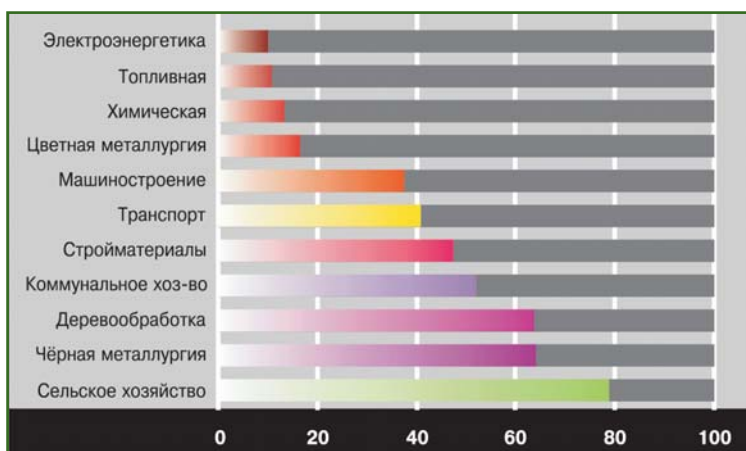


Рис. 2
Отраслевая структура использования и обезвреживания токсичных отходов (% от общего объема токсичных отходов, образовавшихся за 1999 г.)

дов растений и животных, потеря биоразнообразия, что и показывают карты атласа.

Но природа России еще не утратила способности противостоять хозяйственной деятельности человека. Карты атласа демонстрируют потенциальную возможность самоочищения рек от различного рода загрязнителей, почв — от углеводородов, радионуклидов, пестицидов и тяжелых металлов. На картах выделяются районы, где эта способность может проявиться в большей степени.

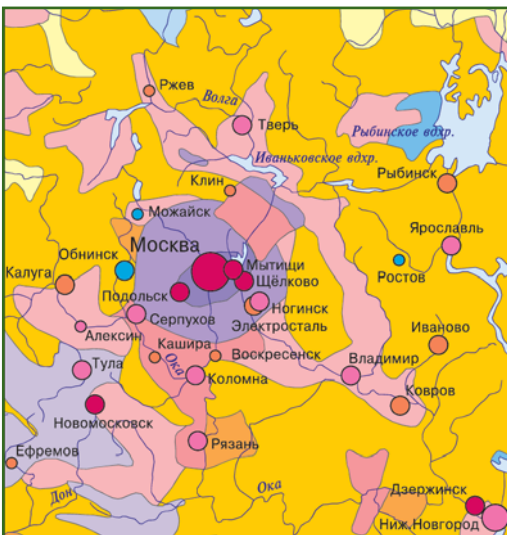


Рис. 3
Фрагмент демоэкологической карты

Не обойдена в атласе и проблема влияния окружающей среды на здоровье человека. На рис. 3 представлен фрагмент демоэкологической карты атласа, в которой путем сочетания экологической и демографической характеристик показывается социальная значимость экологического состояния среды обитания человека: какая доля населения России живет в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой. Кружки разного цвета показывают экологическую обстановку городов. Красный цвет кружков означает тяжелую экологическую обстановку, голубой — благоприятную. Цветной фон

карты сочетает информацию о плотности населения, степени благоприятности экологической обстановки. Например, фиолетовый цвет соответствует плотности населения более 100 чел/км² и тяжелой экологической ситуации, а светло-желтый — малой плотности населения (менее 5 чел/км²) и удовлетворительной экологической обстановке.

Приведенные выше примеры воздействия различных отраслей хозяйства на природную среду могут показаться банальными и достаточно известными. Но когда эти факты представлены на картах, они приобретают временную и пространственную определенность, т. е. дают конкретную информацию по многим городам и регионам России и отвечают на вопросы: что, где и когда? Но ценность карт — не только в этом. Главное, что они часто отвечают на вопросы: почему и что можно ожидать в будущем? Их совместный анализ и сопоставление позволяют прогнозировать развитие событий, в том числе изменение экологической ситуации на основе поведения загрязнителей в воздушной, водной сферах и почвенной среде.

Атлас создан с использованием современных геоинформационных технологий на единой базе данных и предоставляется потребителям в традиционном (бумажном) и электронном вариантах. Это облегчает использование атласа, извлечение, сопоставление и преобразование данных, анализ и синтез экологической информации. Компьютерные атласы экологической ориентации обычно создаются для решения определенного круга проблем. Они нацелены на создание информационного обеспечения принятия решений на разных административных уровнях в области природопользования и охраны окружающей среды.

Для подготовки электронной версии атласа и его реализации в виде геоинформационной системы были выбраны программные продукты ESRI, Inc. (США). ГИС PC ARC/INFO в данном проекте рассматривалась как мощная система подготовки и управления пространственными базами данных в векторно-топологическом формате. ГИС ArcView использовалась для подготовки электронных карт и как среда для построения электронной версии атласа, которая должна поддерживать базу данных пространственно-координированной информации.

Процесс подготовки электронной версии Экологического атласа России включал несколько стадий:

- определение методологии создания электронного варианта атласа;
- формирование базы данных;
- построение картографических композиций в ArcView;
- разработку ГИС-атласа.

Методологической основой создания электронного атласа послужил системный подход, реализуемый в принципах географической картографии, предусматривающих: комплексность, адекватность воспроизведения пространственной структуры, отражение внешних и внутренних взаимосвязей, динамики и функционирования природных и природно-антропогенных территориальных образований. Реализация географических принципов в создании электронного атласа осуществлялась на всех стадиях работ, начиная от формирования структуры базы данных, подготовки картографических основ, методики подготовки информации к вводу в компьютер, определения последовательности ее ввода, согласования, технологии обработки данных и заканчивая построением электронных карт.

Формирование базы данных состояло из подготовки информационных слоев общегеографической основы и тематического содержания карт атласа.

Элементарным слоем информации в атласе является покрытие ARC/INFO. Все покрытия спроектированы в единой картографической проекции — псевдоконической равновеликой проекции Красовского.

Подготовленная в рамках Экологического атласа России цифровая картографическая основа представляет собой набор слоев в формате покрытий ГИС ARC/INFO.

База данных общегеографической основы атласа содержит координаты 3,5 тыс. населенных пунктов, гидрологические объекты в объеме справочной карты масштаба 1:8 000 000 и дорожную сеть в объеме карты масштаба 1:4 000 000. Информационная база атласа основывается на последних данных Государственной службы наблюдений за загрязнением природной среды и концептуальных моделях, опирающихся на современные теоретические разработки о характере и сущности взаимодействий в системе «природная среда — общество».

Благодаря этому, база данных атласа гарантирует достоверность, непротиворечивость, полноту и современность информации, необходимые для поддержки принятия управленческих решений.

Реализация этих свойств базы основывалась на соблюдении правил комплексного картографирования. Информация, привлекаемая для создания базы данных, была подвергнута предварительному анализу и оценке на современность, точность и достоверность. Непротиворечивость информации обеспечивалась согласованием карт атласа. Электронный атлас — это совокупность сформиро-

ванных на единой методологической основе, инструментальных и программных средствах электронных карт.

Процессу создания комплекса карт предшествуют подготовительные работы, которые состоят в определении взаимосвязи карт и создании схемы их согласования.

Согласование при комплексном картографировании обеспечивает внутреннее единство и сопоставимость карт, необходимые для их совместного анализа, выявления взаимосвязей, трендов, пространственных закономерностей, получения новых знаний. По схеме согласования выявляется функциональная роль каждой карты в атласе, и определяются базовые карты, интерпретационные (производные от базовых), независимые. В соответствии с функциональной ролью карт намечается технология их электронного создания.

Бумажные версии базовых карт были оцифрованы с последующим техническим и географическим редактированием. Географическое редактирование состояло в проверке правильности положения контуров тематического слоя относительно элементов картографической основы: гидрографической сети и сети населенных пунктов.

Интерпретационные карты создавались путем трансформации слоев базовой карты: объединения или разделения ее контуров. Создание слоя интерпретационной карты велось на детальной картографической основе (гидрографическая сеть). Такой способ составления интерпретационных карт позволил получить полностью согласованные электронные карты. Однако «жесткое» согласование оправдано только в том случае, если методика создания карты носит интерпретационный характер. В том случае, когда комплекс карт имел какие-то

общие контура (в экологическом атласе — это карты населения и демоэкологическая, с общим контуром незаселенных территорий), создавался объединенный штриховой оригинал контуров на пластике для цифрового. Затем выполнялось расчленение полученного слоя на несколько слоев в соответствии с содержанием каждой карты. Таким способом были получены карты расселения населения, функциональных типов поселений и расселения и демоэкологическая.

Иная методика применялась, если карта создавалась из слоев двух электронных карт (например, почвенной и карты использования земель). В этом случае слои совмещались и согласовывались, т. е. одна система контуров вписывалась в другую. Так составлялись карты деградации почвенного покрова: дегумификации и уплотнения пахотного горизонта почв. В процессе работы над ГИС-версией атласа в таблицы атрибутов покрытий картографической основы было внесено значительное число полей тематических показателей, в которые занесены данные, описывающие объекты покрытий как в географическом, так и в экологическом аспектах. Ряд электронных картографических композиций, включенных в атлас, был построен только на основе тематических экологических данных, внесенных в таблицы атрибутов покрытий картографической основы.

Для удобства формирования единого оформления картографических композиций был подготовлен набор вспомогательных покрытий, включающий рамки карт и легенд, сетку географических координат, отдельные элементы оформления, которые при подготовке проекта в ArcView для каждой карты включались в отдельные темы основного «вида» проекта.

Структура организации картографических композиций в среде ArcView наследует структуру карт в атласе.

Представленные электронные карты могут быть визуализированы на экране компьютера или распечатаны в оригинальном масштабе назначения, либо в произвольном, в зависимости от желания пользователя. Данные картографической композиции содержат обширный материал для анализа и сопоставления, позволяют выявить причинно-следственные связи между многими социально-экономическими явлениями и реакцией на них природной среды.

Подготовка Экологического ГИС-атласа России требует существенного реструктурирования и дополнения пространственных баз данных, разработки методов и средств оптимального представления и использования информации атласа для ре-

шения различных задач. Эта часть работ находится в состоянии исследований и экспериментов. Планируется продолжить работу по формированию гипермедийной геоинформационной системы на основе электронных карт атласа и его представлению в Интернет. Будет продолжена работа по созданию экологических сюжетов тематических карт, которые будут интегрированы в разрабатываемую информационную систему атласа. Для некоторых сюжетов будут разработаны их анимационные варианты. Изданный в бумажном виде атлас и его электронная версия представляют интерес для ученых, специалистов, учреждений и организаций, связанных с исследованием и оценкой экологической обстановки в России с целью ее оптимизации, разработки и реализации целесообразной экологической политики на общегосударственном и макрорегиональном

уровнях, для оценки экологического положения России в мире и в ближнем окружении. Он явится полезным пособием для экологического образования и просвещения, развития экологической культуры и самосознания. Более подробно со структурой атласа можно ознакомиться на сайте www.geogr.msu.ru/lcm/ecoatl.

RESUME

The first Ecological Atlas of Russia appeared by the end of 2002. This edition was prepared at the Faculty of Geography, the Lomonosov Moscow State University. The RF State Committee for Environmental Protection ordered the edition in 1995–1999. The Atlas has been created using the up-to-date geoinformation technologies based on a single database. The edition is offered in both traditional (printed) and electronic versions. Website www.geogr.msu.ru/lcm/ecoatl introduces the Atlas's structure.

NovAtel DL-4

Приемники со встроенным контроллером. Антенны с повышенной стабильностью фазового центра. Модернизация одночастотных приемников до двухчастотных программным путем. Частота измерений до 20 Гц. Все приемники готовы для работы в режиме RTK. Реализация режима RTK даже одночастотными приемниками. Рабочий диапазон температур от -40 до +55°C. Совместная обработка накопленных данных с данными форматов компаний Trimble и Thales Navigation (Ashtech) в программном пакете Spectrum Survey.



GPS COM

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ POINT, Inc.

109388, г. Москва, ул. Полбина, д.3, стр.1
Тел: (095) 232-28-70; Факс: (095) 354-02-04
e-mail: Sales@GPScom.ru, web: www.GPScom.ru



Только отличная работа геодезиста,
позволяет выжать 170км/час

И ты это чувствуешь, мчась на пятой передаче. Заслуженная оценка работы геодезиста, который был здесь задолго до открытия шоссе. Это возможно благодаря Trimble потому что мы создаем свои системы, чтобы ты смог делать свою работу с радостью. Наши инструменты и программы работают вместе как единое целое, и делают твою работу легче. Они дополняют друг друга, упрощают освоение и повышают производительность. Это - то, что ты ждешь от лидера в GPS и оптике. И не имеет значения, на какой скорости ты летишь.



*Technology Solutions for
the Right Place and Time*

www.trimble.ru

Trimble Export Limited

Московское Представительство
Тел.: +7 (095) 258-60-11/12
Факс: +7 (095) 258-60-10

Мастер-Дистрибьюторы:

ЗАО НПП "Навгеоком"

Тел.(095) 747-5131
факс (095) 747-5130
E-mail: sales@agp.ru
<http://www.agp.ru>

ООО "ГеоПолигон"

Тел./факс +7 (095) 959-40-88
E-mail: sales@geopolygon.ru
<http://www.geopolygon.ru>

НАЗЕМНЫЕ СИСТЕМЫ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ. ОПЫТ РАБОТ

М.Н. Аникушкин (НПП «Навгеоком»)

В 2002 г. окончил факультет вычислительной техники Пензенского государственного университета по специальности «вычислительные машины, комплексы, системы и сети». С 2000 г. по 2002 г. работал в НПП «Кристалл» (Пенза), затем — в ООО «ГеоЛоджик» (Пенза). С 2003 г. по настоящее время — инженером в отделе лазерного сканирования НПП «Навгеоком».

Использование традиционных геодезических и фотограмметрических методов не всегда позволяет построить по результатам измерений точные трехмерные цифровые модели объектов сложной конфигурации. Появление безотражательных электронных тахеометров позволило увеличить производительность измерений и количество измеряемых точек в несколько раз. Однако, максимальная скорость и плотность измерения точек стала возможной только благодаря наземным лазерным сканирующим системам, которые за секунды измеряют координаты от 1 до 5 тыс. точек с точностью в несколько миллиметров.

Компания «Навгеоком» в 2002 г. одна из первых в России приступила к освоению наземных лазерных сканирующих систем. В настоящее время специалистами компании накоплен определенный опыт по их использованию для топографической съемки, обмера архитектурных элементов фасадов зданий при их реставра-

ции, подземных и горных работ, а также создания моделей технологического оборудования.

Особенность лазерных измерений, как и любых геодезических и фотограмметрических, состоит в том, что для получения трехмерной модели протяженного объекта, снимаемого с нескольких станций, требуется объединение отдельных измерений, выполненных на разных станциях, в единую систему координат. При лазерном сканировании данные, получаемые на одной станции, называют «сканом» или «облаком точек», а процесс объединения отдельных сканов в один — «сшивкой». Для этих целей соседние «сканы» должны иметь зоны перекрытия, в которых выбираются контрольные точки. В качестве контрольных точек используют специальные марки или характерные точки измеряемого объекта. Если координаты нескольких контрольных точек известны, то можно выполнить геодезическую привязку результатов измерений в существующую систему координат. Программное обеспечение, используемое для обработки результатов наземного лазерного сканирования, по координатам контрольных точек на соседних «сканах» позволяет «сшивать» их в одно «облако точек» с последующей обработкой. Результат обработки можно экспортировать в САПР или ГИС.

Таким образом, процесс построения цифровой трехмерной модели любого объекта включает:

- полевые работы по маркировке контрольных точек и сканированию объекта;
- «сшивку» отдельных «ска-

нов» в одно «облако точек»;

— преобразование «облака точек» в цифровую модель в заданной программной среде для ее последующей обработки.

В зависимости от снимаемого объекта и требуемого конечного результата определяется технология проведения полевых и камеральных работ. Рассмотрим на примере трех проектов, выполненных специалистами компании «Навгеоком» в 2004 г., особенности использования наземных лазерных сканеров.

Целью **первого проекта** являлось выполнение крупномасштабной топографической съемки участка местности — поля для игры в гольф. Поле представляло собой протяженный участок местности длиной около 500 м с разнообразным рельефом и объектами, которые по замыслу дизайнеров должны являться помехой для игроков: озера, ручьи, песчаные бункеры, растительность и т. п. Необходимо было выполнить съемку нескольких полей гольф-клуба Moscow Country Club в масштабе 1:500.

Полевые измерения проводились с помощью лазерного сканера MENS I GS200 компании Trimble Navigation (США), обладающего максимальной дальностью измерения расстояния до 350 м, точностью измерения — от 1,5 мм, производительность — до 5000 точек в секунду. На каждой станции выбиралось 4–5 контрольных точек, на которые устанавливались марки. Координаты контрольных точек измерялись с помощью приемника GPS. Для удобства перемещения по полю и уве-



Рис. 1

Использование электрического автокара в качестве мобильной платформы

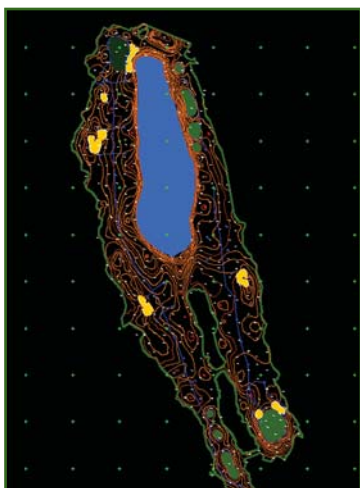


Рис. 2
Топографический план поля для игры в гольф в масштабе 1:500

личения дальности действия сканера был установлен на электрический автокар (рис. 1). Это позволило в течение одного рабочего дня выполнить съемку территории, площадью 6 га.

Камеральная обработка, которая включала объединение «сканов», трансформирование в исходную систему координат, дешифрирование и рисовку объектов, построение горизонталей (рис. 2), была выполнена в программе RealWorks Survey за день. Полученные данные были экспортированы в AutoCAD, где была проведена окончательная компоновка и подготовка плана к печати.

ПО RealWorks Survey, представляющее собой универсальный, простой и интуитивно понятный инструмент, используется как для «сшивки» «сканов», так и для последующей их обработки. Возможность экспорта результата в различные САПР на любом этапе обработки обеспечивает гибкость в выборе и модификации технологической цепи.

Второй проект был выполнен совместно со специалистами ООО «Р-Скан» (Санкт-Петербург). Задание предусматривало не только обмер фасада здания, построение поэтажных планов и вертикальных разрезов, но и создание трехмерной модели здания для последующего получения данных о толщине стен, перекрытий и перегородок.

После осмотра объекта была принята следующая схема работ. Обмер лицевого и дворового фасадов здания было решено выполнять с помощью лазерного сканера MENSİ GS200, так как дальность его действия и точность измерений в пределах этого расстояния были достаточны; измерение геометрических размеров интерьеров — с помощью лазерной рулетки Leica Disto Lite, а внутреннюю съемку в особо сложных местах — лазерным сканером Callidus CP3200 компании Callidus GmbH (Германия) с полем зрения 360x280°. Определение пространственных координат контрольных точек проводилось с помощью безотражательного электронного тахеометра Trimble 3305 DR.

На полевые измерения было затрачено два дня.

Наиболее трудоемкой оказалась работа по передаче координат локальной системы координат во внутренний дворик здания. Она осуществлялась через окна, поэтому тахеометр устанавливался на улице, на третьем этаже здания и во дворе. Дополнительно, кроме центров марок, установленных на контрольных точках, были определены координаты нескольких точек, которые в последующем использовались для проверки и оценки точности результатов сканирования.

Особых сложностей по сканированию фасадов не возникло. На каждый фасад было сделано несколько «сканов» при общем числе станций — четыре.

В результате полевых работ было получено три «облака точек»: два — на фасады здания и один — на внутренние комнаты со сводами и арками.

Камеральные работы заняли около пяти дней. Они включали «сшивку облаков» точек, построение разрезов, дешифрирование и рисовку фасадов, нанесение размеров, подготовку чертежей к печати. Для этих целей использовались программы: RealWorks Survey — для обработки данных, полученных с помощью MENSİ GS200, 3D-Extractor — для обработки данных Callidus и AutoCAD — для

подготовки чертежей.

Третий проект демонстрирует возможности лазерных сканирующих систем для мониторинга деформаций, возникающих в сложных строительных конструкциях и сооружениях в процессе их строительства и эксплуатации. На одном из объектов в Москве для измерения деформаций параллельно с электронным тахеометром был использован лазерный сканер Callidus.

За рабочий день было сделано 9 сканов (около 3,5 млн точек). Для «сшивки» «сканов» в одно «облако точек» при сканировании на контрольных точках были установлены традиционные призматические отражатели. После «сшивки» снятых «сканов» в одно «облако точек», проводилась его обработка в программе RealWorks Survey.

Таким образом, максимальное отклонение главного фасада здания от вертикальной плоскости составило 15 см. Правый верхний угол здания завалился вглубь, а в центре фасада имеется область, выпирающая наружу.

Конечно, данные задачи можно было бы решить и с помощью традиционных геодезических методов. Однако, использование лазерных сканеров позволило значительно сократить время на выполнение полевых работ и одновременно увеличить полноту информации, получаемой в результате измерений, что, несомненно, отразилось на качестве конечного результата.

Более подробную информацию об этих и других проектах можно получить на www.agr.ru.

RESUME

Advantages and capabilities of the ground laser scanning are introduced as an alternative to the classical geodetic and photogrammetric measurements. The Company's experience in applying the ground laser scanners in combination with the electronic tachometers and laser distance meters for large scale survey of sites intended for golf as well as for architectural measurements and monitoring of buildings and constructions is presented.



НАВГЕОКОМ



ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАВГЕОКОМ

129626, Москва, ул. Паела Корчагина, 2
Тел: (095) 747-51-31, 781-77-77 Факс: (095) 747-51-30
E-mail: geo@navgeocom.ru, www.navgeocom.ru

НАВГЕОКОМ КУБАНЬ

350004, Краснодар, ул. Кропоткина, 50, офис 401
Тел: (861) 211-18-66, Факс: (861) 211-18-65
E-mail: kuban@navgeocom.ru, www.navgeocom.ru

НАВГЕОКОМ СЕВЕРО-ЗАПАД

199178, С.-Петербург, 11 линия В.О., 66 А, офис 486
Тел: (812) 325-47-76 Факс: (812) 325-47-79
E-mail: spb@navgeocom.ru, www.navgeocom.ru

МАРТ

▼ Москва, 14–17*

2-й Международный промышленный форум **«GEOFORM+»**
Выставочный холдинг MVK, Министерство природных ресурсов РФ, Министерство транспорта РФ
Тел/факс: (095) 105-34-86, 268-99-04
E-mail: auk@mvk.ru
Интернет: www.geoexpo.ru

АПРЕЛЬ

▼ Тюмень, 5–7*

V конференция **«Информационные технологии в проектировании»**
ОАО «Гипротюменнефтегаз»
Тел: (3452) 46-31-59, 39-08-46, 46-56-22
Факс: (3452) 46-56-80
E-mail: gtng@gtng.ru, aleinikova@gtng.ru, ppalianov@gtng.ru
Интернет: www.gtng.ru

▼ Львов (Украина), 7–9*

Международная научно-техническая конференция **«Современные достижения геодезической науки и производства»**
Институт геодезии Львовского национального политехнического университета
Тел: (380322) 72-19-75
Факс: (380322) 74-43-00
E-mail: ssavchuk@polynet.lviv.ua

▼ Москва, 12–14*

Всероссийская практическая конференция **«Земля и недвижимость в России. Кадастр объектов недвижимости — основа фискально-правовой системы государства»**
Роснедвижимость, РАГС при Президенте РФ, МСО «Земля и недвижимость», Государственный университет по землеустройству
Тел: (095) 436-00-11

Тел/факс: (095) 436-05-21, 436-90-27, 436-06-24
E-mail: korneev@ur.rags.ru, intensiv@ur.rags.ru
Интернет: www.kadastr.ru, www.rags.ru, www.ipkr.ru, www.landmarket.ru

▼ Москва, 12–15

8-я Международная выставка дорожного строительства и инфраструктуры
М-ЭКСПО
Тел: (095) 956-48-22
Факс: (095) 292-13-49
E-mail: doroga@m-expo.ru
Интернет: www.doroga-expo.ru

▼ Москва, 14–17

Международная специализированная выставка **«Оборудование для нефти и газа»** и Международная конференция **«Российское нефтегазовое образование и наука XXI века»**
РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина
Тел: (095) 135-90-03, 135-72-16
E-mail: gubkin_expo@mail.ru
Интернет: www.gubkin.ru

▼ Новосибирск, 27–29*

1-я Международная специализированная выставка и научный конгресс **«Гео-Сибирь»**
Выставочное общество «Сибирская Ярмарка», Сибирская государственная геодезическая академия
Тел: (3832) 10-62-90, доб. 279
E-mail: nenash@sibfair.ru
Интернет: www.sibfair.ru

▼ Анапа, 27–29

IV семинар **«Использование ГИС для управления территориями, городами, предприятиями»**
«ДАТА+», ФКЦ «Земля»
Тел: (095) 254-93-35, 254-65-65
Факс: (095) 254-88-95
E-mail: market@dataplus.ru
Интернет: www.dataplus.ru

МАЙ

▼ Тюмень, 26–27*

IV научно-практический семинар **«Использование ГИС-технологий ESRI и Leica Geosystems в нефтегазовой отрасли»**
«ДАТА+», СибГеоПроект
Тел: (095) 254-93-35, 254-65-65
Факс: (095) 254-88-95
E-mail: market@dataplus.ru
Интернет: www.dataplus.ru

▼ Москва, 31–02*

12-й Всероссийский форум **«Рынок геоинформатики в России. Современное состояние и перспективы развития»**
ГИС-Ассоциация
Тел/факс: (095) 135-76-86, 137-37-87
E-mail: gisa@gubkin.ru
Интернет: www.gisa.ru

ИЮНЬ

▼ Пермь, 1–6*

Международная конференция **«Новые технологии в маркшейдерии и недропользовании»**
Союз маркшейдеров России, Управление горного надзора Ростехнадзора, кафедра «Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы» Пермского ГТУ
Тел: (3422) 19-80-59, 19-84-24
E-mail: kja@geotech.pstu.ac.ru

▼ Санкт-Петербург, 20–24

31-й Международный симпозиум по дистанционному зондированию Земли
Nansen International Environmental and Remote Sensing Center
Тел: (812) 234-39-24
Факс: (812) 234 38 65
Интернет: www.niersc.spb.ru/isrse

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

НЕ ЗАКРЫВАЙТЕ ГЛАЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ

PENTAX

Лёгок и быстр в настройках

Лазерный центрир

Лазерный указатель

Влагозащитенность IPX6

Увеличение 30x

Система автоматической и механической фокусировки

Поддержка ПО



Optio X

Покупая тахеометр Pentax+ CAD+GIS Pythagoras Вы получаете подарок фотоаппарат Pentax Optio X

Компания Геотрейд является официальным дилером Pentax в России.



ИПЦ ГЕОТРЕЙД

111250, Россия,
г. Москва,
Красноказарменная ул.,
д.12, стр.15.

www.geo-trade.ru

E-mail:

info@geo-trade.ru

Тел./факс: +7 095 361 9595, 9959

• R-322 (N)	2"	0.6 mgon
• R-323 (N)	3"	1.0 mgon
• R-325 (N)	5"	1.5 mgon
• R-326	6"	1.9 mgon

Региональные дилеры

Pluton Holding
8 (812) 322-2799
E-mail: pluton_andreev@mail.ru

ЮгДон
8 8632 646785
E-mail: ugunion@aanet.ru

Банковские компьютерные системы-ДВ
8 (4232) 300 056
E-mail: bcsvd@list.ru

ИП Ким Владимир Петрович
8 (918) 319 9312
E-mail: kim_chelnok@mail.ru

ГеоЛэнд
8 (3832)625-641
E-mail: geoland@mail.ru

R-300

SERIES TOTAL STATION

ISO
9001&14001



для Ваших **задач** мгновений

КАТАЛОГ GEOTOP (WWW.GEOTOP.RU)

Отраслевой специализированный Каталог GeoTop — это справочный Интернет-портал об организациях геодезического, картографического и геоинформационного направлений и смежных с ними областей. Он представляет собой информационно-поисковую систему и предназначен для продвижения сайтов и рекламы продукции различных компаний.

Каталог GeoTop интересен, прежде всего, организациям и частным лицам, поставщикам товаров, работ, услуг, а также потребителям продукции. Основное предназначение сайта заключается именно в предоставлении информационно-поисковых услуг пользователям сети, остальные же сервисы сайта — вторичны.

Каталог GeoTop относится к категории навигационных сайтов, переправляющих пользователей к исходной искомой информации.

Поддержку каталога осуществляет компания General Partnership «GeoTop pool», представляющая собой простое товарищество. Деятельность «GeoTop pool» сосредоточена на рекламных и информационных услугах только в сети Интернет, т. е. на Интернет-бизнесе.

На главной странице сайта расположен рубрикатор каталога, который состоит из следующих тематических блоков: «Гео», «Близкие направления», «Для Гео-отрасли» и «Желтые страницы», и размещены ссылки на основные разделы.

▼ «Гео»

Каталог Интернет-ресурсов геодезической отрасли предназначен для размещения сайтов геодезической, картографической, геоинформационной и т. п. тематики.

▼ «Близкие направления»

Каталог Интернет-ресурсов

смежных отраслей предназначен для размещения сайтов, близких к геодезической и картографической сфере деятельности. Важно, что некоторые организации, представленные в этом блоке, являются еще и потребителями работ и услуг в области геодезии и картографии.

▼ «Для Гео-отрасли»

Содержит Интернет-ресурсы организаций, поставляющих продукцию, работы и услуги, в том числе и на геодезический рынок. Этот блок будет весьма полезен геодезическим предприятиям для обеспечения собственной текущей деятельности.

▼ «Желтые страницы»

Адресно-телефонный справочник организаций, связанных с геодезической, картографической и геоинформационной деятельностью. По сути «Гео-справочник» является структурно обособленным каталогом, и имеет собственный механизм выборки, поиска и сортировки.

Кроме того, в нем представлены сведения об организациях, не имеющих сайтов. Организации могут зарегистрировать свой ресурс в основном каталоге «Гео» или, если сайт отсутствует, разместить контактную информацию в «Гео-справочнике». Для этих целей предназначен подраздел «Добавить в каталог».

▼ «Дайджест»

Раздел содержит информацию о наиболее значимых событиях в области геодезии, картографии и ГИС. Публикации размещаются в режиме коротких сообщений. В поддержании концепции навигационного сайта, возле каждого события размещается ссылка «Подробнее», которая ведет пользователя на сайт профильной организации, где можно получить полную информацию о событии.

▼ «Поиск в сети»

Раздел представляет собой коллекцию ссылок на поисковые системы, Интернет-каталоги, сайты партнеров GeoTop и т. д. В разделе также размещена поисковая форма, позволяющая осуществлять последовательные запросы к популярным поисковым системам непосредственно из Каталога GeoTop.

▼ «Рекламодателям»

В этом разделе размещена информация о рекламных услугах, предоставляемых Каталогом GeoTop. Гибкая ценовая политика позволяет потенциальным рекламодателям из предлагаемых видов баннерной рекламы, выбрать наиболее для них приемлемый.

▼ «Доска объявлений»

Раздел предназначен для публикации объявлений, в основном, по геодезической, картографической и геоинформационной тематике. «Доска объявлений» содержит несколько тематических рубрик. Публикуемое объявление снабжено ссылками на сайт организации, разместившей объявление, или на адрес электронной почты.

▼ «Работа»

Раздел предоставляет возможность профильным организациям размещать имеющиеся у них вакансии для поиска сотрудников, а специалистам, ищущим работу, публиковать резюме.

▼ «Рейтинги»

В этом разделе представлены ссылки на наиболее популярные тематические ресурсы (сайты), зарегистрированные в каталоге. Рейтинги формируются программным путем автоматически.

▼ «О нас»

Справочный раздел о «GeoTop pool» и Интернет-проекте Каталог GeoTop. Здесь приводится информация для контактов.

Javad Navigation Systems
www.javad.com

Компания «Геокосмос»
www.geokosmos.ru

НПП «Навгеоком»
www.agp.ru

«Геостройизыскания»
www.gsi2000.ru

Trimble Navigation
www.trimble.ru

«Гео-Надир»
www.geo-nadir.ru

Фирма Г.Ф.К.
www.gfk-leica.ru

НПФ «Талка-ТДВ»
www.talka-tdv.ru

МГУ им. М.В. Ломоносова
www.geogr.msu.ru

Каталог GeoТop
www.geotop.ru

GEOFORM+ 2005
http://geoexpo.ru

«Гео-Сибирь — 2005»
www.sibfair.ru

О МНИМЫХ ОШИБКАХ ПОПРАВОК ИЗМЕРЕНИЙ

Б.Н. Дьяков (СПГГИ, Санкт-Петербург)

В 1966 г. окончил факультет геодезии НИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». Работал инженером на предприятиях № 9 (Свердловск) и № 1 (Иркутск). С 1978 г. — старший преподаватель, доцент, профессор кафедры геодезии СГГА. С 2002 г. по настоящее время — доцент Санкт-Петербургского государственного горного института (СПГГИ).

Входными данными уравнения геодезической сети по методу наименьших квадратов (МНК) являются координаты (или отметки) исходных пунктов, проектное значение ошибки единицы веса μ_0 , результаты измерений (вектор \mathbf{Y}) и их средние квадратические ошибки (СКО) m_i или веса (весовая матрица \mathbf{P}).

К выходным данным уравнения относятся: вектор неизвестных \mathbf{X} , ошибка единицы веса μ , матрица обратных весов неизвестных \mathbf{Q} , вектор поправок измерений \mathbf{V} и т. д. Используя эти данные, можно выполнить оценку точности любого параметра сети, и, если существуют два пути оценки точности, в обоих случаях должны получиться одинаковые результаты. Как показали наши исследования, этот тезис справедлив для всех параметров сети, за исключением уравненных значений измеренных величин. Известно, что одним из очевидных следствий уравнения является повышение точности измерений. Так, в [1] приводится доказательство, что ошибки измерений после уравнения уменьшаются в среднем в $\sqrt{k/n}$ раз (n — количество измерений, k — количество неизвестных).

Оценку точности уравненных измерений можно выполнить двумя путями. Рассмотрим их оба. Представим уравненные значения измерений как функции уравненных значений неизвестных:

$$Y_{i(\text{ур})} = \varphi(\mathbf{X}) \quad (1)$$

и из этой формулы получим формулу СКО i -ого уравненного измерения:

$$m_{i(\text{ур})}^2 = \mu^2 \sum_1^k \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \sum_1^k \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} Q_{i,j}, \quad (2)$$

где $Q_{i,j}$ — элементы матрицы \mathbf{Q} ; под знаком суммы стоят частные производные измерений по неизвестным, определяемым из уравнения.

Рассмотрим небольшую нивелирную сеть, состоящую из одного исходного репера \mathbf{A} , трех определяемых реперов $\mathbf{1}$, $\mathbf{2}$, $\mathbf{3}$ и шести нивелирных линий длиной по 1 км (см. рисунок); средняя квадратическая ошибка каждого измеренного превышения равна $\mu = 8$ мм.

Пусть после уравнения ошибка единицы веса равна ее проектному значению $\mu = \mu_0 = 8,0$ мм. Матрица \mathbf{Q} этой сети приведена в табл. 1.

Вычислим для каждого уравненного превышения по формуле (2) СКО ($m_i = 5,7$ мм) и убедимся, что для всех превышений выполняется условие:

$$m_{i(\text{ур})} < m_i,$$

что согласуется с очевидным следствием уравнения, отмеченным выше.

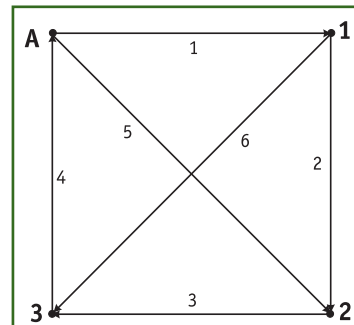


Схема нивелирной сети

Второй путь предусматривает вычисление средней квадратической ошибки уравненных превышений по формуле:

$$m_{i(\text{ур})}^2 = m_i^2 + m_{v_i}^2, \quad (3)$$

где m_{v_i} — СКО поправки в измерение.

Формула (3) соответствует вычислению уравненного превышения по формуле:

$$Y_{i(\text{ур})} = Y_i + V_i. \quad (4)$$

Ошибки поправок можно получить из ковариационной матрицы поправок:

$$K_v = \mu_0^2 Q_v, \quad (5)$$

диагональные элементы которой являются квадратами средних квадратических ошибок поправок. Матрица обратных весов поправок вычисляется по формуле:

$$Q_v = \mathbf{P}^{-1} - \mathbf{A}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{A}^T. \quad (6)$$

Матрица \mathbf{Q} нивелирной сети, представленной на рисунке

Таблица 1

Номер репера	1	2	3
1	0,500	0,250	0,250
2	0,250	0,500	0,250
3	0,250	0,250	0,500

Матрица Q_v для рассматриваемой нами нивелирной сети приведена в табл. 2.

При $\mu = 8$ мм и $q_{i,i} = 0,500$ получаем $mv^2 = 32$ мм², и по формуле (3) вычисляем СКО уравненного превышения, равную 9,8 мм, т. е.:

$$m_{i(vp)} > m_i,$$

что противоречит очевидному следствию, отмеченному выше.

Если в правой части формулы (3) второе слагаемое будет отрицательным, то значения $m_{i(vp)}$, подсчитанные по формулам (3) и (2), окажутся одинаковыми. Такой же результат получается и при уравнивании неравноточной нивелирной сети, отдельного линейно-углового хода или системы ходов.

Квадрат действительного числа является положительным числом, а квадрат мнимого числа — отрицательным. Следовательно, ошибки поправок — числа мнимые, а их веса, подсчитанные по формуле:

$$pv_i = \mu^2/mv^2,$$

— числа отрицательные. С позиций элементарной теории ошибок данный вывод является парадоксальным, но он заслуживает внимания хотя бы потому, что его нужно объяснить.

К выводу о мнимых ошибках поправок измерений можно прийти и другим путем, анализируя известное матричное уравнение:

$$V = -G\Delta, \quad (7)$$

вывод которого приведен в [2, с. 175]. В этом уравнении Δ — вектор истинных ошибок измерений, V — вектор поправок из уравнивания, G — матрица размером $n \times n$. В развернутом виде уравнение (7) записывается как n -выражений типа:

$$V_i = -\sum_j g_{i,j} \Delta_j, \quad (8)$$

т. е. каждая поправка может быть представлена в виде суммы произведений элементов i -ой строки G -матрицы на истинные ошибки соответствующих измерений.

Матрица Q_v нивелирной сети, показанной на рисунке

Измерения	1	2	3	4	5	6
1	0,500	0,250	0,000	0,250	-0,250	0,250
2	0,250	0,500	0,250	0,000	-0,250	-0,250
3	0,000	0,250	0,500	0,250	0,250	-0,250
4	0,250	0,000	0,250	0,500	0,250	0,250
5	-0,250	-0,250	0,250	0,250	0,500	0,000
6	0,250	-0,250	-0,250	0,250	0,000	0,500

Таблица 2

Известно, что матрица G вычисляется по формуле:

$$G = E - AR^{-1}A^T, \quad (9)$$

где E — единичная матрица размером $n \times n$, A — матрица размером $n \times k$ коэффициентов параметрических уравнений поправок, R — диагональная матрица весов измерений, R^{-1} — ковариационная матрица неизвестных размером $k \times k$, являющаяся обратной к матрице коэффициентов нормальных уравнений.

Из формулы (9) видно, что элементы G -матрицы зависят только от геометрии конкретного геодезического построения и весов измерений, поэтому правая часть выражения (8) не содержит элементов, которые можно было бы оценивать с помощью средних квадратических ошибок. Действительно, погрешность элементов G -матрицы существенно меньше точности вычислений поправок V , и их можно считать безошибочными. Истинные ошибки измерений по своей природе не содержат погрешностей; это — вполне конкретные, хотя и неизвестные нам числа. Ошибочны результаты измерений, которые оцениваются обобщенным показателем — средней квадратической ошибкой, но оценка точности истинных ошибок с помощью такого показателя смысла не имеет.

Считая поправку V_i функцией истинных ошибок измерений, мы вынуждены признать, что средняя квадратическая ошибка поправки из уравнивания также не имеет физического

смысла, и, если в теории возникает необходимость оперировать средними квадратическими ошибками поправок, их следует считать мнимыми величинами.

В заключение необходимо отметить, что в учебниках по теории обработки измерений отсутствуют сведения о мнимых ошибках поправок измерений и их отрицательных весах. Этот пробел, по нашему мнению, следует устранить. Возможно, в теорию обработки измерений придется ввести понятия действительной и мнимой областей и указывать, к какой области относятся тот или иной случайный вектор и его корреляционная матрица.

▼ Список литературы

1. Юршанский З.М. Теория математической обработки геодезических измерений. Учебное пособие. — Новосибирск: НИИГАиК, 1984. — 130 с.
2. Большаков В.Д., Маркузе Ю.И., Голубев В.В. Уравнивание геодезических построений. — М.: Недра, 1989.

RESUME

It is marked that there is no information on the imaginary errors of the measurement corrections and their negative weights in the manuals of the theory of measurement. Evidence of them is proved by the calculations done. The author proposes to introduce notions of the actual and imaginary parts into the theory of measurement and to indicate which part this or that random vector and its correlation matrix is related to.

РАЗВИТИЕ ФЕДЕРАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА АЭРОКОСМИЧЕСКОГО И НАЗЕМНОГО МОНИТОРИНГА В БЕЛГОРОДСКОМ ГУ

В.М. Никитин (Белгородский ГУ)

Окончил ВИРТА ПВО им. Маршала Советского Союза Л.А. Говорова (Харьков, Украина) по специальности «радиоэлектроника». В настоящее время — директор Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов при Белгородском государственном университете.

С.А. Кунгурцев (Белгородский ГУ)

Окончил ВВМУРЭ им. А.С. Попова (Санкт-Петербург) по специальности «радиоэлектроника». В настоящее время — начальник отдела Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов при Белгородском государственном университете.

Изначально космическая съемка развивалась как довольно узкое направление, нацеленное в основном на решение военно-стратегических задач. В настоящее время снимки из космоса находят все более широкое применение в повседневной жизни. Основными задачами, которые решают спутники на околоземных орбитах, являются наблюдение и изучение поверхности Земли и недр нашей планеты.

От камеры, снимающей земную поверхность, практически ничего невозможно скрыть, единственными преградами для съемки могут стать различные природные явления (облака, дым, туман и др.), хотя для радиолокационной съемки и это не проблема. Поэтому космические снимки являются наиболее достоверными источниками информации о том, что происходит на планете (наводнения, пожары, загрязнение окружающей среды, несанкционированные рубки лесов и лов рыбы, и др.).

На околоземных орбитах планеты находится несколько десятков спутников, занимающихся съемкой земной поверхности, у них разные цели и, соответственно, различное техническое оснащение. Есть спутники, целью которых является наблюдение за метеорологической об-

становкой, морями и океанами (для глобального изучения планеты или на уровне крупного региона), другие же нацелены на более детальные задачи — наблюдение за городскими территориями, поиск полезных ископаемых, оценка предстоящего урожая зерновых культур и др.

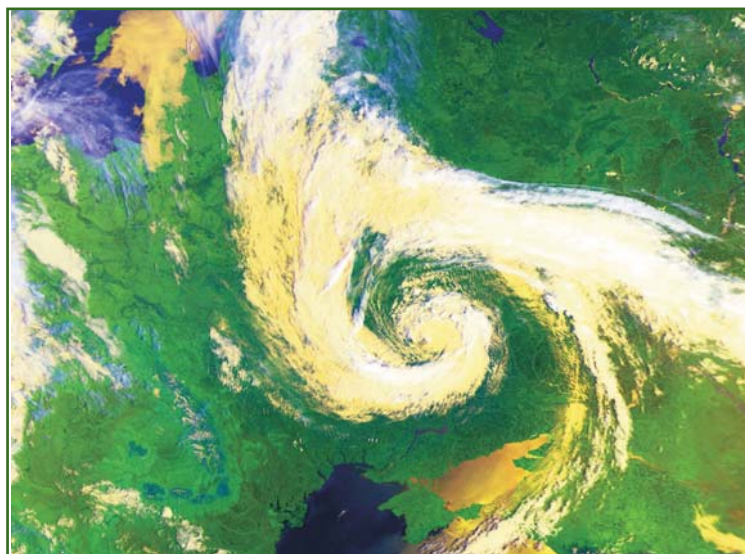


Рис. 1
Циклон над Европейской частью России. Снимок со спутника NOAA (сканер AVHRR)



Рис. 2
Приемная антенна АПК «УниСкан»
на крыше БелГУ

Аппаратура, установленная на искусственных спутниках Земли, позволяет получать снимки не только в видимом диапазоне, но и в других частях спектра, что позволяет регистрировать скрытую от человеческого глаза информацию (температуру водной и земной поверхности, влажность почв и содержание влаги в растительности, наличие металлов в земле и др.).

Одной из первых областей применения космических снимков стала метеорология. Изучение атмосферы Земли — одна из самых сложных задач человечества. Появление космических данных в этом научном направлении позволило наблюдать за атмосферой на обширных территориях в режиме реального времени (рис. 1), т. е. наблюдать за глобальной, планетарной системой формирования атмосферной циркуляции, передвижением циклонов, формированием облачных систем, тепловым балансом Земли и др.

Следующим востребованным направлением использования космических снимков стала разведка и учет природных ресурсов. Использование спутниковой съемки дало возможность оценивать ресурсный потенциал труднодоступных районов планеты.

Современные средства приема, обработки и использования изображений Земли из космоса и ГИС-технологии непрерывно

совершенствуются, и для подготовки востребованных квалифицированных кадров вузам необходимо отслеживать современные тенденции развития отрасли и проводить техническое переоснащение согласно последним достижениям.

В Белгородском государственном университете (БелГУ) разработана и осуществляется программа комплексного развития учебной и научно-исследовательской базы, которая позволит максимально использовать результаты университетской науки при решении социально-экономических задач области. В соответствии с этой программой в университете созданы научно-исследовательские лаборатории и центры, осуществляющие научную поддержку вузовского и послевузовского образовательного процесса. Так, например, решением экспертной комиссии Министерства образования РФ БелГУ включен в состав участников, реализующих проект «Создание межвузовской системы учебно-научных центров коллективного пользования экологического мониторинга для устойчивого развития территорий». В ходе программы Министерства образования РФ по развитию приборной базы центров коллективного пользования (ЦКП) «Оснащение Федерально-регионального центра аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов при Белгородском государственном университете» (2004 г.) на базе ЦКП создан Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов. Реализация данного проекта осуществлялась на условиях софинансирования из средств федерального бюджета, а также местного бюджета Белгородской области и внебюджетных средств БелГУ. Одним из основных структурных подразделений центра является а-

строфизическая обсерватория, оснащенная уникальным аппаратным комплексом, который включает аппаратно-программный комплекс «УниСкан» (рис. 2); ультрафиолетовый трассовый газоанализатор ДООС 4Р, стационарный многоволновый лидар МВЛ-60 и мобильный лидар МВЛ-60МОБ.

Универсальный аппаратно-программный комплекс «УниСкан» (АПК «УниСкан») предназначен для приема и обработки информации, передаваемой спутниками ДЗЗ с пространственным разрешением от 1 км до нескольких метров как с оптических, так и радиолокационных спутников. В настоящее время комплекс, установленный в БелГУ, принимает данные со спутников Terra (США), Метеор-3М (Россия), IRS-1C/1D (Индия). В дальнейшем комплекс может быть дооснащен для приема данных со спутников Сич-1М (Украина-Россия), IRS-P6 (Индия), RADARSAT-1 (Канада), Монитор-Э №1 (Россия, запуск планируется в 2005 г.). АПК «УниСкан» разработан и произведен российской компанией — ИТЦ «СканЭкс», что позволило учесть при создании Центра мониторинга на базе БелГУ не только сложные климатические особенности нашей страны, но и ограниченные финансовые возможности российского потребителя.

В состав комплекса входит программное обеспечение, которое позволяет осуществлять управление приемом и записью данных на жесткий диск, предварительную обработку данных, ведение электронного каталога снимков, дополнительную и тематическую обработку изображений.

Предполагается, что со временем, изучив полный комплекс задач, которые позволяют решать изображения Земли из космоса, студенты, аспиранты, преподаватели и научные сотрудники смогут осуществлять:

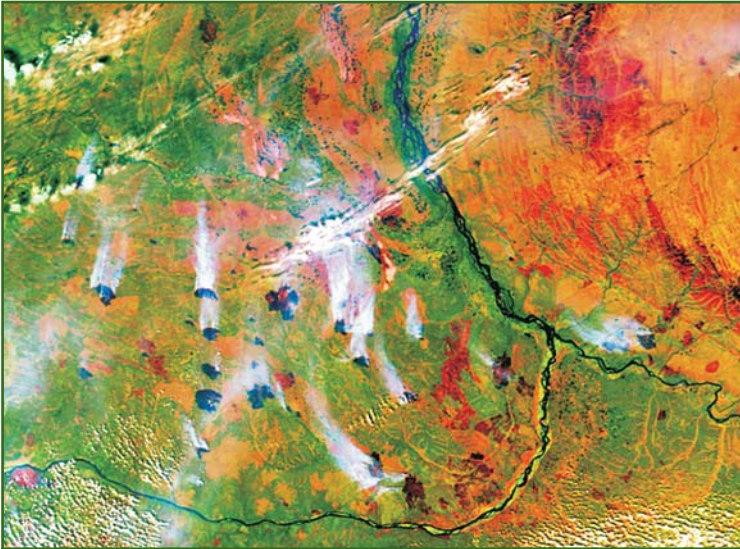


Рис. 3
Лесные пожары в междуречье Вилюя и Лены. Снимок со спутника NOAA (сканер AVHRR)

- экологический и природо-охранный мониторинг;
- мониторинг, оценку и картирование земельных угодий;
- мониторинг состояния водных объектов;
- мониторинг объектов разработки полезных ископаемых;
- мониторинг порубочной динамики лесов, текущих изме-

нений в лесном фонде, темпов и характера лесовозобновления;

- оценку ущерба от лесных пожаров (рис. 3);
- мониторинг сельскохозяйственных земель;
- мониторинг чрезвычайных ситуаций.

RESUME

The article is devoted to the foundation of the Ecological Monitoring Multi-Access Center at the Belgorod State University in accordance with the program of the RF Ministry for Education and Science. The Center's objective is to support sustainable development of the region. At present the Center is equipped with the unique hard- and software facilities UniScan for receiving and processing data from various remote sensing satellites. This innovation provides for efficient support for the higher and post-graduates education.

Группа компаний "ПРОМНЕФТЕГРУПП"

ЗАО "ПНГео" ПРЕДЛАГАЕТ ВСЕ СПЕКТР ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ:



- РУЧНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ
- АКСЕССУАРЫ
- МЕРНЫЕ КОЛЁСА
- НИВЕЛИРЫ
- ТЕОДОЛИТЫ
- ТАХЕОМЕТРЫ
- GPS СИСТЕМЫ

Приглашаем к сотрудничеству региональных партнеров на очень выгодных условиях. Гибкая система скидок.

Тел./ФАКС - (095) 785-01-19, 785-01-20

WEB: www.pngeo.ru E-MAIL: png@sovintel.ru

117638 Москва, ул Сивашская 7 "ГГА"