

#4  
2006

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

# ТЕОПРОФИ

13 АВГУСТА  
«ДЕНЬ СТРОИТЕЛЯ»

КОМПАНИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА:  
«НЕВА ТЕХНОЛОДЖИ»  
«ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ»

ГЕОДЕЗИЯ ОТКРЫВАЕТ ТАЙНЫ  
ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

ОБЗОР ЦИФРОВЫХ  
АЭРОФОТОКАМЕР

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:  
CREDO\_DAT  
ТРАНСПОР  
GEONICS ЖЕЛДОР  
PHOTOMOD GEOMOSAIC

НАЗЕМНАЯ ЦИФРОВАЯ  
ФОТОСЪЕМКА

ЛАЗЕРНЫЕ ВЫСОКОТОЧНЫЕ  
СИСТЕМЫ:  
FARO LASER TRACKER  
METRIS MV200  
XD





### Уважаемые коллеги!

«День строителя» — профессиональный праздник тех, кто создает облик будущего. Это интересно, но в то же время и очень ответственно. Обоснованность и надежность проектно-конструкторских и архитектурных решений во многом зависит от исходных данных, предоставляемых изыскателями, от используемых программных средств для проектирования, а также от применяемых строительных материалов и технологий.

О преимуществах применения цифровых моделей в инженерных изысканиях и проектировании, проблемах их разработки и внедрения рассказывает А.П. Пигин (с. 4).

Современные цифровые технологии позволяют автоматизировать практически все этапы, предшествующие строительству, значительно сокращая время подготовки проектно-сметной документации. Но применение этих технологий не гарантирует долговечности возведенных зданий и сооружений, зависящей от многих факторов. С одним из таких факторов — техногенными деформациями земной коры — знакомят В.Р. Яценко и Х.К. Ямбаев в разделе «Особое мнение» (с. 61). В статье приводятся исторические факты исчезновения и разрушения больших поселений, вызванные сдвигами земной коры и изменениями уровня воды морей и океанов. Описывается карта современных движений земной коры, созданная по результатам многолетних повторных нивелировок государственной высокоточной нивелирной сети и данных нивелирования уровенных постов на территории бывшего СССР. На примере этой карты, изданной в 1989 г., авторы показывают возможность прогнозирования ряда катастрофических явлений. Отмечается важность создания геодинамических полигонов и проведения на них повторных многократных геодезических измерений, что позволит не только выявить вертикальные движения земной коры, но и предсказывать их дальнейшее развитие.

За последние 5–6 лет наиболее динамично развиваются технологии цифровой аэрофотосъемки. Об истории создания цифровых аэрофотоаппаратов, их конструктивных особенностях и способах получения кадровыми и сканирующими фотокамерами изображений земной поверхности подробно рассказывается в обзоре на с. 45, подготовленном С.В. Олейником и В.Б. Гайда из НПП «Геосистема». С нашей точки зрения этот обзор не повторяет, а только дополняет серию публикаций Е.М. Медведева «О будущем цифровой аэрофототопографии в России» (см. Геопрофи. — 2006. — № 1–3). Представленная им в этом номере журнала статья (с. 52) должна была закончить эту серию, но стало ясно, что публикации по этому направлению завершить невозможно, как невозможно остановить прогресс. Надеемся, что на страницах нашего журнала появятся материалы разработчиков и пользователей цифровых аэрофотокамер, а также тех, кто сомневается в их технической и экономической целесообразности применения для крупномасштабных топографических съемок.

Кроме перечисленных выше статей по цифровым аэрофотокамерам в разделе «Технологии» представлены:

— способы получения цифровых моделей рельефа, местности и отдельных объектов методами наземной цифровой фотосъемки (с. 13), наземной съемки спутниковыми приемниками в режиме кинематики (с. 39) и воздушного лазерного сканирования при обследовании трасс магистральных нефтепроводов и других объектов (с. 57);

— функциональные возможности роботизированных тахеометров и встроенного программного обеспечения для выполнения разбивочных работ и исполнительных съемок (с. 67);

— особенности лазерных координатно-измерительных систем для контроля изготовления сложных по конфигурации и крупногабаритных изделий, юстировки станков и оборудования (с. 31 и 42);

— программное обеспечение для обработки геодезических измерений (с. 9), проектирования железных дорог (с. 21), построения мозаичных изображений из отдельных пространственно-привязанных снимков, отсканированных листов карт и фотографий (с. 17);

— язык программирования IDL, предназначенный для написания программных модулей программного комплекса ENVI, применяемого для обработки данных ДЗЗ (с. 25);

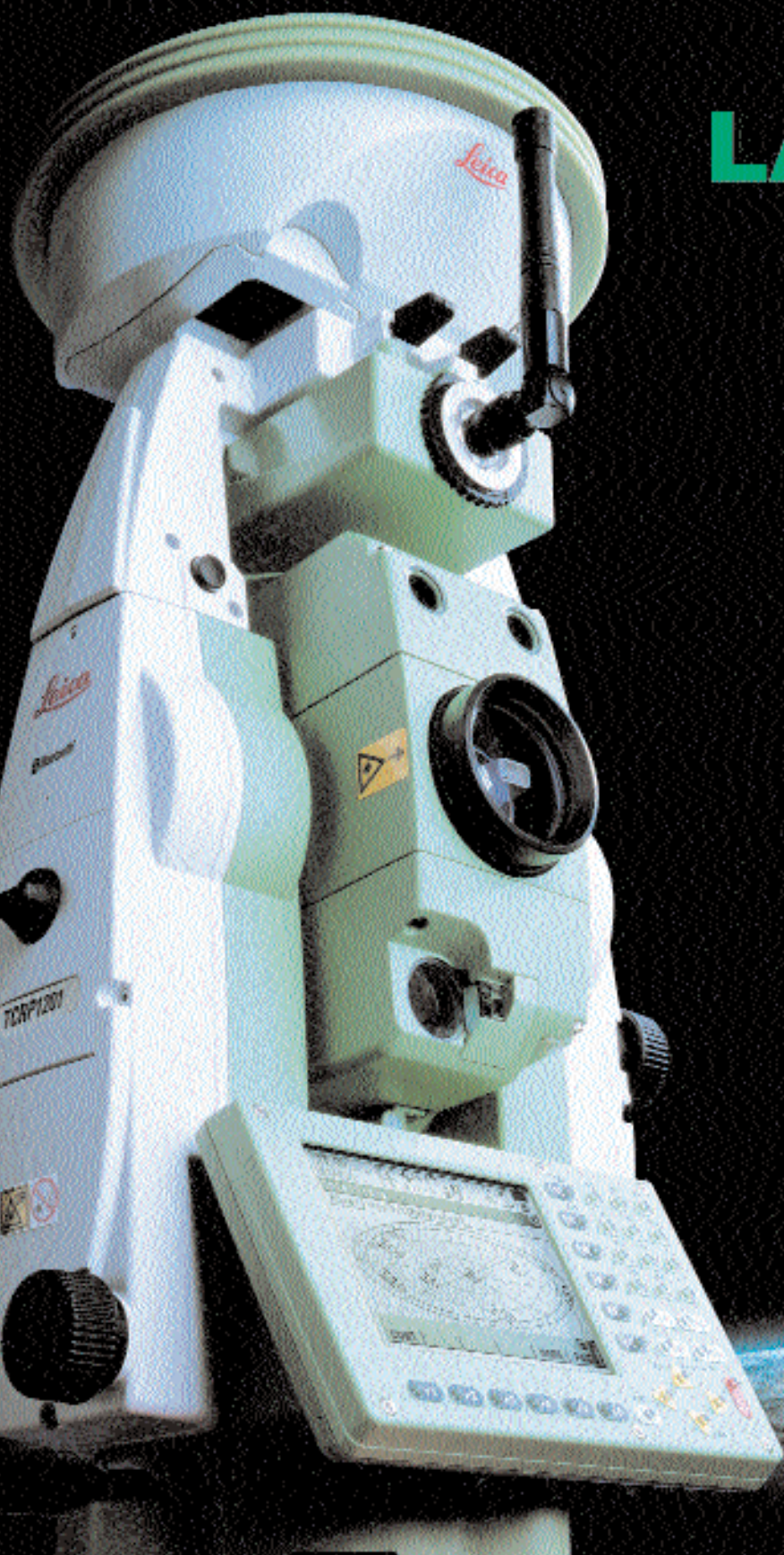
— опыт использования ГИС-технологий для оперативной подготовки тематических карт и диаграмм, используемых при принятии управленческих решений (с. 27).

Учитывая отпускной период, раздел «Новости» (с. 34) оказался небольшим по объему. Впервые в этом номере журнала редакция нарушила сложившиеся традиции и не поместила раздел «Интернет-ресурсы». Обещаем, что в будущем мы исправим этот пробел.

В разделе «Образование» представлен анонс «Словаря терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания)», авторами которого являются Г.Л. Хинкис и В.Л. Зайченко (с. 72). Осознавая важность употребления единых терминов, особенно в области новых технологий, редакция журнала «Геопрофи» оказала практическую помощь авторам в подготовке издания и распространении словаря.

Редакция журнала





# LASERBUILD

ОФИЦИАЛЬНЫЙ  
ДИСТРИБЬЮТОР  
LEICA GEOSYSTEMS AG

Современное  
геодезическое  
оборудование  
и технологии

**LASERBUILD** 105005, г. Москва, Посланников пер., д. 5, стр. 2, корп. 11  
т/ф: (495) 101-33-54, [www.lasrbuild.ru](http://www.lasrbuild.ru), [main@lasrbuild.ru](mailto:main@lasrbuild.ru)

196084, г. Санкт-Петербург, ул. Заставская, д. 25, оф. 21  
т/ф: (812) 329-32-62

443069, г. Самара, ул. Авроры, д. 110, корп. 2, оф. 222  
т/ф: (846) 279-49-53, 267-53-98

- when it has to be right

**Leica**  
Geosystems



## Редакция благодарит компании, поддерживавшие издание журнала:

Группа компаний «Геотехнологии», «ГеоПолигон», «Геостройизыскания», ПРИН, LaserBuild, «Навгеоком», Группа компаний «Талка», «Дженэс», «Сварог», «Геотрейд», «Геодезические приборы», «ИнжГеоГИС», «Геокад плюс», CSoft, «Ракурс», Московское представительство Trimble Navigation, Sokkia, Leica Geosystems, «ГеоЛИДАР», НПП «Геосистема» (Украина), «GPScom», «Совзонд», Центр прикладной геодинамики, «ПРАЙМ ГРУП», «ЭСТИ МАП», Группа компаний «Промнефтегрупп», «Нева Технолджи», «Йена Инструмент»

Учредитель  
**В.В. Грошев**

Главный редактор  
**М.С. Романчикова**

Редактор  
**Т.А. Каменская**

Перевод аннотаций статей  
**Е.Б. Краснопевцева**

Дизайн макета  
**И.А. Петрович**

Дизайн обложки  
**В.А. Богоутдинов**

Интернет-поддержка  
**А.С. Князев**

При оформлении первой страницы обложки использована фотография, предоставленная ЗАО «НИПИ «ИнжГео»

### Редакция:

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

Интернет-версия  
[www.geoprofi.ru](http://www.geoprofi.ru)

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

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

Периодичность издания —  
шесть номеров в год.

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

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать  
04.09.2006 г.

Предпечатная подготовка  
Информационное агентство «ГРОМ»

Печать Издательство «Проспект»

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПРАЗДНИК

А.П. Пигин  
**ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ — ОСНОВА САПР И ГИС ПРОЕКТОВ. ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ** 4

## ТЕХНОЛОГИИ

А.П. Пигин, Д.М. Васильков  
**РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЛЕКСА CREDO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ** 9

А.И. Алчинов, С.В. Баландин, В.Б. Кекелидзе  
**НАЗЕМНАЯ ЦИФРОВАЯ ФОТОСЪЕМКА** 13

В.Г. Новоселов, Г.В. Сапрыкина  
**PHOTOMOD GEOMOSAIC — ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО СОВМЕЩЕНИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ** 17

С.В. Пархолуп, В.И. Чешева  
**GEONICS ЖЕЛДОР — РАЗРАБОТКА КОМПАНИИ CСОFT ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ** 21

М.А. Болсуновский, В.О. Скрипачев  
**ЧТО ТАКОЕ IDL?** 25

А.Н. Проскурнин, А.Г. Милованов, В.А. Мельников  
**ОПЫТ СОЗДАНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ И ДИАГРАММ СРЕДСТВАМИ ГИС «КАРТА 2005»** 27

К.Н. Ткачев  
**ЛАЗЕРНАЯ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА FARO LASER TRACKER** 31

Л.И. Авельцев, С.А. Миронов, М.С. Миронов  
**ОСОБЕННОСТИ ТРЕХМЕРНОЙ СЪЕМКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТУНДРЕ** 39

В.В. Якунин  
**ФИРМА «НЕВА ТЕХНОЛОДЖИ» — 9 ЛЕТ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ** 42

С.В. Олейник, В.Б. Гайда  
**ЦИФРОВЫЕ КАМЕРЫ ДЛЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ** 45

Е.М. Медведев  
**О БУДУЩЕМ ЦИФРОВОЙ АЭРОФОТОТОПОГРАФИИ В РОССИИ** 52

С.Н. Черкесов  
**ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ** 57

С.В. Костин  
**РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ TRIMBLE** 67

## НОВОСТИ

**ЗАО «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ» — НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР ИЗЫСКАТЕЛЕЙ И СТРОИТЕЛЕЙ** 34

## ОСОБОЕ МНЕНИЕ

В.Р. Яценко, Х.К. Ямбаев  
**ГЕОДЕЗИЯ И ИЗВЕЧНЫЕ ТАЙНЫ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ** 61

## КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

 71

## ОБРАЗОВАНИЕ

**СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ, УПОТРЕБЛЯЕМЫХ В ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ** 72

Этот номер журнала открывает статья Александра Петровича Пигина. 7 августа 2006 г. он отметил свое 60-летие вместе с близкими, друзьями и сотрудниками компании «Кредо-Диалог». Редакция журнала от всей души поздравляет юбиляра и желает ему здоровья, личного счастья, творческих успехов в реализации всех планов!

В 1962 г. Александр Петрович связал свою жизнь с профессией изыскателя. Но в отличие от многих, он первоначально осваивал профессию на практике, а лишь потом, без отрыва от производства, подтверждал знания дипломами: «топографа» в Ленинградском топографическом техникуме (1974 г.), инженера по специальности «прикладная геодезия» в МИИГАиК (1981 г.), кандидата технических наук в Полоцком государственном университете (2001 г.). Вероятно, теоретические знания и практический опыт, полученные А.П. Пигиным на строительных площадках, при выполнении инженерно-геодезических изысканий, при проектировании дорожных одежд и др. позволяют ему остро ощущать потребности изыскательских, проектных и строительных организаций. С 1985 г. он участвует в разработке и внедрении программных комплексов для инженерных изысканий. Однако многое из задуманного удалось реализовать именно в программном комплексе CREDO совместно с коллективом компании «Кредо-Диалог», в которой он работает с 1992 г. Являясь в настоящее время техническим директором, он по-прежнему принимает непосредственное участие в разработке нового программного обеспечения для автоматизации геодезических и проектно-изыскательских работ.

## ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ — ОСНОВА САПР И ГИС ПРОЕКТОВ. ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ

А.П. Пигин (СП «Кредо-Диалог», Минск, Республика Беларусь)

С 1962 г. начал работать в изыскательской партии института «Гипросталь» (Керчь, Украина). С 1965 г. работал в строительных организациях Минска, с 1970 г. — в ГПИ «Минскинжпроект». Продолжая работать, в 1974 г. окончил Ленинградский топографический техникум, в 1981 г. — геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». В 1985–1990 гг. принимал участие в разработке программного комплекса «АРМГео». С 1992 г. работает в СП «Кредо-Диалог», где руководит разработкой программных средств для автоматизации геодезических и проектно-изыскательских работ, в настоящее время — технический директор. Кандидат технических наук.



Современные требования к качеству и оперативности проектирования в промышленном, гражданском и транспортном строительстве подразумевают применение высокоэффективных технологий на всех стадиях создания проекта. Эти требования оп-

ределяются следующими ключевыми моментами:

— необходимостью вариантного проектирования с быстрой детальной проработкой, а также с экономической и экологической оценкой;

— организацией сквозной технологии инженерных изысканий и проектирования на основе единого набора данных для всех элементов и разделов проекта.

Удовлетворение этих требований достигается на основе **цифрового моделирования** как в системах обработки материалов инженерных изысканий, так и в системах автоматизированного проектирования.

Последние 15 лет развития методов сбора, обработки, представления и использования топографо-геодезической информации (ТГИ) можно охарактеризовать одним словом — «революция». В массовое производство изысканий вошли электронные тахеометры и спутниковые технологии; прочно заняли свое место цифровые методы в фотограмметрии; все шире начинают применяться технологии наземного и воздушного лазерного сканирования. ТГИ приобрела цифровой вид, и появился новый класс потребителей ТГИ — разработчики геоинформационных проектов. Традиционные потребители ТГИ (проектировщики генплана и

объектов транспорта) эффективно применяют существенно изменившиеся, основанные на методах цифрового моделирования системы автоматизированного проектирования.

Таким образом, принципиально изменился подход к основным результатам инженерных изысканий и проектирования. Это выражается в переходе от «бумажного» результата (чертежи, планшеты) к модели, т. е. к созданию **цифровой модели местности (ЦММ)** как основного результата инженерно-геодезических изысканий; созданию **объемной геологической модели (ОГМ)** как результата инженерно-геологических изысканий; созданию и оценке **цифровой модели про-**

**екта (ЦМП)** как результата проектирования (см. рисунок).

Важной задачей инженерно-геодезических изысканий при этом становится обеспечение адекватности создаваемой ЦММ физическому состоянию местности, необходимой и достаточной проектировщику для принятия проектных решений при создании ЦМП.

Такая адекватность, кроме соблюдения норм инженерно-геодезических изысканий (точность, состав, полнота данных), особо требует:

- обеспечения соответствия цифровой модели рельефа ее топографической реальности;

- пространственного представления в модели подземных и надземных коммуникаций;

- многослойности модели рельефа и ситуации с заданным, нужным проектировщику, распределением данных по иерархически организованным слоям;

- информационной насыщенности объектов модели сведениями, необходимыми для принятия проектных решений и согласований.

Использование ЦММ на этапах инженерных изысканий и проектирования определяет характер специальных требований не только к содержанию ЦММ, но и к тому программному обеспечению, которое применяется для ее создания и последующего использования.

Одним из основных требований к программному обеспечению является технологическая связанность программного комплекса.

В идеальном варианте изыскатель и проектировщик должны работать с единым набором данных в единой программной среде. Программный комплекс должен состоять из отдельных систем (модулей), обеспечивая формирование оптимальных по функциональности и стоимости рабочих мест и технологических линий, с учетом организационной структуры предприятий и временной последовательности выполнения отдельных видов

работ. Каждый модуль должен обладать возможностью импорта данных и экспорта результатов в различные форматы. Это позволяет эксплуатировать каждую из систем комплекса либо самостоятельно, встраивая ее в уже сложившуюся технологию, либо совместно с другими системами комплекса, используя достоинства сквозного технологического процесса. Во втором варианте единая (локальная или корпоративная) база данных проектов для всех систем комплекса обеспечивает целостность, своевременную актуализацию и высокую эффективность инженерных изысканий и проектирования.

Программное обеспечение, предназначенное для формирования ЦММ, должно обеспечивать:

- эффективную технологию сбора и обработки ТГИ, получаемой при наземной топографической съемке, которая в настоящее время является основным видом работ при инженерных изысканиях для рабочего проектирования;

- использование максимально широкого спектра источников топографической информации для создания и обновления ЦММ:

- наземной топографической (площадной или полосной) съемки,

- традиционных методов линейных инженерных изысканий,

- данных, импортируемых из систем обработки результатов аэросъемки и космических снимков высокого разрешения,

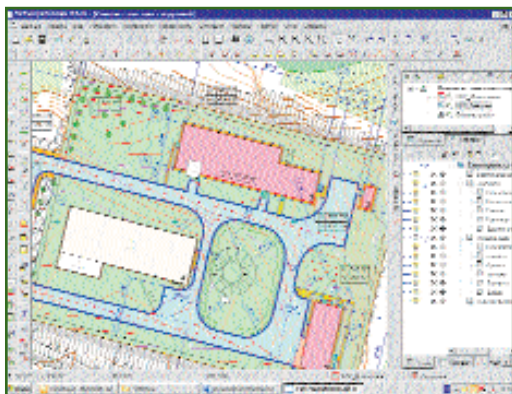
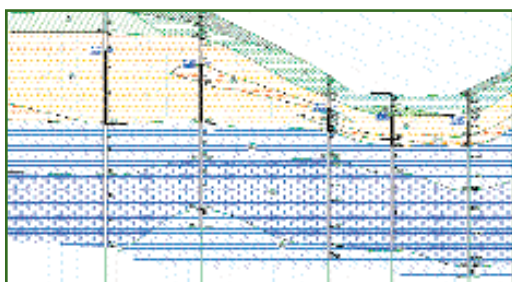
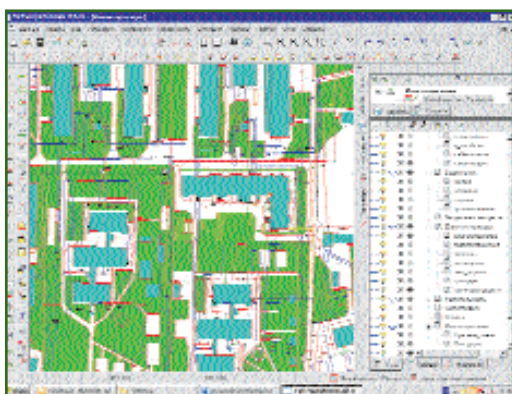
- цифровых картографических материалов общего пользования,

- существующих графических топографо-геодезических и картографических материалов на бумажных, пластиковых и других носителях;

- управление большими объемами данных в ЦММ;

- генерализацию отображения топографической информации;

- мониторинг и обновление ЦММ территории.



ЦММ, ОГМ и ЦМП — основа САПР и ГИС-проектов



Эффективность применения цифровых технологий в наибольшей степени проявляется при их использовании на всех этапах производственного процесса не только в одной организации, но и в смежных предприятиях отрасли или региона. Например, распространенной практикой в дорожной и нефтегазовой отраслях стало проведение топографической съемки местности с помощью электронных геодезических приборов с последующей камеральной обработкой данных и построением цифровой модели местности непосредственно в полевых условиях. Полученная ЦММ затем передается проектировщикам своей или смежной организации для проектирования, причем, часто оперативно, не дожидаясь завершения выполнения всего объема инженерных изысканий. Результаты проектирования в электронном виде поступают в строительную организацию, которая самостоятельно готовит и передает необходимые разделы проекта в цифровом виде на строительную площадку своим подразделениям. На их основе выполняется строительство и исполнительные съемки. Полученная таким образом исполнительная документация в электронном виде передается в эксплуатирующую организацию. Набор таких электронных моделей объектов служит информационной базой для построения отраслевых геоинформационных систем (ГИС) и решения управленческих задач.

Для реализации подобной технологии в регионе необходимо сосредоточить цифровые модели местности и объектов данной территории в едином органе, например, в управлении архитектуры и градостроительства города. Преимущества технологии очевидны: изыскательские и проектные организации, получая из управления архитектуры и градостроительства города уже имеющиеся цифровые модели, существенно экономят время и средства на выполнение топографической съемки текущих изменений и корректировку суще-

ствующих моделей, дополняя данные геолого-геодезической службы цифровыми моделями новых объектов. Управление архитектуры и градостроительства города, владея полным набором данных, с высокой степенью достоверности и качества ведет топографические и дежурные планы подземных коммуникаций, застройки, отводов земель, красных линий и др.

Однако реальный эффект от применения средств автоматизации в России и других странах СНГ еще далек от желаемого уровня. Реализованные, и даже иногда работающие ГИС-проекты, к сожалению, не всегда обеспечивают непрерывность обновления и использования цифровых данных. Несмотря на наличие в геоинформационных проектах больших объемов отсканированных и оцифрованных крупномасштабных топографических материалов, реальное использование их при инженерных изысканиях и проектировании по-прежнему сводится, в конечном счете, к традиционным «бумажным» технологиям. В лучшем случае применяемая компьютерная техника имитирует «бумажный» процесс. Основные причины такой ситуации, на наш взгляд, следующие.

**Недостаточно обеспокоенный выбор программной платформы (среды)**, без учета инженерных (проектно-изыскательских) аспектов в созданных на ее основе программном обеспечении и цифровых технологиях. Как правило, в качестве такой платформы выбирают распространенные геоинформационные системы, которые создавались для представления и последующего анализа информации в электронном (цифровом) виде. В них отсутствует ряд изначально заложенных в программную платформу геометрических примитивов, используемых при проектировании, нет адекватного (с точностью, необходимой для инженерных целей) моделирования рельефа.

**Узко сформулированные и реализованные в ГИС-проектах цели**, полностью не учитывают

перспективы и возможности цифровых технологий. Муниципальные органы или корпорации, финансирующие такие проекты, ставят перед разработчиками проектов, прежде всего, свои цели: управление, землеустройство, учет недвижимости и т. д.

**Отсутствие** программных средств и организационно-правовых **механизмов ведения** крупномасштабных городских цифровых дежурных планов не дает возможности постоянно вносить текущие изменения, происходящие на урбанизированной территории, по результатам исполнительных съемок.

Цифровые модели местности, создаваемые при помощи таких программных средств (без адекватной модели рельефа, пространственного представления коммуникаций и др.), не обеспечивают изыскателей и проектировщиков сведениями, соответствующими их возможностям и потребностям.

Немаловажным фактором являются и психологические причины, влияющие на эффективное применение средств автоматизации. Это, прежде всего, **неготовность и нетребовательность** основных потребителей крупномасштабной топографической информации к качеству предоставляемых им материалов. Зачастую, красивая картинка плоского (двумерного), разбитого в линейной структуре слоев топографического плана, на экране компьютера воспринимается проектировщиками как предел совершенства.

Такое отношение заказчиков является дополнительным **психологическим и организационным** барьером, сдерживающим «ломку» во взглядах изыскателей о необходимости предоставления результатов инженерных изысканий потребителю не столько в виде планшетов или чертежей (даже в электронном виде), сколько в виде ЦММ.

Кроме того, в настоящее время отсутствуют программные комплексы, которые обеспечивали бы не только автоматизацию

(а точнее механизацию, на что прежде всего обращается внимание) изыскательских, проектных процедур, но и обеспечивали бы принятие эффективных, тщательно проработанных в процессе вариантного проектирования решений.

Комплексность требований к таким программным средствам обуславливает сложность их практической реализации. Поэтому рынок программного обеспечения предлагает сегодня не так уж много программных средств, полностью отвечающих потребностям цифровых технологий. В основном это зарубежные программы, требующие адаптации к специфике существующих норм и технологий. Это, на наш взгляд, делает затруднительным использование зарубежного ПО в качестве долговременной основы автоматизированного процесса изысканий и проектирования объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства в России и странах СНГ. Последнее, разумеется, не исключает возможности применения отдельных зарубежных программ на локальных участках производственного процесса. Но актуальной является задача создания и внедрения отечественного комплексного программного обеспечения для удовлетворения профессиональных потребностей изыскателей и проектировщиков стран СНГ. Одним из примеров разработки такого многопланового программного комплекса является постоянно развивающийся комплекс CREDO (СП «Кредо-Диалог»). Разработчики комплекса стремятся максимально учесть описанные выше положения.

Сложности разработки и внедрения программных средств для инженерных изысканий и проектирования не исчерпываются изложенными проблемами. Много сил и времени у разработчиков уходит на удовлетворение таких положений существующих норм и стандартов, которые создавались задолго до появления современной вычислительной и ге-

одезической техники, и во многих развитых странах уже упрямлены. Проблем, недостатков и противоречий нормативных документов можно отметить много. Вот некоторые из них:

- строго фиксированные и ориентированные на «ручное» оформление выходные формы текстовой и графической документации;

- жестко определяемые нормативными документами технические правила и технологии проведения изысканий и проектирования, не соответствующие возможностям современных технических средств и технологий;

- структура топографической информации, выраженная в системе ее классификации и кодирования, правилах цифрового описания картографируемых объектов и явлений, форматах компьютерного представления данных не отвечают требованиям задач автоматизированного проектирования;

- в силу узости подходов к базовым элементам геометрии объектов и типам данных существенно затруднена возможность качественного обмена данными между производителями и потребителями информации.

Эти причины иногда приводят к тому, что пользователи выбирают программные средства не по их экономическим, техническим или технологическим показателям, а по возможности удовлетворять формальным требованиям ГОСТ и СНиП.

Анахронизмом в наше время должна считаться ситуация, когда изыскательская организация, владеющая цифровыми технологиями, передает ТГИ проектной организации в бумажном виде, на основе которой проектная организация вновь создает ЦММ. Налицо потеря времени и средств, а главное — снижается качество.

Эффективному применению уже имеющихся технологий мешают также ведомственные барьеры и неурегулированные экономические отношения между предприятиями-смежниками.

Очевидно, что усилия поставщиков программного обеспечения должны быть подкреплены соответствующими ведомственными и межведомственными документами, регламентирующими вопросы приема и передачи результатов работы в электронном виде и обеспечивающими:

- взаимодействие производителей и потребителей ТГИ, налаживание межведомственного обмена данными в цифровом виде в рамках муниципального образования или корпорации;

- расширение возможностей муниципальных и корпоративных ГИС-проектов за счет учета требований потребителей крупномасштабной ТГИ, прежде всего, проектных организаций;

- внедрение интеллектуальных отечественных программных средств, учитывающих не только нужды учета и управления, эффективного представления бумажных копий, но и инженерных прикладных задач на основе ЦММ;

- создание стандарта на обмен данными по составу ЦММ инженерного назначения;

- внесение корректировок в нормативные документы, направленные на представление ТГИ инженерных изысканий в виде ЦММ инженерного назначения.

Эти задачи можно решить только совместными усилиями ученых, сотрудников и руководителей соответствующих федеральных ведомств, разработчиков и пользователей программных средств, общественных профессиональных объединений.

#### RESUME

The article sums up the experience in the new technologies development and introduction into engineering surveys. The key advantages of the digital technologies as well as the problems arising in the course of their introduction are set forth. Several problems are marked as issues calling for complex solutions due to the united efforts of departments, developers and users of these software packages including public professional associations.



# ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ

геодезическое оборудование ► приборы неразрушающего контроля ► программное обеспечение ► периферийные устройства

ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ, ОБУЧЕНИЕ, СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ, ПРОИЗВОДСТВО ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ



## АДРЕСА ОФИСОВ ПРОДАЖ И СЕРВИСНЫХ ЦЕНТРОВ

### ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ - МОСКВА

107023, г. Москва,  
ул. Малая Семеновская, д. 9, стр. 6  
Тел/факс: (495) 101 22 00 (многоканальный)  
<http://www.gsi2000.ru>, e-mail: [gsi@gsi2000.ru](mailto:gsi@gsi2000.ru)

### ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ - САМАРА

443086, г. Самара, ул. Франковского,  
д. 3а, левое крыло, оф. 207  
Тел/факс: (846) 279 02 83, 334 69 52  
e-mail: [samara@gsi2000.ru](mailto:samara@gsi2000.ru), [gsi@saminfo.ru](mailto:gsi@saminfo.ru)

### ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ - ЕКАТЕРИНБУРГ

620089, г. Екатеринбург,  
ул. Лк.Шварца, д. 6, корпус 1  
Тел/факс: (343) 381 88 88 (многоканальный)  
<http://www.gelural.ru>, e-mail: [ural@gsi2000.ru](mailto:ural@gsi2000.ru)

### ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ - КРАСНОЯРСК

660019, г. Красноярск,  
ул. Парижской коммуны, д. 9  
Тел/факс: (3912) 75 15 00, 58 15 78, 58 15 79  
<http://www.gsi2000.ru>, e-mail: [krs@gsi2000.ru](mailto:krs@gsi2000.ru)

### ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ - ХАБАРОВСК

680000, г. Хабаровск, ул. Калинина, д. 122  
Тел/факс: (4212) 42 21 28  
<http://www.gsi2000.ru>, e-mail: [khb@gsi2000.ru](mailto:khb@gsi2000.ru)

### ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ - НОВОСИБИРСК

630091, г. Новосибирск,  
ул. Каменская, д. 64а, оф. 201  
Тел/факс: (383) 224 33 31, 224 45 38  
<http://www.gel2000.ru>, e-mail: [nsk@gel2000.ru](mailto:nsk@gel2000.ru)



# РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЛЕКСА CREDO ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

**А.П. Пигин** (СП «Кредо-Диалог», Минск, Республика Беларусь)

С 1962 г. начал работать в изыскательской партии института «Гипросталь» (Жерчь, Украина). С 1965 г. работал в строительных организациях Минска, с 1970 г. — в ГПИ «Минскинжпроект». Продолжая работать, в 1974 г. окончил Ленинградский топографический техникум, в 1981 г. — геодезический факультет МИИ-ГАиК по специальности «прикладная геодезия». В 1985–1990 гг. принимал участие в разработке программного комплекса «АРМГео». С 1992 г. работает в СП «Кредо-Диалог», где руководит разработкой программных средств для автоматизации геодезических и проектно-изыскательских работ, в настоящее время — технический директор. Кандидат технических наук.

**Д.М. Васильков** (Белорусский государственный университет, Минск)

В 1985 г. окончил факультет прикладной математики Белорусского государственного университета (БГУ) по специальности «прикладная математика». После окончания университета работает в БГУ: сначала ассистентом на кафедре математического обеспечения САПР, а с 1995 г. по настоящее время — доцентом на кафедре дискретной математики и алгоритмики. Одновременно, с 1994 г. по настоящее время, работает в СП «Кредо-Диалог».

В середине 2006 г. компания «Кредо-Диалог» начала распространение новых версий программ **CREDO\_DAT** и **ТРАНСКОР** комплекса CREDO.

Программа **CREDO\_DAT** предназначена для автоматизации камеральной обработки полевых инженерно-геодезических данных при создании государственных геодезических сетей, инженерных изысканиях, разведке и добыче полезных ископаемых, геодезическом обеспечении строительства, кадастра и землеустройства. В новой версии **CREDO\_DAT 3.10**, по сравнению с **CREDO\_DAT 3.06**, реализованы следующие дополнительные функции:

1. Импорт данных из файлов в форматах приборов **PENTAX** и **УОМЗ (4Та5)**.

2. Экспорт координат из таблиц «Пункты ПВО» и «Измерения (тахеометрия) выбранных пунктов» в файлы форматов приборов **Trimble**, **Leica**, **Geodimeter**, **PENTAX** и **УОМЗ (3Та5)**.

3. В соответствии с пожеланиями пользователей реконструирована и расширена ведомость обратных геодезических задач для разбивки (добавлено направление ориентирования и откладываемые углы).

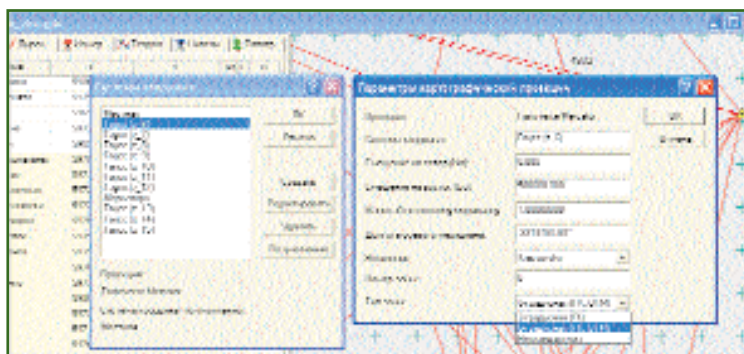
4. Существенно развиты функции по обеспечению высокоточных и основных геодезических работ с учетом современных технологий, возможности использования различных местных и государственных систем координат (рис. 1):

— реализован расчет и использование среднего радиуса кривизны в точке при работе в системах координат, основанных на поперечно-цилиндрической проекции Меркатора;

— реализован расчет приведения линий на эллипсоид с учетом перехода от хорды к дуге;

— реализовано строгое приведение линий к горизонту;

— для редуцирования линий на плоскость применены более строгие формулы, позволяющие получать точные поправки для



**Рис. 1**  
Установка системы координат



линий длиной до 300 км;

— при редуцировании направлений на эллипсоид учтены поправки за высоту наблюдаемого пункта и переход от нормального сечения к геодезической линии;

— расширен список параметров систем координат — появилась возможность задания произвольного осевого меридиана, масштабного коэффициента, номера зоны, эллипсоида.

5. Создана новая ведомость предварительной обработки, в которой документируются рассчитанные редуциционные поправки линий и направлений.

6. Реализованы дополнения к расчетам точности и вывод результатов оценки в таблицы:

— появилась возможность оценить точность уравниваемого расстояния и дирекционного угла линии для любой пары пунктов сети в интерактивном режиме (рис. 2);

— полигонометрические (теодолитные) ходы и звенья после уравнивания программой формируются автоматически. В новой версии дополнительно реализованы положения «Руководства по математической обработке геодезических сетей...» (ГКИНП-06-233-90), позволяющие оценить линейные невязки по непосредственным (редуцированным, но неисправленным поправками из уравнивания) измерениям.

8. Повышено качество выделения и локализации грубых ошибок измерений в автоматическом режиме. Для минимизации L1-нормы поправок в измерения используются методы линейного программирования, что позволяет для линейно-угловых сетей выявить грубые ошибки измерений с вероятностью практически 100%.

9. Реализованы функции преобразования координат. Для пунктов, выбранных в таблице «Пункты ПВО», реализованы следующие виды преобразований: параллельный перенос, преобразование Хельмерта, аф-

финное, а также преобразование прямоугольных координат в геодезические (в последнем случае координаты должны иметь полное представление: <номер зоны> +  $Y_0$  + E). Для аффинного преобразования и преобразования по Хельмерту расчет ведется либо по известным параметрам, либо по совмещенным пунктам, которые задаются пользователем. Результаты трансформации не отражаются на исходных значениях координат в таблице «Пункты ПВО», а выводятся в ведомость или текстовый файл для дальнейшего использования.

10. Внесены изменения в технологию полевого кодирования. Коды точечных объектов могут вводиться и редактироваться непосредственно в таблице «Измерения», а кодовые строки линейных и площадных объектов — в таблице «Топографические объекты».

11. По просьбам пользователей расширены возможности выборочной печати отчетов и ведомостей. В дополнение к существующим в версии 3.06 документам в версии 3.10 следующие документы можно печатать как полностью, для всего проекта, так и выборочно (по станциям, ходам, каталогам выбранных пунктов):

— отчеты и ведомости измерений по пунктам планово-высотного обоснования и станциям тахеометрии;

— ведомость теодолитных ходов;

— характеристики теодолитных ходов;

— ведомость нивелирных ходов;

— характеристики нивелирных ходов;

— ведомость тригонометрического нивелирования;

— характеристики ходов тригонометрического нивелирования.

**Программа ТРАНСКОР** предназначена для трансформации геоцентрических, геодезических и прямоугольных координат, оп-

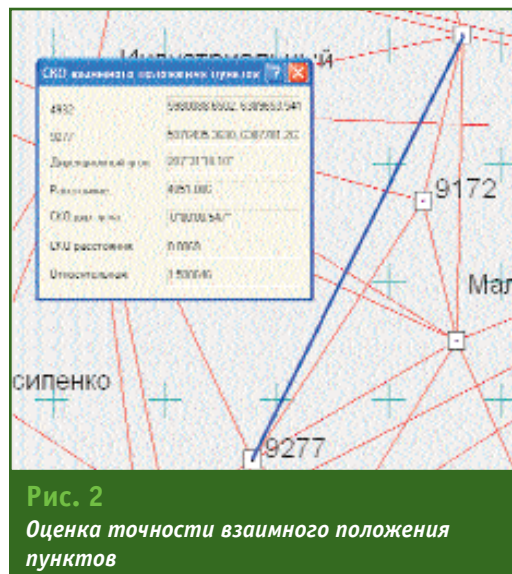


Рис. 2

Оценка точности взаимного положения пунктов

ределения параметров трансформации пространственных и плоских прямоугольных систем координат. Необходимость разработки такой программы вызвана обилием местных систем координат, использованием при выполнении работ систем координат СК-42, СК-63 и СК-95, а также двух общемировых систем — ПЗ-90 и WGS-84, применяемых при спутниковых определениях.

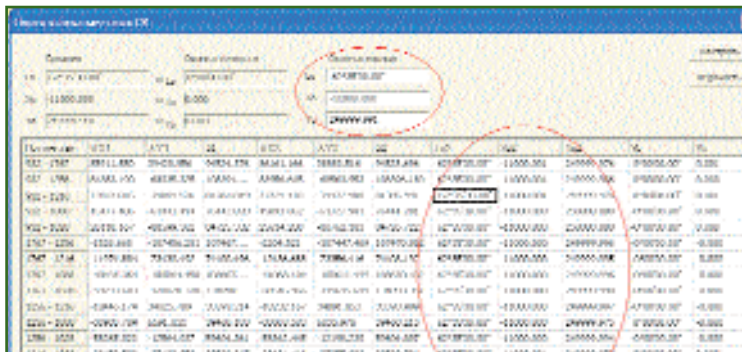
В новой версии ТРАНСКОР 1.1 набор функций определения параметров связи плоских и пространственных прямоугольных систем координат предыдущей версии ТРАНСКОР 1.0 дополнен рядом операций (расчетных задач), используемых при установлении или восстановлении параметров связи различных систем координат:

— расчет масштабного коэффициента, который используется при выборе поверхности относимости, устанавливаемой для небольшой территории (города), в редуцированных формулах;

— расчет среднего радиуса кривизны эллипсоида для территории, используемый при выборе и расчете параметров местной системы координат;

— расчет Гауссова сближения меридианов, используемый в различных случаях работы с системами координат.

Весьма полезной в производственной практике может стать



**Рис. 3**  
Окно установки ключа местной системы координат

новая операция «**Вычисление ключей местной системы координат**» (рис. 3), которая предназначена для определения ключей местных систем координат ( $L_0$ ,  $X_0$ ,  $Y_0$ ), образованных на основе проекции Гаусса-Крюгера, UTM и им подобным. Например, имея несколько пунктов с координатами в СК-42 и СК-63, функция позволяет определить ключи СК-63 данной зоны.

Основным принципом вычисления ключей является сравнение координат и их функций для одних и тех же пунктов в различных системах координат, причем ключи одной из систем (например, СК-42) считаются известными. Для реализации этой идеи в программе используются геодезические азимуты. Методика и рабочие формулы подробно описаны, например, в книге «Ко-

смическая геодезия: методы и перспективы» (В.В. Глушков, К.К. Насретдинов, А.А. Шаравин. — М., 2002).

Коллектив разработчиков надеется, что использование новых возможностей, предоставляемых программами CREDO\_DAT 3.1 и ТРАНСКОР 1.1, а также НИВЕЛИР 1.1 (см. «Геопрофи». — 2006. — № 1. — С. 34), позволит повысить эффективность применения автоматизированных технологий при выполнении топографо-геодезических работ.

#### RESUME

Functional evolution of the new versions of the CREDO\_DAT and TRANSKOR geodetic systems is described. Several new functions have been developed with due consideration for the both software routine usage and capabilities of the contemporary technologies of geodetic measurements.

**Аэрофотосъемка**  
**Фотограмметрия**

**Лазерное сканирование**  
**3D моделирование**

www.cpgeo.ru    тел.: 411-04-20, 411-03-50, факс: 744-49-17    office@cpgeo.ru



# ГРУППА КОМПАНИЙ "ТАЛКА"

Лучшая цена. Лучшее качество.



ООО "ТАЛКА"  
 ООО "ТАЛКА-ГИС"  
 ООО ИПО "ТАЛКА-ТДВ"

www.talka2000.ru  
 e-mail: info@talka2000.ru



117997 г. Москва,  
 ул. Профсоюзная,  
 д. 65, офис 522.

тел. (495) 336-76-90  
 (495) 334-87-50  
 тел./факс (495) 334-89-91

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ "ЦФС - ТАЛКА"

Цифровая фотограмметрическая станция "ЦФС-Талка" предназначена для обработки материалов аэрокосмической съемки и данных наземной фотоголодальной съемки.

"ЦФС-Талка" используется при создании: цифровых карт и планов, накладных монтажей, ортофотопланов, фотосхем, ГИС.

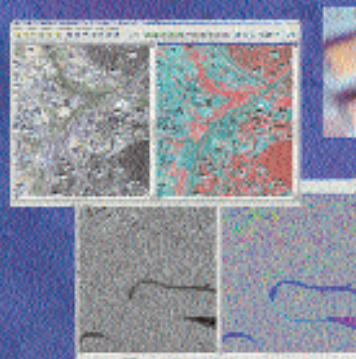


цена  
**45 000**  
 руб/шт.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ "ТАЛКА - КОСМОС"



Программа «Талка-Космос» 1.0 предназначена для предварительной обработки космических снимков со спутников Ikonos, Quickbird, SPOT-5.



цена  
**6 000**  
 руб/шт.



# НАЗЕМНАЯ ЦИФРОВАЯ ФОТОСЪЕМКА

**А.И. Алчинов** (ИПУ РАН)

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

**С.В. Баландин** (НПФ «Талка»)

В 2006 г. окончил факультет аэрокосмических съемок фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 2005 г. по настоящее время — инженер-фотограмметрист НПФ «Талка».

**В.Б. Кекелидзе** (НПФ «Талка-ТДВ»)

В 1997 г. окончил Московский колледж геодезии и картографии по специальности «аэрофотогеодезист», в 2000 г. — горный факультет Московского открытого университета по специальности «горный инженер-маркшейдер». С 2000 г. по настоящее время — младший научный сотрудник 22-й лаборатории ИПУ РАН. С 2002 г. — заместитель генерального директора НПФ «Талка-ТДВ».

С появлением цифровых фотоаппаратов для решения задач по построению трехмерных моделей объектов все чаще используется наземная фотосъемка. Этот метод фотосъемки по сравнению с другими методами, такими как, например, наземное лазерное сканирование, фасадная съемка с помощью электронных тахеометров, является наиболее доступным, так как не требует применения дорогостоящего оборудования, но при этом позволяет построить модель объекта с заданной точно-

стью. Для проведения наземной фотосъемки достаточно иметь откалиброванный цифровой фотоаппарат, компьютер и программное обеспечение «ЦФС-Талка».

Перед съемкой необходимо определить количество станций и их расположение, чтобы снять объект при минимальном количестве точек фотографирования и обеспечить заданную точность. Для высоких объектов можно запроектировать фотосъемку с наклоном оптических осей или с вертикальных базисов фотографирования.

При выборе схемы съемки необходимо обеспечить следующее:

- заданную точность определения координат точек объекта при минимальном количестве станций фотографирования (снимков). Для этого следует правильно выбрать расстояние от камеры до объекта и величину базиса фотографирования;

- полное покрытие изучаемого объекта снимками, чтобы была возможность построения

стереоскопического изображения объекта и отсутствовали мертвые зоны (части объекта, не отобразившиеся на снимках);

- дешифрируемость отдельных элементов объекта по снимкам (возможность распознавания на снимках мелких деталей объекта, рис. 1).

Для обеспечения заданной точности определения координат точек объекта ( $m_x$ ,  $m_z$ ) необходимо рассчитать базис фотографирования  $B$  и расстояние  $S$  от камеры до объекта (рис. 2).

Величина базиса фотографирования на местности  $B$  и в масштабе снимка  $b$  вычисляется по известным формулам:

$$B = Sb/f \text{ и}$$

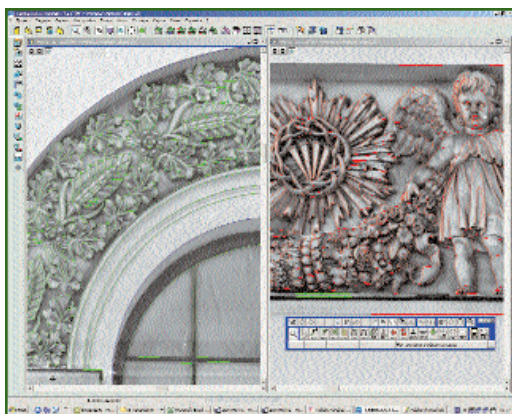
$$b = l_x(100\% - P_x)/100\%,$$

где  $f$  — значение фокусного расстояния фотокамеры в пикселях;

$b$  — базис фотографирования в масштабе снимка в пикселях;

$l_x$  — размер снимка вдоль оси  $X$  в пикселях;

$P_x$  — продольное перекрытие в %.



**Рис. 1**

Изображение мелких деталей объекта на снимке



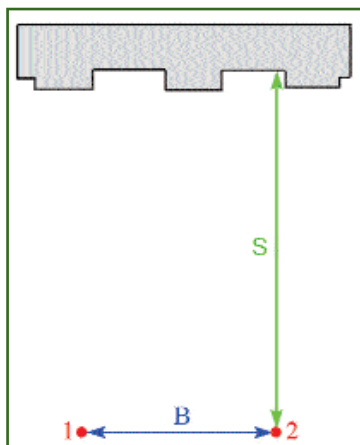


Рис. 2  
Схема съемки

Максимально допустимое расстояние  $S_{\max}$  вычисляют по формуле:

$$S_{\max} = bm_z/m_p, \quad (1)$$

где  $m_p$  — средняя квадратическая ошибка измерения продольных параллаксов по снимкам;

$m_z$  — заданная средняя квадратическая ошибка определения координаты  $Z$  (вдоль оптической оси камеры).

Если в результате наземной съемки нужно получить не трехмерную модель объекта, а только ортофотоизображение, тогда максимальное расстояние  $S$  вычисляется по формуле:

$$S_{\max} = fm_{xy}/m_p, \quad (2)$$

где  $m_{xy}$  — заданная средняя квадратическая ошибка определения координат  $X$  и  $Y$ .

В связи с тем, что для наземной съемки используются камеры с большим фокусным расстоянием, базис фотографирования  $b$  получается меньше, чем фокусное расстояние. Поэтому точность определения координат по осям  $X, Y$  будет выше, чем точность определения координат по оси  $Z$ . Если для наземной съемки будет использована фотокамера с коротким фокусным расстоянием, необходимо по формулам (1) и (2) вычислить величину расстояния  $S$  и выбрать из двух значений наименьшее. При вычислении  $S$

следует иметь в виду, что ошибка измерения продольных параллаксов содержит ошибки, связанные с остаточными искажениями снимка, которые не удалось исправить после учета дисторсии. Такие искажения возникают из-за несовершенства существующих объективов. Как показала практика, чтобы иметь «запас прочности», при расчетах среднюю квадратическую ошибку измерения продольных параллаксов  $m_p$  следует увеличить в три раза.

Если высота объекта больше, чем величина захвата камеры, необходимо выполнить дополнительную съемку в виде второго маршрута. Рекомендуется снимать второй маршрут с вертикального базиса, например, из окон соседнего дома (рис. 3).

Если нет возможности организовать вертикальный базис, допускается выполнение съемки под разными углами наклона с тем, чтобы обеспечить съемку верхней части объекта (рис. 4).

Следует отметить, что наклонное расстояние  $S_2$  от точки фотографирования до верхней кромки здания в верхнем маршруте будет больше, чем расстояние  $S_1$  в нижнем маршруте. Поэтому, если съемка объекта выполняется несколькими маршрутами, величину базиса фотографирования  $B$  вычисляют для каждого маршрута отдельно. При этом для верхнего маршрута базис фотографирования будет больше, а количество снимков в верхнем маршруте будет меньше, чем в нижнем.

Для внешнего ориентирования фотограмметрической модели необходимо определить координаты опорных точек и точек центров фотографирования. Как правило, координаты опорных точек измеряют с помощью безотражательных электронных тахеометров. В качестве опорных точек выбирают участки снимаемого объекта, которые хоро-

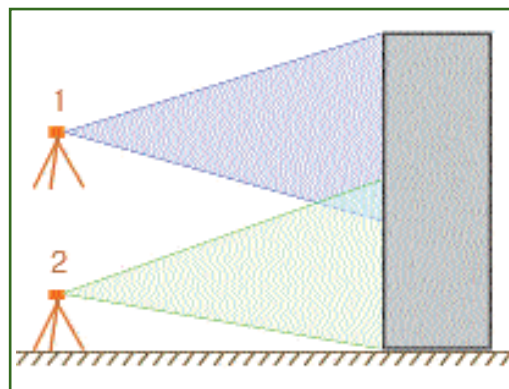


Рис. 3  
Съемка объекта с вертикальным базисом

шо дешифрируются на снимках. Если выполняется съемка с двух и более маршрутов, необходимо

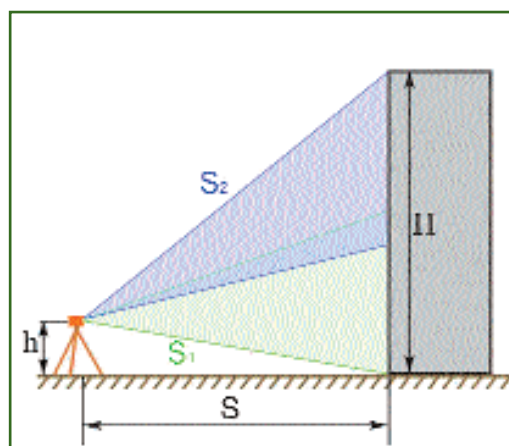


Рис. 4  
Наклонная съемка объекта

определить дополнительные опорные точки в зоне перекрытия маршрутов (рис. 5).

Технология обработки материалов наземной съемки в ПО

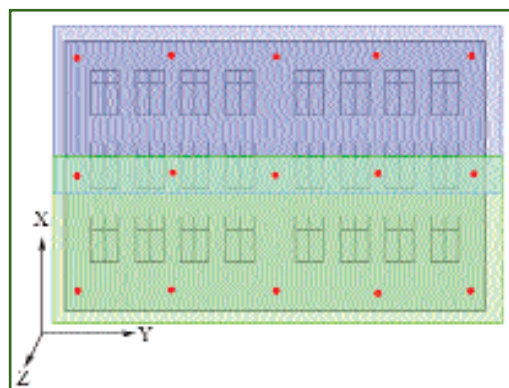
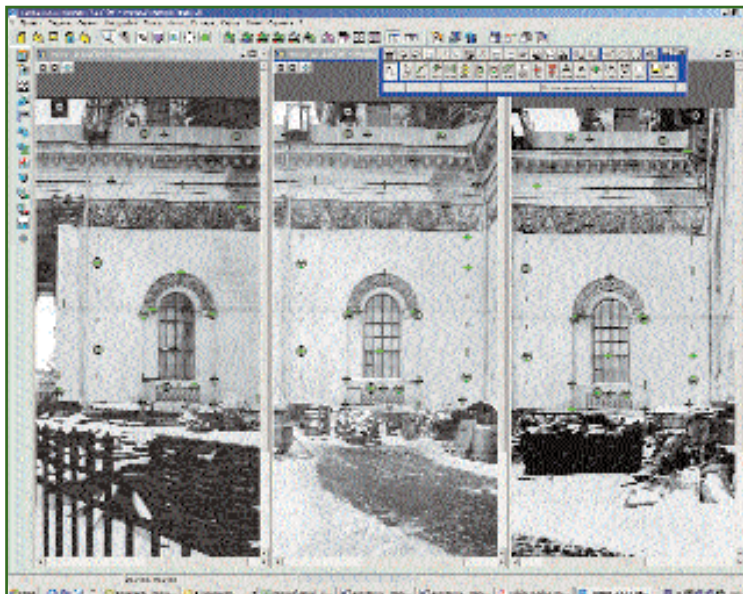


Рис. 5  
Схема расположения опорных точек





**Рис. 6**  
Пример построения фотограмметрической модели

«ЦФС-Талка» будет следующей:

1. Исправление дисторсии на снимках.
2. Ввод элементов внутреннего ориентирования.
3. Измерение связующих точек.
4. Измерение опорных точек.
5. Построение фотограмметрической модели (рис. 6).

6. Стереорисовка и создание трехмерной модели объекта.

7. Создание ортофотоплана.

8. Экспорт трехмерной модели объекта в требуемый формат.

Создание ортофотопланов в ПО «ЦФС-Талка» выполняется на плоскости **XY**. Это обстоятельство следует учитывать при формировании системы координат объекта. Если создание ортофотопланов не требуется, то ориентирование системы координат может быть произвольным.

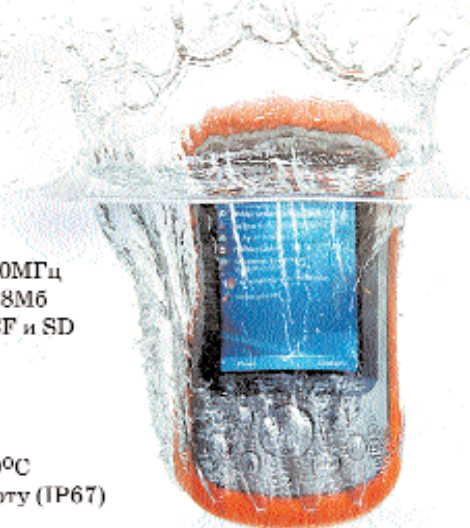
#### RESUME

A description is given for the technology of creating orthophotoplans and digital models of various objects using ground digital surveying data. Various surveying techniques are considered. Formulas are given for determining optimal surveying parameters in order to meet the requirements for accuracy.

# Archer Field PC™

сверхзащищенный полевой карманный компьютер






- ОС - Windows Mobile™ 5.0
- процессор - Intel XScale PXA 270, 520МГц
- память - 64Мб RAM, флэш-диск - 128Мб
- расширения - 2 слота для карточек CF и SD
- экран - цветной, TFT, 1/4 VGA
- порты - 2\*USB и 1\*RS232
- аккумулятор - Li-Ion (на 20ч)
- размеры - 165x89x13мм, вес - 482гр
- диапазон температур - от -30°C до 50°C
- защищенность - по военному стандарту (IP67)



## GPS COM

научно-производственная компания

109388, г. Москва, ул. Полбина, д. 3, стр. 1  
 тел. (495) 232-28-70, факс. (495) 354-02-04  
 e-mail: info@GPScom.ru, web: www.GPScom.ru

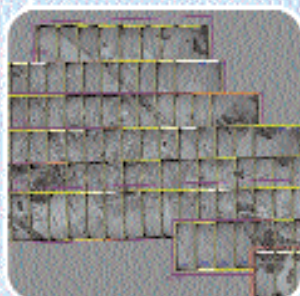


Цифровая фотограмметрическая система для профессионалов

# PHOTOMOD®

## Надежный путь к вершине

- Более 10 лет на рынке геоинформатики
- Поставки более, чем в 40 стран мира
- Более 200 пользователей в России
- Фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков и сканерных изображений: **IKONOS, QuickBird, OrbView, SPOT, ASTER, EROS, Landsat, TK 350, IRS, ERS, Radarsat** и др.
- Широкий спектр выходных продуктов: цифровые модели рельефа, ортотрансформированные изображения, цифровые карты, 2D и 3D векторы, 3D модели местности
- Полная интеграция с ГИС "Карта 2005"
- Гарантированная и действенная техническая поддержка



## Новое в версии **4.0**

- Поддержка системы высот над геоидом (EGM 96 и определенный пользователем)
- Полный импорт элементов внутреннего и внешнего ориентирования
- **Полный автомат измерения связующих точек по блоку изображений**
- Учет систематических ошибок в центрах проекций
- Автоматическое создание накидного монтажа
- Поддержка CAD-объектов - дуги, эллипсы, сектора...
- Автоматическое создание порезов



# PHOTOMOD GEOMOSAIC — ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО СОВМЕЩЕНИЯ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**В.Г. Новоселов** (Фирма «Ракурс»)

В 1995 г. окончил факультет вычислительной техники Рязанской государственной радиотехнической академии (РГРТА) по специальности «вычислительные машины, комплексы, системы и сети». С 1995 г. работал научным сотрудником кафедры электронно-вычислительных машин РГРТА. С 2000 г. по настоящее время — ведущий программист ЗАО «Фирма «Ракурс». Кандидат технических наук.

**Г.В. Сапрыкина** (Фирма «Ракурс»)

В 1998 г. окончила Московский колледж геодезии и картографии по специальности «картография», в 2003 г. — географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». С 2003 г. по настоящее время — менеджер коммерческого отдела ЗАО «Фирма «Ракурс».

В практике цифровой обработки изображений достаточно часто возникает необходимость создания мозаичных изображений (мозаик) из отдельных перекрывающихся ортофотопланов или растровых карт. Кроме того, в настоящее время предлагаются данные ДЗЗ, обладающие ограниченной точностью, которая, тем не менее, удовлетворяет потребителей. К ним можно отнести данные SPOT уровня 1B, Landsat 1G и т. п. Для подобных снимков задача их геометрического совмещения также является важной и актуальной. В связи с этим специалисты компании «Ракурс» разработали программу PHOTOMOD GeoMosaic, предназначенную для построения мозаик из набора геопривязанных изображений. Данная программа функционирует в операционной среде Windows 2000 или XP и является полностью

самостоятельной (не требует покупки и установки ядра системы PHOTOMOD).

В комплекте с программой PHOTOMOD GeoMosaic поставляется база данных систем координат, а также модуль PHOTOMOD GeoCalculator, позволяющий пересчитывать координаты точек из одной системы координат в другую, что может потребоваться при географической привязке изображений.

Основными задачами, решаемыми при помощи PHOTOMOD GeoMosaic, являются:

— географическая привязка исходных изображений в произвольной геодезической системе координат либо взаимная привязка исходных изображений в условной системе координат;

— геометрическое и фотометрическое совмещение ортотрансформированных изображений, отсканированных

растровых карт, фотографий и т. п.;

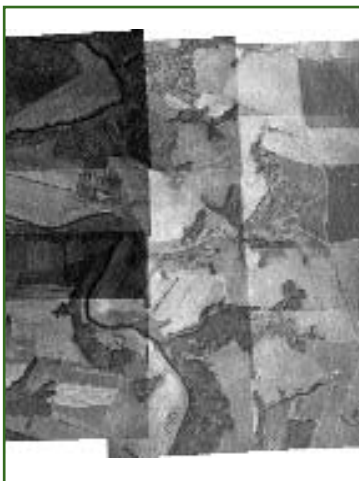
— совмещение изображений, представленных в различных системах координат, с представлением результирующей мозаики в произвольной системе координат;

— «нарезка» растровых изображений на листы заданных размеров и форм;

— конвертирование изображений в различные растровые форматы.

Исходные и выходные данные представляют собой изображения в наиболее распространенных графических и ГИС-форматах: TIFF, GeoTIFF, Windows BMP, ГИС «Карта 2005» RSW, ERDAS Imagine IMG, NITF, JPEG, JPEG 2000, PNG, PCIDSK. Геопривязка может содержаться как в файле с растром (GeoTIFF, ГИС «Карта 2005» RSW, ERDAS Imagine IMG, PCIDSK), так и в сопровождающих файлах формата





**Рис. 1**  
*Мозаика исходных снимков  
без выравнивания яркости*

ArcWorld TFW (BPW, JGW) и MapInfo TAB. В настоящее время поддерживается формат изображений 8 и 24 бит на пиксель.

Если исходные изображения имеют большой объем, то для ускорения отображения предусмотрено автоматическое построение дополнительных пирамидальных изображений. При этом исходные снимки остаются без изменений, а пирамидальные изображения формируются в виде отдельных файлов. Для экономии дискового пространства пирамидальные изображения могут создаваться с JPEG-компрессией или со сжатием без потерь по алгоритму LZW (алгоритм назван по фамилиям авторов: Lempel, Ziv, Welch).

Для устранения яркостных и цветовых различий между совмещаемыми изображениями предусмотрено автоматическое глобальное и локальное яркостное выравнивание. На рис. 1 представлена мозаика, построенная из 15 исходных снимков, без яркостного выравнивания. Глобальное выравнивание (рис. 2) приводит яркостные

и цветовые характеристики отдельных изображений к некоторому эталонному значению. В качестве эталона могут выступать как яркость и цвета отдельных изображений, так и их среднее значение. Локальное выравнивание выполняет совмещение яркостных и цветовых характеристик вдоль линий порезов. Его действие постепенно ослабевает в направлении от линий порезов к центрам изображений. Комбинирование глобального и локального выравнивания, а

порезов. При построении мозаичного изображения выполняется локальная геометрическая коррекция, степень которой плавно уменьшается от краев к центрам изображений. Подобный подход позволяет без изменения взаимного положения снимков добиться высокой точности совмещения вдоль линий порезов. Поиск и измерение связующих точек можно проводить как в автоматическом, так и в полуавтоматическом режиме. В качестве средства контроля предусмотрена возможность быстрого построения фрагмента мозаичного изображения вокруг указанной точки. Следует также отметить, что процедура сводки практически нечувствительна к типу искажений, которые могут носить нелинейный и случайный характер. На рис. 4 показан результат совмещения трех снимков, выполненных цифровой камерой. Взаимные искажения, вызванные дисторсией и вариациями глубины сцены, были успешно компенсированы при помощи описанной процедуры.



**Рис. 2**  
*Результат глобального  
яркостного выравнивания*

также возможность сглаживания линий совмещения, позволяют добиться визуально однородной мозаики (рис. 3).

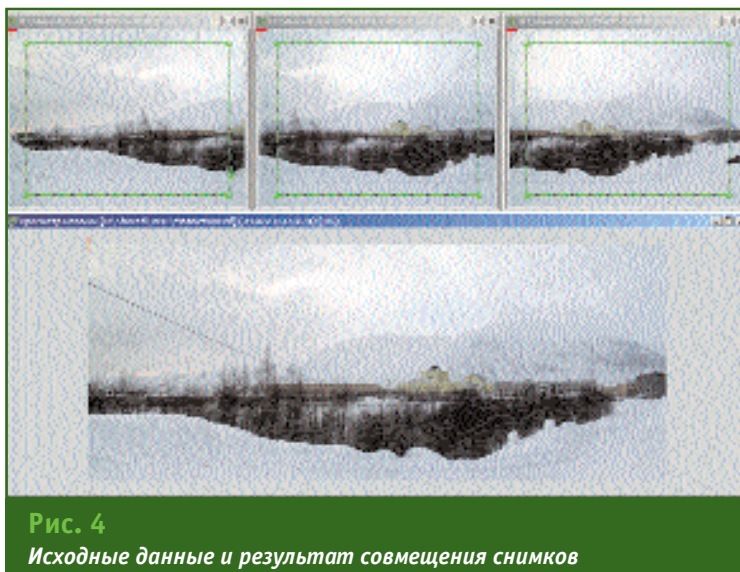
Если качество геометрического совмещения по параметрам географической привязки не удовлетворяет критериям точности (визуальной непрерывности), может быть выполнена процедура сводки изображений. Данная процедура основана на измерении и учете координат множества связующих точек, лежащих на линиях



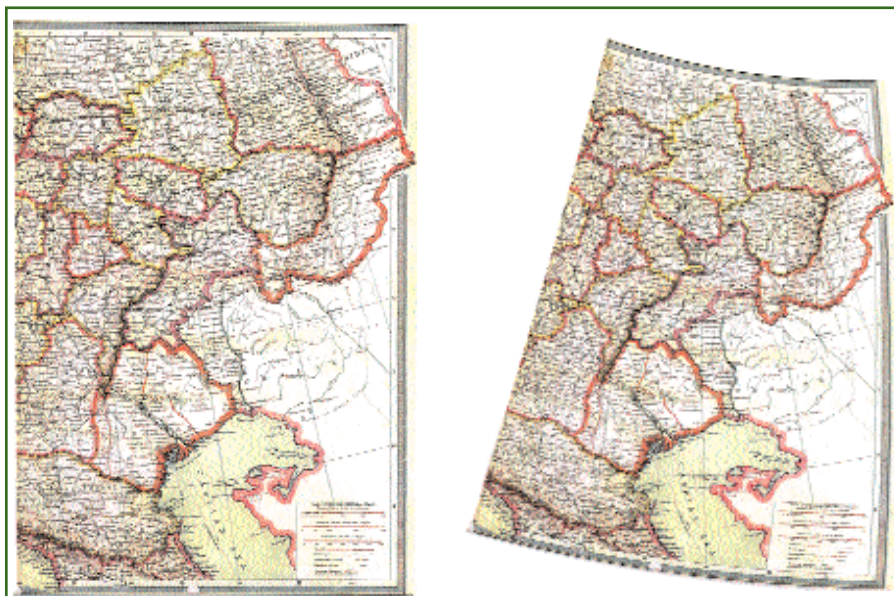
**Рис. 3**  
*Результат глобального и  
локального выравнивания*

PHOTOMOD GeoMosaic позволяет выполнить пакетное преобразование набора изображений в требуемую систему координат и растровый формат. В этом случае для каждого исходного изображения будет построено соответствующее ему выходное. На рис. 5 приведен пример преобразования отсканированной карты из одной системы координат в другую.

Следует отметить, что в программе PHOTOMOD GeoMosaic реализован оригинальный алгоритм отсечения



**Рис. 4**  
Исходные данные и результат совмещения снимков



**Рис. 5**  
Преобразование отсканированной карты из WGS-84 (слева) в СК-42 зона 9 (справа)

фона и проведения порезов между совмещаемыми изображениями, работающий полностью в автоматическом режиме.

Программа PHOTOMOD GeoMosaic была использована во многих проектах, требующих решения различных задач. В качестве примеров можно привести следующие проекты:

- совмещение листов отсканированных карт. Каждое мозаичное изображение строилось из четырех перекрывающихся листов. В ходе работ выполнялась географическая привязка исходных данных, свodka изображений при помощи связующих точек и локальное яркостное выравнивание;

- построение мозаичного изображения из более чем

1000 неперекрывающихся ортотрансформированных изображений;

- географическая привязка и преобразование в пакетном режиме множества отсканированных листов карт в требуемую систему координат.

Скорость построения мозаичных изображений составила в среднем 1 Мбайт/с.

Таким образом, PHOTOMOD GeoMosaic позволяет решать различные задачи, связанные с геометрическим и фотометрическим совмещением растровых изображений, преобразованием их в заданный растровый формат и систему координат.

#### RESUME

New functions and capabilities of the PHOTOMOD GeoMosaic software package developed by the Racurs Company are described. This software is a complete decision for building high quality mosaics based on georeferenced images, scanned maps, photos, etc. The software package is distinctive in high degree of automation, an extended functionality potential as well as the handy and friendly user interface.



**Autodesk**  
Authorized Value Added Reseller



решения на основе ПО Autodesk и Consistent Software  
**ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН И ТРАНСПОРТ**

Автоматизация комплексного проектирования строительных объектов обеспечивает административно-плановым службам возможность точного планирования, оперативного контроля и учета работ производственных отделов. Производственные отделы обеспечиваются мощными средствами для решения профильных задач, объединенными в единую среду проектирования.

Решения в области изысканий, генплана и транспорта на базе программного обеспечения Autodesk и Consistent Software предназначены для автоматизации процесса обработки полевых измерений, подготовки топографических планов, геологических разрезов. Предлагаются решения для всех частей генерального плана и проектирования автомобильных дорог.

# Автоматизация комплексного проектирования

- изыскания, генплан и транспорт
- технология и трубопроводный транспорт
- строительные конструкции и архитектура
- системы контроля и автоматики
- электротехнические решения
- электронный архив и документооборот

**CS**Soft  
Consistent Software

Москва, 121351,  
Молодой гвардейская ул., д. 46, корп. 2  
Тел.: (495) 913-2222, факс: (495) 913-2221  
Internet: [www.cssoft.ru](http://www.cssoft.ru) E-mail: [sales@cssoft.ru](mailto:sales@cssoft.ru)

Санкт-Петербург (812) 490-0829  
Воронеж (4732) 39-3050  
Екатеринбург (343) 215-9058  
Калининград (4012) 93-2000  
Краснодар (861) 254-2158  
Красноярск (3912) 85-1365  
Нижний Новгород (8312) 30-9095

Омск (3812) 51-0825  
Пермь (3422) 34-7585  
Ростов на Дону (863) 251-8058  
Хабаровск (4212) 41-1338  
Челябинск (351) 265-8278  
Ярославль (4852) 73-1758

# GEONICS ЖЕЛДОР — РАЗРАБОТКА КОМПАНИИ CSoft ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

## С.В. Пархолуп (CSoft)

В 1995 г. окончила факультет архитектуры и землеустройства Акмолинского сельскохозяйственного института (в настоящее время — Казахский государственный агротехнический университет им. С. Сейфуллина) по специальности «инженер-землеустроитель». После окончания института работала в отделе ГИС проекта ТАСИС, с 1997 г. — в Институте космических исследований Академии наук РК, с 1998 г. — в Агроконсалтинговом центре при Британском фонде Ноу-Хау, с 2002 г. — в отделе САПР ООО «Консистент Софтвеа Воронеж». С 2003 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — главный специалист отдела землеустройства, изысканий и генплана. Кандидат экономических наук.

## В.И. Чешева (Csoft)

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

С появлением персональных компьютеров и мощной программной платформы AutoCAD (Autodesk Corp., США), а также созданного на ее основе специализированного программного обеспечения: Autodesk Civil 3D, Autodesk AutoCAD Revit Series, Autodesk Map 3D и др., у проектировщиков появилась возможность не только автоматизировать процесс разработки рабочих чертежей и другой проектной документации, но и оптимизировать его.

Именно поэтому, задумав создать специальный пакет программного обеспечения (ПО) для проектирования железных дорог, было решено не тратить время и средства на «изобретение велосипеда» — собственной программной платформы, а остановиться на решениях Autodesk (AutoCAD и Autodesk Civil 3D).

**Чем же была обусловлена необходимость разработки нового ПО?** Прежде всего, тем, что геометрическое моделирование для железных дорог характеризуется рядом особых, нигде больше не встречающихся, объектов и задач. К тому же, нельзя не учитывать отечественную специфику проектирования железных дорог. Российские школа и методология проектирования совсем не похожи на западные. Многие технологические процессы имеют индивидуальные особенности, а представляемая проектная документация — кардинальные отличия. Поэтому адаптация западного ПО в российских условиях равносильна новой разработке. Кроме того, планировалось создать ПО значительно отличающееся от уже существующего, а поскольку железная дорога — сооружение ком-

плексное, должна была быть обеспечена возможность дальнейшей адаптации ПО для проектирования автомобильных дорог и других линейных сооружений (систем связи, контактной сети, искусственных сооружений, переездов и др.).

Была определена и разработана объектная модель, призванная полностью закрыть предметную область: проектирование плана трассы, продольного и поперечных профилей, выдачу необходимой проектной документации, в том числе ведомостей объемов работ, и т. д.

Одной из основных особенностей этой модели является ее иерархичность, т. е. изменение, внесенное в какой-либо элемент, вызывает немедленное изменение связанных с ним дочерних элементов. Так, при изменении положения бровки



земляного полотна автоматически изменяется положение подошвы, а вместе с ним — и положения объектов, привязанных к подошве, например, положение водоотводной канавы. Тем самым достигается максимальная автоматизация редактирования проекта. Поскольку зачастую положение трассы приходится менять даже на завершающих этапах проектирования, эту особенность объектной модели трудно переоценить. В противном случае пришлось бы полностью перепроектировать изменяемый участок железной дороги. Но и это еще не все — выполненные изменения автоматически отражаются в выходной проектной документации. Таким образом, затраты времени, труда и средств при проектировании железных дорог сводятся к минимуму.

Охарактеризуем основные элементы модели, к которым относятся проектируемая трасса, проектная поверхность и проектные объемы.

**Трасса** — это корневой и главный элемент, в конечном итоге определяющий поведение остальных элементов системы. В нем хранится геометрия (структура, последовательность и координаты всех линий, кру-

говых кривых, переходных кривых), пикетажное положение, наличие или отсутствие резающих пикетов и т. д. (рис. 1).

**Проектная поверхность** состоит из поименного списка проектных контуров (струн). В проекте может существовать неограниченное количество поверхностей, с помощью которых моделируются элементы проектируемого сооружения (такие как откосы земляного полотна, верхнее строение пути и т. д.), а впоследствии рассчитываются площади и объемы работ.

**Проектные объемы** обеспечивают расчет объемов работ между двумя любыми заданными поверхностями. Например, имеется возможность рассчитать объемы выемки плодородного слоя и балласта, а также объемы земляного полотна по водоотводным сооружениям.

В модели хранятся правила построения участка железной дороги с определенной конструкцией, т. е. сформированный однажды шаблон можно применять к любой трассе. Элементы конструкции, такие как верхнее строение пути, земляное полотно, необходимые водоотводные сооружения, отображаются автоматически. В случае привязки к новой трассе также появля-

ся и другие включенные в шаблон элементы (например, кабели связи, водопровод). Это обеспечивает типизацию проектирования железных дорог и позволяет значительно сократить трудовые затраты.

Любые программные средства, ориентированные на работу с графическими данными, в той или иной степени содержат в себе геометрический конструктор. Например, в AutoCAD заложены средства, позволяющие различными способами, в том числе и с помощью объектных привязок, строить прямые, кривые, сплайны и другие элементы. В разработанном ПО удалось реализовать мощный и весьма гибкий конструктор, позволяющий вписывать прямые и кривые в любых сочетаниях и по любым критериям привязки к двум любым соседним элементам. В случае изменения какого-либо из элементов эффективные системы редактирования позволяют переписать другой элемент, и тем самым получить непрерывный, геометрически правильный по условиям сопряжения прототип будущей оси трассы. Предусмотрены функции интерактивного редактирования, в том числе возможность изменять смещение оси трассы, передвигая ее с требуемой точностью влево или вправо на ограниченном отрезке. Реализованы операции макроредактирования, позволяющие разрывать, копировать, сопрягать трассы, вырезать из трассы произвольный участок, а затем вписывать на его место другой, заготовленный заранее. Таким образом, обеспечивается многовариантность проектирования. Кроме того, макроредактирование позволяет сохранять созданную геометрию трасс с соответствующими блокировками как шаблоны в библиотеке шаблонов для использования в новом проекте, самостоятельно дополнять и произволь-

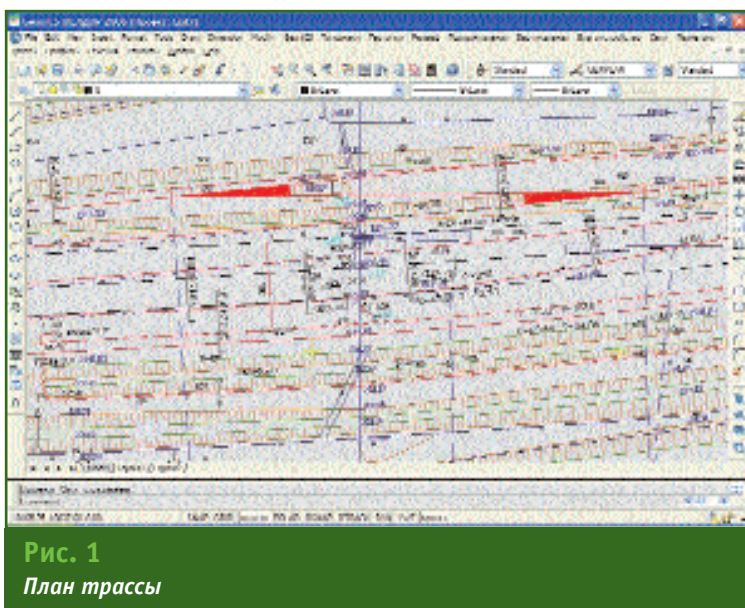
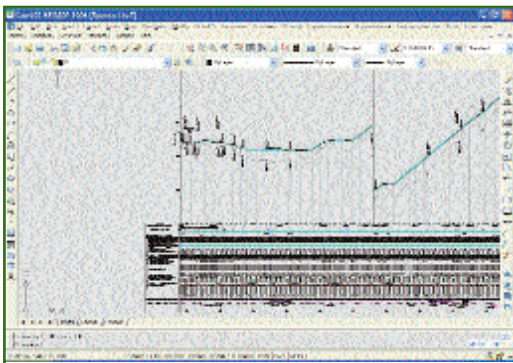


Рис. 1  
План трассы

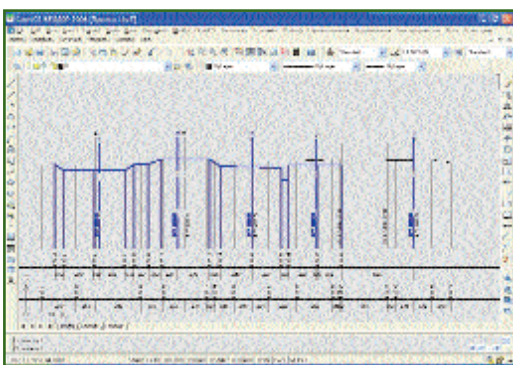




**Рис. 2**  
Продольный профиль

ным образом модифицировать их, постоянно расширяя библиотеку проектных решений.

Разработанное программное обеспечение **GeoniCS Желдор** обеспечивает возможность решать задачи построения и оптимизации продольного профиля из дискретных элементов или точек с использованием функций геометрического конструктора.



**Рис. 3**  
Поперечный профиль

Алгоритм работы одного из центральных элементов системы — модуля оптимизации трасс и продольного профиля — состоит из трех этапов. Первый, сглаживание, обеспечивает устранение мелких неточностей, допущенных при съемке, и небольших неровностей пути. Наиболее важным является второй этап — сегментация. Он заключается в структурировании полученной оси трассы, выделении в ней прямых сегментов, сегментов круговых и переходных кри-

вых и обеспечении корректности их сопряжения. Заключительный этап — непосредственно оптимизация, обеспечивающая максимальное соответствие структурированной оси трассы желаемому положению. Это достигается путем изменения радиусов и положений центров кривых. Получающаяся на выходе трасса (рис. 1) полностью соответствует требованиям нормативных документов для принятой категории линий. При этом в зависимости от поставленной задачи ось трассы либо с максимальной точностью повторяет точки, снятые на местности, либо смещается влево или вправо (а в случае профиля — вверх или вниз) на заданную величину.

GeoniCS Желдор позволяет решать задачи спрямления профиля. В этот процесс может вмешиваться проектировщик, определяя компромисс между минимальным объемом работ и максимальной длиной используемых элементов. Работа ведется с моделью продольного профиля. И только на основании этой модели по заданному шаблону автоматически формируется чертеж (рис. 2). При работе с продольным профилем предусмотрена возможность гибкой настройки подпрофильных таблиц.

Кроме того, программа обеспечивает получение поперечных профилей (поперечников) в любой точке трассы и по любой из трасс проекта. Проектировщику предоставляется возможность сформировать список поперечных профилей, задав их шаг.

По умолчанию поперечники строятся под углом 90° к трассе, но для отдельных поперечников или их группы пользователь в любой момент может изменить угол.

Поперечник выводится с использованием настраиваемых шаблонов, включающих стили оформления поперечника и

«шапки», которые представляют собой таблицы-сетки с произвольной дополнительной информацией (размеры, уклоны, пересекаемые коммуникации, геология и пр.) (рис. 3). Эти шаблоны доступны для накопления и редактирования. Кроме того, поперечники можно вычерчивать вручную по данным, вводимым в табличной форме или подгружаемым из файла.

Предусмотрена возможность интерактивной работы с полученным в какой-либо точке трассы поперечником — задание в нем положения проектных контуров, ввод проектных точек, которые будут управлять этими контурами, и выполнение иных операций.

Заложенные в ПО средства создания трехмерной модели позволяют на этапе проектирования посмотреть с различных ракурсов как будет выглядеть сооружение после строительства.

Таким образом, GeoniCS Желдор предоставляет широкие возможности при проектировании железных дорог в строгом соответствии со стандартами России и стран СНГ, а также с учетом сложившихся методик и традиций проектирования.

Надеемся, что данная разработка будет по достоинству оценена отечественными пользователями и станет их надежным помощником.

#### RESUME

The GeoniCS Zheldor software has been developed on the basis of the Autodesk solutions, including AutoCAD and Autodesk Civil 3D packages. The new software module implements a model of the complex approach to railway designing according to the Russian standards. The GeoniCS Zheldor software allows preparing the complete design documentation package. There is also a capability of adapting this software to design motor roads and other linear constructions.



В мире миллионы  
взглядов...

наш — самый точный.



## Компания «Совзонд» — точный взгляд на мир!

Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором мировых лидеров в области дистанционного зондирования — компаний DigitalGlobe, GeoEye, SpotImage, Геологической Службы США, предлагая российским заказчикам цифровые изображения, получаемые со спутников QUICKBIRD, IKONOS, ORBVIEW, SPOT, FORMOSAT, EROS, IRS, RADARSAT, TERRA(ASTER), LANDSAT и др., а также услуги по их тематической обработке и выполнению проектов в соответствии с требованиями заказчиков.

Компания «Совзонд» является эксклюзивным дистрибьютором корпорации ITT на территории России и стран СНГ по распространению программного комплекса ENVI для обработки данных ДЗЗ, языка программирования IDL, модуля ENVI DEM для создания ЦМР на основе стереоизображений, модуля атмосферной коррекции FLAASH, системы скоростной передачи цифровых данных IAS.

Тел.: (495) 514-83-39, 641-01-16  
E-mail: [sovzond@sovzond.ru](mailto:sovzond@sovzond.ru)  
Web-site: [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)



# ЧТО ТАКОЕ IDL?

**М.А. Болсуновский** (Совзонд)

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

**В.О. Скрипачев** (ФГУП «Научный центр космических информационных систем и технологий наблюдения»)

В 2003 г. окончил факультет оптического приборостроения МИИГАиК по специальности «оптико-электронные приборы и системы». После окончания университета работает научным сотрудником в ФГУП «Научный центр космических информационных систем и технологий наблюдения».

Язык программирования IDL (Interactive Data Language) зародился в 1970-х гг. в Лаборатории атмосферной и космической физики (США), сотрудники которой совершенствовали существующие и разрабатывали новые программы для обработки и визуализации научных данных. Работу в этом направлении поручили Дэвиду Стерну (David Stern), который создал язык программирования Rufus. В 1977 г. Дэвид Стерн организовал собственную фирму Research Systems, Inc. (RSI), которая стала заниматься разработкой языка программирования для решения научных задач IDL. В 1977 г. вышла первая версия языка IDL. В 1992 г. в язык было введено понятие «виджет» (widget — элемент графического интерфейса), благодаря чему в 1994 г. появилось программное обеспечение ENVI, предназначенное для обработки данных ДЗЗ.

Язык IDL является кроссплатформенным языком программирования, что позволяет создавать приложения на различных платформах в различных опера-

ционных системах, таких как Microsoft Windows, Linux и другие.

При проведении исследований, как правило, используется большой объем данных, которые необходимо быстро обработать. Это требование стало ключевым для языка IDL. Оно воплотилось в IDL в виде простого синтаксиса, т. е. нет необходимости в составлении циклов и оптимизации времени выполнения функций для работы с массивами. Приведем простой пример: при обработке снимка ДЗЗ были получены двухмерные массивы данных R и NIR, в которых содержатся данные, полученные по данным красного и инфракрасного каналов, соответственно. В двухмерном массиве NDVI будут храниться значения вегетационного индекса NDVI. Различия в программной записи действий над массивами NIR и R для вычисления значений NDVI языков программирования C/C++ и IDL показаны в таблице, где  $i, j$  — индексы элементов массивов.

Язык IDL предлагает пользователям большое количество

разнообразных математических преобразований и функций, способных помочь решить достаточно сложные задачи. Для более детального анализа полученных результатов IDL обладает мощными средствами визуализации данных.

Визуализация данных в IDL поддерживает два типа рендеринга (rendering — создание трехмерного изображения с учетом теней, отражений и прочих световых эффектов): программный рендеринг и рендеринг с использованием аппаратных 3D-ускорителей, которые поддерживают библиотеку OpenGL. В большинстве случаев визуализация данных через OpenGL обладает лучшим качеством изображения, чем визуализация через программный рендеринг. Но следует учесть следующий аспект программного рендеринга: он может быть единственным доступным решением для систем, в которых нет аппаратных 3D-ускорителей, например, при использовании несовместимых OpenGL X серверов этот тип рендеринга строит одноразовую визуализацию быстрее, чем OpenGL и позволяет избежать возможных ошибок, возникающих с драйверами устройств.

IDL позволяет работать с файлами различных форматов,

## Синтаксические отличия вычисления NDVI

C/C++

$$NDVI[i, j] = (NIR[i, j] - R[i, j]) / (NIR[i, j] + R[i, j])$$

IDL

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

в том числе с графическими, например, BMP, JPEG, PNG, форматами, разработанными специально для научных задач, например, HDF, CDF, NCDF и несколькими распространенными форматами хранения данных, например, XML, ASCII. Существует возможность работы с данными в формате DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Такой большой набор поддерживаемых форматов файлов дает возможность программисту сконцентрироваться непосредственно на разработке проекта, не задумываясь о чтении или записи данных.

Работать с IDL можно в интерактивном или компилируемом режиме. Интерактивный режим используется для решения простых задач. В этом режиме предусмотрена командная строка IDL, в которой вводятся и выполняются команды сразу после нажатия клавиши «Enter». Интерактивный режим целесообразно использовать при разработке функций или процедур, чтобы мгновенно увидеть реакцию системы на выполненные действия. Компилируемый режим предназначен для разработки сложных приложений. Ярким примером применения компилируемого режима является программное обеспечение ENVI, которое представляет собой программу, написанную на языке IDL; при этом возможности ENVI не ограничены встроенными функциями. Задачи, решаемые с помощью ПО ENVI, можно расширять за счет разработки собственных дополнительных приложений на языке IDL, которые могут быть легко встроены в ENVI.

IDL располагает средством IDL GUIBuilder, позволяющим создавать графический интерфейс, и на его основе формировать исходный код IDL-программы, которая описывает интерфейс и события, возникающие в нем. IDL GUIBuilder со-

здан только для Windows версии IDL. Однако исходный код, образованный IDL GUIBuilder, является кроссплатформенным и работает на платформах, поддерживаемых IDL. IDL GUIBuilder обладает стандартными для подобного программного обеспечения (Microsoft Visual Studio, JBuilder) элементами построения графического интерфейса. Примеры построения изолиний, поверхностей и их совмещения с помощью интерфейса IDL GUIBuilder приведены на рис. 1 и 2.

Программы, разработанные на языке IDL, можно вызывать из внешних программ, созданных на других языках программирования или в IDL-программах использовать функции, реализованные на C/C++, FORTRAN, Java. Такое взаимодействие IDL с языками программирования позволяет гибко подходить к решению сложных задач. У IDL существуют особенности, которые явно отличают его от других языков программирования, таких как C/C++, Java.

Язык IDL не является сильно типизированным языком. Поэтому при выполнении программы тип переменной может изменяться в зависимости от значения, хранящегося в ней. Язык не чувствителен к регистру символов, т. е. переменные **A** и **a** являются одной и той же переменной. Нагляднее эти особенности продемонстрированы в приведенном ниже фрагменте программы:

«PRO PROPERTIES

```
A=1
HELP,A
A=-3.14
HELP,A
A='Строка'
Help,a
```

END».

В результате выполнения этой программы можно убедиться, что переменная **A** в начале программы после присваивания ей значения, равного «1»,

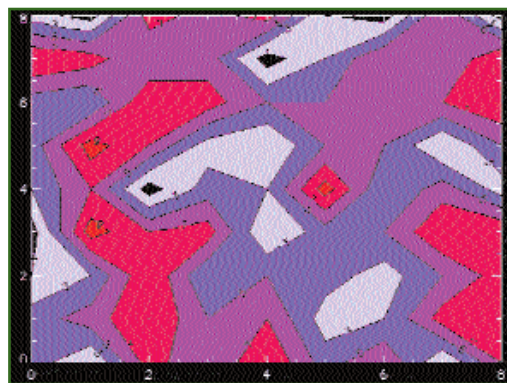


Рис. 1  
Построение изолиний

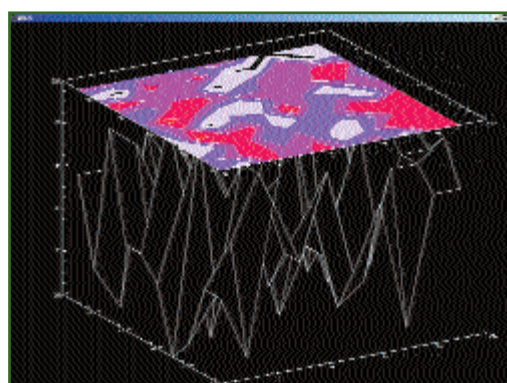


Рис. 2  
Совмещение поверхности и изолиний

принадлежит целочисленному типу INT. Однако далее видно, что тип INT был изменен на FLOAT и STRING после присвоения соответствующих значений. Кроме того, на этом примере показано, что регистр для имен переменных, процедур и функций, а также ключевых слов (в данном случае только процедура **help** и ключевое слово **END**) значения не имеет.

#### RESUME

It is marked that the ENVI software package capabilities for remotely sensed data processing can be complemented with the software modules written in the IDL programming language. The article introduces the IDL programming language capabilities as well as shows its main distinctions from the other programming languages. IDL significantly simplifies programming for remotely sensed data processing.



# ОПЫТ СОЗДАНИЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ И ДИАГРАММ СРЕДСТВАМИ ГИС «КАРТА 2005»

**А.Н. Проскурнин** (Администрация губернатора Калужской области)

В 1990 г. окончил Московский автомеханический институт по специальности «автомобили и тракторы». После окончания института работал на Калужском турбинном заводе, с 1995 г. — в комитете по информатизации Администрации Калужской области. В настоящее время — начальник информационно-аналитического управления Администрации губернатора Калужской области.

**А.Г. Милованов** (Администрация губернатора Калужской области)

В 1978 г. окончил Московский физико-технический институт по специальности «аэродинамика и летательная техника». После окончания института работал на Калужском турбинном заводе, с 1995 г. — в комитете по информатизации Администрации Калужской области. В настоящее время — начальник отдела информационных ресурсов информационно-аналитического управления Администрации губернатора Калужской области.

**В.А. Мельников** (Администрация губернатора Калужской области)

В 1979 г. окончил приборостроительный факультет МВТУ им. Баумана (в настоящее время — МГТУ им. Баумана) по специальности «конструирование и производство радиоаппаратуры». После окончания училища работал на промышленных предприятиях в Калуге и в региональных органах власти Калужской области. С 2003 г. по настоящее время — главный специалист информационно-аналитического управления Администрации губернатора Калужской области.

В информационно-аналитическом управлении Администрации губернатора Калужской области накоплен значительный объем информации о социально-экономическом положении Калужской области и других регионов Российской Федерации. Эти данные должны быть определенным образом обработаны для предоставления руководству области с целью выработки и принятия управленческих решений.

В начале 2004 г. возникла необходимость создания нескольких тематических сборников по Калужской области за период с 1998 г. по 2003 г. Поскольку составление тематических карт является одним из наиболее распространенных видов анализа данных с помощью геоинформационных технологий, было решено использовать ГИС, разработанную КБ «Панорама».

Знакомство специалистов управления с этой геоинформационной системой началось с ГИС «Карта 2003» версии 6. В настоящее время применяется ГИС «Карта 2005» версии 9.05. С разработчиками программы постоянно поддерживается контакт, что позволяет им оперативно устранять замечания и реализовывать возникающие пожелания пользователей. Например, когда начались первые опытные работы по созданию сборников тематических карт, управление обратилось к разработчикам с просьбой изменить характеристики приложения по созданию тематических карт, что было выполнено ими в течение нескольких дней, причем совершенно бесплатно.

Рассмотрим порядок организации работ, который был реализован при создании альбома тематических карт «Основные

показатели социально-экономического развития районов Калужской области за период 1998–2003 годы» с помощью ГИС «Карта 2005».

Чтобы избежать ошибок, ход работ по созданию альбома был тщательно продуман. Это позволило оптимально распределить между исполнителями работу по вводу показателей, обеспечить проверку и корректировку разрабатываемых карт, уменьшить вероятность ошибок, избежать путаницы с наименованиями показателей, единиц измерения и т. д. Тщательное планирование и архивирование исходных материалов обеспечило быстрое воссоздание необходимых условий при повторе или обновлении данных.

На первом этапе работ было использовано следующее базовое программное обеспечение: для сбора и хранения данных в

Фрагмент таблицы метаданных

Таблица 1

Название поля БД, тематической карты альбома	DBF	Тип диаграммы	Цвет фона
Собственные денежные доходы (в разрезе районов)	SD	Гистограмма	NASEL
Численность работников по крупным и средним предприятиям	RAB	Гистограмма	P
Средняя заработная плата по крупным и средним предприятиям	ZPL	Гистограмма	P
Просроченная задолженность по заработной плате	PZZP	Гистограмма	P
Численность безработных	BEZR	Гистограмма	P
Объемы перевозки грузов грузовыми автомобилями крупных и средних предприятий	OPRVZ	Гистограмма	P

таблицах — Excel, для составления тематических карт — ГИС «Карта 2003».

На втором этапе был определен перечень метаданных и разработана таблица метаданных основных показателей (табл. 1):

- название поля БД, тематической карты;
- единицы измерения параметров;
- сокращенное название таблицы (DBF);
- тип диаграммы (круговая или гистограмма);
- раскраска карт (цвет фона и текста);
- периодичность сбора данных (ежемесячно, ежегодно и т. д.).

Такая таблица метаданных помогла правильно спланировать состав и единицы измерения показателей, тип диаграмм, сформулировать и зафиксировать точное название показате-

лей тематической карты. Данные из ячеек этой таблицы можно копировать и вставлять в форму «Редактирование текста надписи» редактора карты при оформлении тематической карты. Таблица также схематично показывает выбранные сочетания цветовых решений тематических карт.

Третий этап включал сбор данных. Значения показателей вводились в соответствующие таблицы базы данных формата Dbase (табл. 2). Для привязки значений показателей к контурам районов на карте был выбран способ связи объектов карты и записей таблицы базы данных по уникальному коду района.

На четвертом этапе создавалась пользовательская карта на основе карты масштаба 1:500 000, на которую были нанесены районы Калужской области. На эту же карту был добав-

лен «невидимый» район для привязки данных типа: «итога» (сумма данных по всем районам) или «в среднем по области». Такой район создавался в виде полигона — «стекло» в форме круга с прозрачностью 100%.

Следует отметить, что ГИС «Карта 2005» позволяет хранить не только обычные цифровые карты местности, но и прикладные пользовательские данные, быстро меняющиеся во времени. Приложения «Создание тематических карт» и «Построение тематических диаграмм» позволяют создавать отдельные пользовательские карты. При работе с альбомами тематических карт в среде ГИС «Карта 2005» удобно пользоваться меню «Список данных электронной карты». В результате работы получают наборы карт, сложенных вместе и отображающих совокупность объектов, изображенных на них. На

Фрагмент таблицы базы данных

Таблица 2

Объемы перевозки грузов грузовыми автомобилями крупных и средних предприятий						
	1999	2000	2001	2002	2003	
name	Gd1999	Gd2000	Gd2001	Gd2002	Gd2003	ID
Бабынинский	330366	171383	257578	85434	121871	1
Барятинский	1496	863	858	633	495	2
Боровский	1365390	1854901	2513306	3673369	3151780	3
Дзержинский	14639402	14220103	11996437	10788192	10339185	4
Думиничский	280738	314331	261020	143188	96082	5
Жиздринский	33856	23015	39961	17337	15066	6

.....



основную карту с районами области накладывается дополнительная карта, на которую нанесены либо окрашенные полигоны — тематические карты, либо круговые, столбчатые или другого типа тематические диаграммы. На рисунке приведен пример получения двух тематических карт. В наиболее сложных случаях для получения итоговой совокупности пользовательских карт приходилось использовать до четырех карт одновременно.

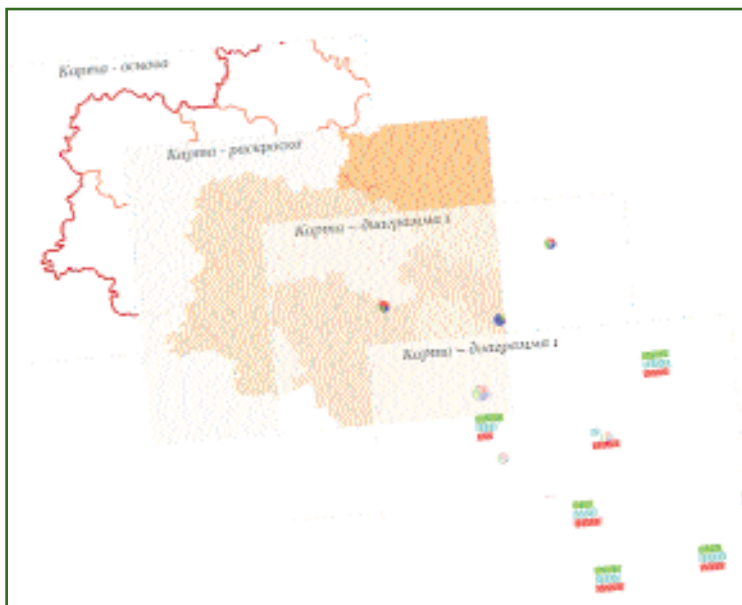
Для повышения наглядности альбома был разработан специальный классификатор карты с расширенной палитрой цветов и укрупненными шрифтами (по сравнению с базовым масштабом карты) для отображения подписей. Цветовые сочетания необходимо было подобрать так, чтобы окраска карты — основы не совпадала с рабочими цветами тематических диаграмм. Для каждой тематической карты применялись собственные цветовые композиции.

На заключительном этапе создавались тематические карты с помощью приложений ГИС «Карта 2005»: «Создание тематических карт» и «Построение тематических диаграмм».

При использовании приложения «Создание тематических карт» важно правильно настроить число градаций и их диапазоны. Только в этом случае на тематической карте будет правильно и наглядно отражен диапазон значений показателей.

При работе в приложении «Построение тематических диаграмм» основным инструментом была выбрана диаграмма процентного соотношения. Т. е., в пределах одного района можно отслеживать динамику изменения показателей во времени, например, по годам.

К сожалению, при использовании этого метода нельзя сравнивать районы между собой. Если такое сравнение не-



Пример получения двух тематических карт

обходимо, следует воспользоваться тематической картой. В процессе работы важно правильно задать размер «фиксированного радиуса». При необходимости его можно связать с определенным показателем.

В случае построения диаграммы для одного показателя использовалась горизонтальная гистограмма. Она позволяет оптимально, в автоматическом режиме, разместить рядом с горизонтальными полигонами значения показателей, представленные в виде цифр. Если в таблице данных для одного района присутствует несколько показателей, которые можно рассматривать как сумму, выбиралась круговая диаграмма. На этих этапах легенду не наносили, так как она была сформирована раньше, при подготовке карты — основы.

В 2005 г. с помощью данной технологии был составлен тематический альбом «К 60-летию Калужской области. Страницы истории Калужского края в цифрах и диаграммах». В этой работе были использованы статистические сведения дореволюционной Калужской губернии, а также губерний центральной России. Работа получила высокую оценку калужских краеве-

дов и историков.

Данная технология применялась в ходе региональных выборов для оперативной оценки явки избирателей и хода подсчета голосов. На получение одной диаграммы уходило 10–15 мин. Во время проведения голосования и подсчета голосов было построено около 50 тематических диаграмм.

По нашей просьбе, для упрощения процедуры получения диаграмм и автоматизации процесса создания тематических карт, специалисты КБ «Панорама» разработали специальное приложение, которое в настоящее время внедряется в органах управления Калужской области.

#### RESUME

The article presents capabilities of the contemporary GIS as well as shows the technological process of both data preparation and obtaining informative and highly visual thematic maps and thematic diagrams. An experience of using the GIS technologies will advance a wide range of users, including representatives of regional governmental bodies both federal and municipal, to apply new contemporary information technologies for managerial decision-making.

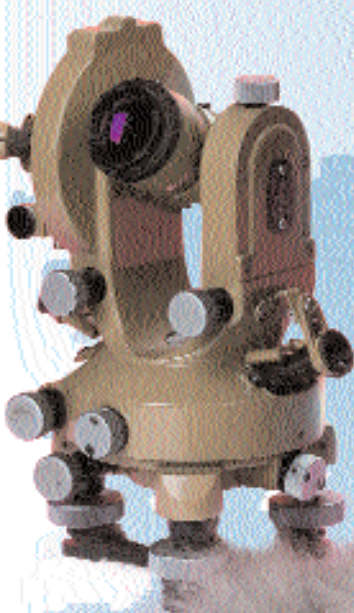


# СНЫ

# ГЕОКАД

630034, г. Новосибирск, ул. Троллейная, 35  
тел/факс: (383) 352-13-33, 352-14-01, 352-15-50  
info@geocad.ru; http://www.geocad.ru

# СТАНОВЯТСЯ ЯВЬЮ!





# ЛАЗЕРНАЯ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА FARO LASER TRACKER

К.Н. Ткачев (НПК «Йена Инструмент»)

В 2001 г. окончил факультет информатики и радиоэлектроники Московского государственного открытого университета по специальности «информационно-измерительная техника и технологии». После окончания университета работал в Научно-исследовательском машиностроительном институте, с 2004 г. — в лаборатории контроля качества при строительстве магистральных газопроводов в ДООАО СУ-2 ОАО СМТ. С 2005 г. по настоящее время — ведущий инженер НПК «Йена Инструмент».

Компания FARO была основана в 1981 г. Изначально FARO являлась научно-производственной компанией, занимавшейся разработкой высокоточного диагностического и хирургического медицинского оборудования. В начале 1990-х гг. компания FARO начала активно разрабатывать координатно-измерительные машины (КИМ) и программное обеспечение для использования при выполнении измерений, а также контроля и диагностики линейно-угловых параметров объектов. Компания FARO создала ряд новых разработок в данной области и владеет более чем 75 патентами. Центральный офис компании FARO находится в США. FARO имеет разветвленную дистрибьюторскую сеть по всему миру. В России официальным представителем FARO является компания «Йена Инструмент».

Оборудование FARO используют крупнейшие производственные компании, такие как Boeing, General Motors, Johnson Controls, DaimlerChrysler, Ford, British Aerospace, Caterpillar, Honda и многие другие.

Компания FARO предлагает широкий спектр высокоточных координатно-измерительных систем, включающий несколько серий измерительного оборудования — FARO Laser Tracker (рис. 1), FARO Gage, FARO Arm, FARO Laser Scan Arm. Данное оборудование обладает различными классами точности, что позволяет подобрать необходимую координатно-измерительную систему под конкретные задачи заказчика.

Рассмотрим более подробно высокоточную лазерную координатно-измерительную систему FARO Laser Tracker, которая позволяет выполнять измерения линейно-угловых параметров крупногабаритных объектов на расстоянии до 35 м от лазерной головки.

С помощью FARO Laser Tracker можно проводить высокоточные измерения объектов непосредственно во время проведения какой-либо технологической операции, причем, не снимая контролируемый объект со станка или конвейера. Это весьма удобно, если объект обладает большими габаритами и массой. Благодаря компактности и не-

большому весу FARO Laser Tracker может использоваться в труднодоступных местах с ограниченным рабочим пространством (например, где нельзя применить КИМ типа «рука» из-за ее конструктивных особенностей).

FARO Laser Tracker применяется в различных отраслях производства, таких как судостроение, авиастроение, тяжелое машиностроение и др. Например, при помощи данной системы можно определить точность центрирования составных частей корпуса самолета относительно друг друга.

FARO Laser Tracker состоит из следующих основных частей:

- измерительного блока, предназначенного для измерений;
  - контроллера, осуществляющего обработку информации и связывающего измерительный блок с компьютером (к контроллеру также можно подключать внешние температурные датчики);
  - компьютера с программным обеспечением CAM2 Measure, которое осуществляет управление измерительным блоком и выполняет анализ полученных данных.
- При разработке FARO Laser Tracker было запатентовано несколько изобретений, таких как:
- XtremeADM (Absolute Distance Measurement) — техно-



Рис. 1  
FARO Laser Tracker

логия, позволяющая быстро находить лазерный луч, потерянный отражателем, без прерывания работы, что существенно облегчает и ускоряет процесс измерения;

— Smart Warm-Up — технология, сокращающая вдвое время настройки механизмов системы к условиям окружающей среды по сравнению с предыдущими моделями. Данное приспособление запускается автоматически при подключении системы к электросети;

— Active Thermal Compensation — технология, позволяющая уменьшить влияние перепадов температуры окружающей среды на точность измерений.



**Рис. 2**  
Сферический отражатель

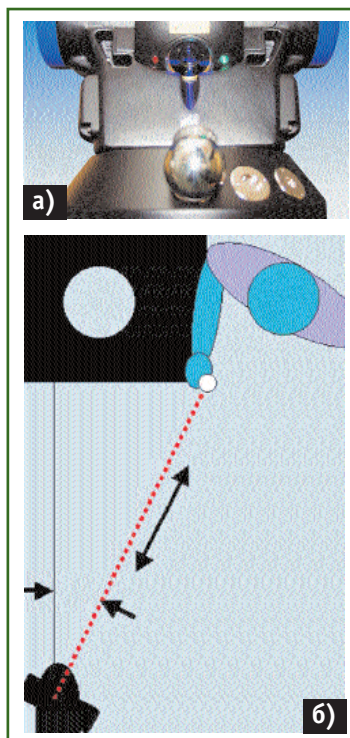
Измерения, проводимые с помощью FARO Laser Tracker, основаны на отражении лазерного луча от специальных зеркальных призматических отражателей, заключенных в стальную сферу, которые называются сферическими отражателями (рис. 2). Особенностью изготовления сферических отражателей является точное совпадение вершины зеркального конуса с центром сферы. Сферические отражатели бывают следующих размеров: 3,8; 2,2 и 1,3 см. Выбор сферического отражателя не влияет на точность измерений и осуществляется, исходя из специфики работы. Широкий перечень всевозможных насадок на

сферические отражатели позволяет проводить измерения в труднодоступных местах.

Принцип действия FARO Laser Tracker состоит в следующем: поворотная головка измерительного блока отслеживает положение сферического отражателя при помощи лазерного луча. Первоначально сферический отражатель помещается в специальную точку на корпусе измерительного блока (гнездо) (рис. 3а), координаты которой известны, а оттуда отражатель перемещается в контролируемые точки. Трехмерные координаты заданных точек вычисляются путем измерения углов поворота головки измерительного блока по горизонтали и вертикали и расстояния до сферического отражателя при помощи лазерного дальномера (рис. 3б).

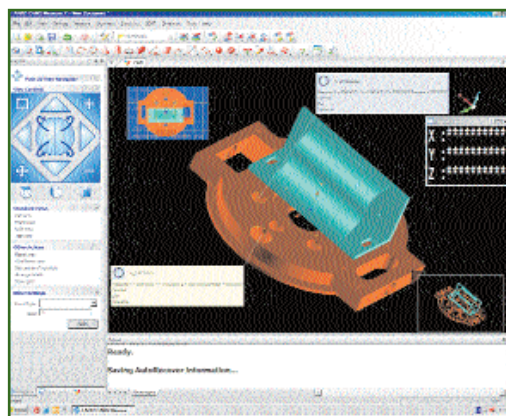
FARO Laser Tracker может работать в двух режимах измерения: Interferometer и Super ADM. Разница между этими режимами заключается в том, что при прерывании или потере луча в режиме Super ADM не нужно возвращать сферический отражатель в гнездо, а можно продолжить измерения, «поймав» луч там, где он был потерян. Однако следует отметить, что при использовании режима Super ADM происходит потеря точности. Линейная точность в режиме Interferometer составляет  $2 + 0,4$  мкм/м, а в режиме Super ADM —  $10 + 0,4$  мкм/м.

На каждое изделие в производстве существует конструкторская документация, представленная в виде обычного чертежа (на бумаге) или компьютерной САПР-модели. САПР-модель, независимо от того в какой конструкторской программе она была создана, может быть экспортирована в программное обеспечение CAM2 Measure, которое осуществляет управление системой и выполняет обработку и анализ данных, полученных при проведении измерений.



**Рис. 3**  
Принцип определения трехмерных координат FARO Laser Tracker

Программа CAM2 Measure (рис. 4) создана компанией FARO специально для работы с координатно-измерительными системами. В экспортированной САПР-модели выбираются определенные точки с заданными параметрами, затем при помощи системы измеряются действительные значения этих параметров и определяется их соответствие конструкторской документации, а также автоматически



**Рис. 4**  
Диалоговое окно программы CAM2 Measure



## Технические характеристики FARO Laser Tracker

Наименование характеристики	Laser Tracker XI	Laser Tracker X
Рабочая зона (диаметр сферы), м	0–70	
Рабочая зона по горизонтали/вертикали, °	270 / от +75 до –50	
Повторяемость измеренных пространственных координат (3D) в рабочей зоне на расстоянии 2/10/35 м, мм	0,027/0,051/0,129	0,033/0,057/0,136
Угловая повторяемость, мкм	2 + 2мкм/м	
Максимальная угловая скорость, °/с	180	
<b>Линейные характеристики в режиме Interferometr</b>		
Максимальная скорость измерения, точек/с	До 10 000	—
Повторяемость (при скорости сканирования 10 000 точек/с), мкм	1 + 1 мкм/м	—
Максимальная радиальная скорость, м/с	4	—
<b>Линейные характеристики в режиме XtremeADM</b>		
Максимальная скорость измерения, точек/с	До 10 000	
Повторяемость, мкм	7 + 1 мкм/м	
Максимальная радиальная скорость	Не ограничена	
<b>Общие характеристики</b>		
Рабочий диапазон температур, °С	От –15 до +50	
Влажность, %	0–95 (без конденсата)	
Габаритные размеры, мм	280x535	
Вес измерительной головки, кг	18–20	
Габаритные размеры контроллера, мм	160x180x280	
Вес контроллера MCU, кг	5	

высчитывается отклонение измеренных значений параметров от заданных.

CAM2 Measure — универсальное программное обеспечение, предназначенное для работы с координатно-измерительными системами FARO Arm, FARO Laser Tracker и FARO Scan Arm.

CAM2 Measure позволяет измерять простые элементы (плоскости, окружности, линии, слоты и т. д.), определять положение измеряемого элемента относительно других объектов изделия, автоматически вычислять отклонение измеренных значений от номинальных, инспектировать сложные криволинейные поверхности методом сравнения их с САПР-моделями, рассчитывать отклонения от плоскостности, цилиндричности, соосности и т. д. Функция сканирования дает возможность получать точки, линии, сплайны, полилинии и др., по которым в дальнейшем строится САПР-модель. В CAM2 Measure при помо-

щи модуля SPC Graph можно создавать разнообразные графические и текстовые отчеты, в которых будут отображены аспекты проведенных измерений, а также программировать последовательность измерительных операций для измерения параметров конкретных объектов, используя модуль Softcheck Tool. Вышеперечисленные возможности CAM2 Measure способны решить широкий спектр метрологических задач, связанных с линейно-угловыми измерениями. Программа может работать в операционных системах Windows 2000 и XP.

Основные технические характеристики FARO Laser Tracker приведены в таблице.

Таким образом, особенности FARO Laser Tracker следующие:

- высокая точность и дальность измерений;
- возможность использования на производственных участках с ограниченным рабочим пространством;

- возможность использования дистанционного пульта управления для удобства работы;
- автоматическая температурная компенсация;
- широкий спектр вспомогательного оборудования.

**НПК «Йена Инструмент»**

109388, Москва,  
ул. Полбина, 3, стр. 1  
Тел: (495) 354-02-04  
Факс: (495) 354-02-03  
E-mail: sales@jena.ru  
Интернет: www.jena.ru

**RESUME**

The article presents the FARO Laser Tracker coordinate measuring system. The equipment operation principle, its performance and possible application fields are also given.

# ЗАО «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ» — НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР ИЗЫСКАТЕЛЕЙ И СТРОИТЕЛЕЙ

29 июня 2006 г. компания «Геодезические приборы» отметила свой первый юбилей — 5 лет на рынке Северо-Западного региона России. Это событие ознаменовалось торжественным вечером, на котором присутствовали многие известные компании из Санкт-Петербурга, Выборга, Велико-Новгорода, Петрозаводска, Архангельска и др. В многочисленных приветствиях, адресованных компании, отмечалось, что ЗАО «Геодезические приборы» является современным предприятием с уже сложившимися традициями и отличной командой профессионалов. Пять лет напряженной, самоотверженной работы позволили компании «Геодезические приборы» завоевать заслуженный авторитет и доверие партнеров.

От имени коллектива ГУП «Трест ГРИИ» (Санкт-Петербург) юбиляров поздравил его директор Б.В. Резунков, который отметил, что за последние годы резко возрос объем изыскательских работ, и обеспечить высокое качество их выполнения невозможно без современного геодезического оборудования. Так, в последнее

время объем закупок геодезических приборов ГУП «Трест ГРИИ» увеличился в девять раз. От лица ФГУП «Аэрогеодезия» (Санкт-Петербург) юбиляра поздравил генеральный директор А.Ю. Матвеев. Слова поздравления прозвучали от заместителя генерального директора ООО «Нефтегазгеодезия» А.В. Юськевича (Санкт-Петербург).

Главный инженер ЗАО «ВАД» (Санкт-Петербург) Н.Н. Евсюков отметил, что с помощью электронных тахеометров фирмы Sokkia, приобретенных в компании «Геодезические приборы», специалисты ЗАО «ВАД» построили более 10 тыс. погонных км дорог. Он пожелал коллективу компании «Геодезические приборы» дальнейшей успешной работы, новых интересных проектов, непрерывного движения вперед.

Слова приветствия, поздравления и пожелания дальнейшего развития компании были высказаны многими гостями, в том числе директором ЗАО «ЛЕНТИСИЗ» (Санкт-Петербург) М.А. Солодухиным, директором филиала «Алроса-Поморье» (Архангельск) В.В. Вержаком, генеральным директором ФГУП «Новгородское аэрогеодезическое предприятие» П.Ю. Бурбаном, главным маркшейдером Санкт-Петербургского Метростроя Б.М. Совковым, главным маркшейдером СМУ № 13 Метростроя (Санкт-Петербург) В.А. Андриановым, деканом инженерно-строительного факультета Санкт-Петербургского политехнического университета профессором А.И. Альхименко, генеральным директором компании ООО «Землевед» (Выборг) О.Е. Пунтти и многими другими.

Председатель правления Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии



**Внедрение спутниковых технологий партнерами ЗАО «Геодезические приборы» ООО «Лентисиз-Калининград»**

А.С. Богданов отметил активное участие компании «Геодезические приборы» в жизни геодезической общественности Санкт-Петербурга, а также в мероприятиях и акциях, проводимых Санкт-Петербургским обществом геодезии и картографии.

Компанию «Геодезические приборы» поздравил и коллектив журнала «Вестник строительного комплекса Северо-Запада». На страницах издания, выпущенного накануне юбилея компании, редакционная коллегия отметила успехи и устойчивую деловую репутацию компании и пожелала дальнейших успехов, освоения новых видов деятельности, расширения географии интересов предприятия.

Можно с уверенностью сказать, что ЗАО «Геодезические приборы» объединило высококлассных специалистов, за годы совместной работы образовавших коллектив единомышленников. Обращаясь в ЗАО «Геодезические приборы», заказчик может целиком и полностью положиться на профессионализм специалистов компании.

**В.В. Грошев**

(Редакция журнала «Геопрофи»)



**На выставке новой геодезической техники (Санкт-Петербург)**



# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Санкт-Петербург

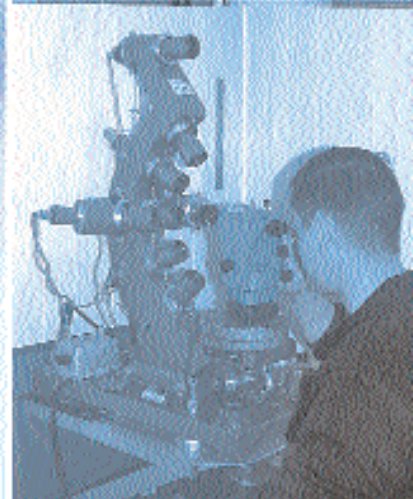
**ПОСТАВКИ ВСЕГО СПЕКТРА  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**КРУПНЕЙШИЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР**

- ◆ обучение
- ◆ методическая поддержка при внедрении
- ◆ метрология
- ◆ ремонт



197110, г. Санкт-Петербург, ул. Пионерская, д. 30  
Тел/факс: (812) 380-69-91, 235-39-80  
<http://www.geopribori.ru>, e-mail: [office@geopribori.ru](mailto:office@geopribori.ru)





# SOKKIA

СОВРЕМЕННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ  
В БЕЗУПРЕЧНОМ ИСПОЛНЕНИИ!

## Новая серия 30RK и 30RK3

Ультратонкий луч дальномера

Дальность измерений без отражателя:

30RK – более 200м

30RK3 – более 350м

Время измерения менее 1 секунды

Низкое энергопотребление

Обновленное программное обеспечение

Удобная система кодировки точек

Удобное управление с помощью  
внешней клавиатуры SF14\*\*



АЛФАВИТНО-ЦИФРОВАЯ  
КЛАВИАТУРА С ПОДСВЕЩЕНИЕМ



ВНЕШНЯЯ КЛАВИАТУРА SF14\*\*

**RED-tech**

Advanced Data processing EDM technology



[www.sokkia.com](http://www.sokkia.com)

\* Изображение лазерного луча смоделировано \*\* в комплекте не входит



▼ **Вышла новая версия программы «ЦФС-Талка» 3.4.1**



По сравнению с версией 3.4 новая версия позволяет:

- извлекать ближний инфракрасный, красный, зеленый и синий каналы из мультиспектрального раstra, полученного со спутника QuickBird, а затем создавать обычное RGB-изображение и изображение со сдвигом в ближний инфракрасный диапазон;

- осуществлять экспорт нарезки фотопланов в формат ArcInfo;

- выполнять корректный пересчет в другие системы координат объектов с общими точками (узлами) в задаче «Пересчитать объекты на снимке»;

- импортировать в «ЦФС-Талка» объекты различных типов и блоки из карты в формате DXF с автоматическим созданием классификатора.

Кроме того, усовершенствованы функции редактирования на стереопаре в режиме Page-Flipping и задача «Вычитание объектов».

Пользователи программы «ЦФС-Талка» версии 3.4 могут использовать новую версию программы без обновления электронного ключа защиты.

**В.Б. Кекелидзе**  
(НПФ «Талка-ТДВ»)

▼ **Проекты, выполненные Компанией «Геокосмос»**



**Андалусия, автономная область Испании.** По заказу муниципальных властей выполнена съемка русла реки Гвадалквивир с целью создания трехмерной цифровой модели рельефа. Гвадалквивир, длиной 3144 км, является одной из наиболее протяженных рек Испании, а ее русло имеет достаточно сложный рельеф.

Общий объем работ составил около 700 км<sup>2</sup>. Съемка проводилась с использованием воздушного лазерного сканера ALTM-3100 и среднеформатной цифровой фотокамеры Rollei AIC modular LS.

Предоставленные заказчиком высокоточные трехмерные цифровые модели рельефа русла реки позволят прогнозировать возможные места разлива, планиро-

вать ряд превентивных действий в случае наводнения, проводить берегоукрепляющие работы и создавать ГИС для управления водными ресурсами.

**Ямало-Ненецкий автономный округ Тюменской области.** Успешно завершён крупнейший в газовой отрасли проект по инвентаризации земель, территориальному землеустройству и межеванию земельных участков, занятых объектами недвижимости ОАО «Газпром» и ООО «Уренгойгазпром» в Западной Сибири, на водоразделе рек Пур и Надым. Территория, на которой расположены земельные участки и объекты землеустройства, характеризуется сложным ландшафтом (тундра, сильная заболоченность, пересеченность местности), а также суровыми климатическими условиями.

Впервые в России и Европе использовались технологии воздушного и наземного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки. Общая площадь выполненных работ составила 1 167 000 га, по наземной инструментальной съемке — 20 122 га.

**По материалам пресс-релизов Компании «Геокосмос»**

**МАР ИНФО®**  
Современные геоинформационные технологии

*С полевых измерений все только начинается...*

**в России**

ООО «ЭСТИ МАП»  
119002 Москва Калосин пер.4  
офис 1-14 тел/факс (495) 540-4659, 241-0057  
www.esti-map.ru e-mail: esti-m@esti-map.ru





For your  
precision matters

# PENTAX

Глобальные геодезические решения

R-322NX  
R-323NX  
R-325NX  
R-335NX  
R-315NX  
R-322EX  
R-323EX  
R-325EX  
R-335EX  
R-315EX  
R-323EX

Измерение угла одним приемом от 2"  
Точность измерения расстояния на отражателе - 2+2мм  
Точность измерения расстояния в безотражательном режиме - 5+2мм  
Дальность измерения расстояния без отражателя - 270м  
Автоматическая поправка на атмосферу  
Большой графический дисплей и полная алфавитно-цифровая клавиатура  
Рабочая температура, С - от - 30 до +58  
Дальность измерения - 5000м  
Трехосевой компенсатор  
Диапазон компенсатора - 3"  
Влагозащитность - IPX6  
Внутренняя память - 20 000  
Увеличение, крат - 30  
Лазерный центр



## Pentax R-300X

### Раздвигая пределы...



Компания "Геотрейд"  
109070, РФ, г. Москва, Покровский бульвар, дом 16/10, стр. 1  
Тел./факс: +7 (495) 910 2335, (495) 910 2173  
E-mail: sales@geo-trade.ru, support@geo-trade.ru  
<http://www.geo-trade.ru>



# ОСОБЕННОСТИ ТРЕХМЕРНОЙ СЪЕМКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТУНДРЕ

**Л.И. Авельцев** (ГУП «Земкадастр», Архангельск)

В 1982 г. окончил МИИГАиК. После окончания института работал на Предприятии № 2 ГУГК (Хабаровск), с 1986 г. — на предприятии «СевЗапАэрогеодезия» ГУГК (Санкт-Петербург), с 1989 г. — в «Агропромдорстрой» (Архангельск), с 1993 г. — в Архангельском ТИСИЗ, с 1996 г. — в Облкомзем (Архангельск). С 1998 г. работает в ГУП «Земкадастр», в настоящее время — заместитель директора, начальник отдела кадастровых и геоинформационных технологий.

**С.А. Миронов** (Группа компаний «Геотехнологии»)

В 1982 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 1980 г. работал в ОИФЗ им. О.Ю. Шмидта, с 1982 г. — в Мосгипротранс, с 1986 г. — в Институте вулканологии, с 1995 г. — в НИЦ «Геодинамика». С 1996 г. по 2000 г. участвовал в создании сегмента непрерывного GPS-мониторинга NEDA в рамках проекта Колумбийского Университета (США). С 2002 г. выполнял различные геоинформационные проекты в Греции, Испании, Латвии и России. В настоящее время — менеджер разработки и внедрения перспективных технологий Группы компаний «Геотехнологии».

**М.С. Миронов** (МИИГАиК)

С 2005 г. по настоящее время — студент геодезического факультета МИИГАиК.

Во времена, предшествующие нынешнему бурному технологическому расцвету, все беды России выражались классиком в 2D-форме, двумя высказываниями, первое из которых — наши «умопомрачительные» дороги. Прогресс последнего столетия в наступившем XXI веке расширил и углубил рельефность вышеуказанных бед, так что теперь без 3D-визуализации пафос обоих бессмертных бед не столь фундаментально масштабен.

Способен ли вес трехмерных технологий снизить влияние вышеупомянутых двухмерных на неукротимое поползновение населения ко всяческому процветанию — тема изучения нашими потомками на истории и географии, если таковые предметы в школьном образовании еще останутся. А чему удивляться, ведь на исторической родине

того самого классика, который выразил в знаменитом 2D-виде главные отправные части российской экономики, в школьных учебниках его творения отнесены к разделу иностранной литературы.

О том, что в заполярье дорога будет нелишней и свяжет побережье Баренцева моря с городом Усинском, нам стало известно от компании «Техноэкология» нынешним летом.

Несмотря на очевидное присутствие в тундре песка и гравия в достаточных количествах практически повсеместно, ковырять мерзлоту для ее превращения в строительный материал будущим строителям показалось перспективнее в отдельных и весьма удаленных от проектируемой трассы местах. Они в своем деле специалисты, им виднее.

В условиях нынешней эконо-

мики понятие «выгодно» имеет столь широкий диапазон решений от сверхприбыли до убийственной убыточности, что традиционные методы совмещения разумного с достаточным уже недействительны. Главным определяющим фактором выгоды является происхождение бюджета. В тех случаях, когда граница между «государственной шерстью» и личной не прощупывается, традиционная экономика с минимизацией затрат перестает работать, подобно законам классической физики в квантовой.

Задача оценки объемов месторождений нерудных материалов предусматривает трехмерное представление объекта на основе материалов крупномасштабных топографических съемок. Современных методов съемок объектов для подобных за-



дач немного: аэрофотосъемка, тахеометрия, лазерное сканирование и спутниковая кинематика.

Выбор метода определило своеобразие объекта. Он расположен в двух часах лету на вертолете к востоку от Нарьян-Мара и состоит из трех участков, площадью по 50 Га каждый. Рельеф всхолмленный и сильнопересеченный, с перепадами высот от 130 до 260 м, между которыми расположены все «прелести» летнего мерзлотного ландшафта тундры (болота, кочкарник, реки, озера и т. п.).

Климатические условия заполярья летом никакой уверенности в погоде для планирования аэросъемки не оставляют. Свежее дыхание Баренцева моря в течение часа легко превращает ясный летний день в пятиградусную «жару» в сплошном тумане. Тахеометрия при столь пересеченном рельефе требует большого числа станций наблюдения и соответствующей сети сгущения. Если учесть специфику сети ГГС в широтах выше 69° и страсть местного кочевого населения к изделиям из металла, то выбранный метод спутниковой кинематики наиболее обоснован.

Для тех, кто еще сомневается в эффективности данной технологии съемочных работ, будет небезынтересно оценить технико-экономические показатели. Бригада из трех специалистов и

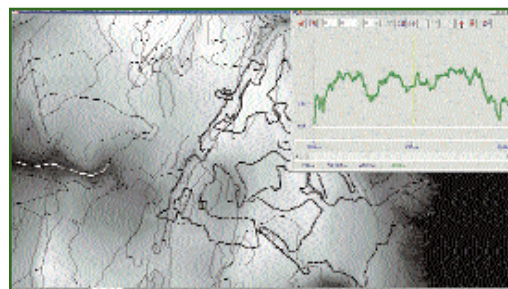
такого же количества спутниковых приемников (один базовый и два подвижных) на трех участках съемки, удаленных друг от друга на 15 км, выполнила полевые измерения территории, общей площадью 160 Га, с достаточной для масштаба 1:1000 точностью и сечением рельефа 1 м за пять рабочих дней. Наличие местного транспорта при этом практически равнялось нулю, так как вездеход сломался в день прилета и украсил собой пейзаж.



**Рис. 2**  
*Подвижная станция*

Съемка проводилась от базовой станции (рис. 1) «кинематическими треками» подвижных станций (рис. 2) с интервалом записи в одну секунду. При съемке с интервалом большим, чем одна секунда, скорость передвижения будет значительно замедляться, поскольку прохождение характерных точек потребует остановок «для попадания в эпоху». В данном случае запись была оптимальной для съемки без остановок. В качестве опорных пунктов ГГС использовались два местных пункта, от которых были определены координаты базы.

Методика съемки заключалась в последовательном обходе структурных линий рельефа и контуров, а также треков, заполняющих склоны достаточной плотностью пикетов (рис. 3). Общая протяженность треков составила 90 км, что соответ-



**Рис. 3**  
*Съемочные треки и профиль на трехмерной модели местности*

ствует массиву из более чем 200 тыс. точек.

Говоря об условиях съемки в тундре, следует отметить, что летом в заполярье день и ночь по кондиции освещенности не разделяются, а по минимуму «летно-кусучей сволочи» ночь и благоприятнее для производства, и длиннее.

Местные оленеводы поразили нас универсальностью такого средства передвижения как нарты (рис. 4). Используя высокопроходимый тундровый транспорт, можно было бы вести съемку более экономичным методом сетки галсов. Жаль, что этот удобный транспорт появился после завершения работ.



**Рис. 4**  
*Нарты — универсальное средство передвижения по тундре*

Обработка результатов полевых измерений велась с помощью различных программных средств, поэтому об этом следует сказать отдельно.

Предварительная обработка



**Рис. 1**  
*Базовая станция*



«сырых» данных выполнялась в программе Ensemble (Java Navigation Systems), которая на выходе выдавала текстовый файл в виде каталога координат или векторный в формате DXF.

Попытки построить рельеф по импорту полученного массива в стандартных программах постобработки особым успехом не увенчались. Даже для пост-

как нам кажется, полностью неведом даже разработчикам, составляют желать лучшего.

Наилучшим и весьма удобным средством оказалась новая версия программы «ЦФС-Талка», имеющая в арсенале автоматическое нелинейное сглаживание горизонталей, расстановку бергштрихов и подписей, прореживание избыточных пикетов и многое другое (рис. 5). А главное, порадовала организация интерфейса из последовательного набора действий, которые можно применить непосредственно к файлу исходных данных, и получить конечный результат, избегая методичного последовательного «кляцанья» по кнопкам и окошечкам, так любимого зарубежными производителями программ.

Контролем внутренней сходимости измерений служили отметки точек треков, на которых повторно были выполнены измерения в разное время или разными приемниками, например, в пересечении маршрутов движения разных подвижных станций. Разности отметок, полученные при этом, не превышали нескольких сантиметров.

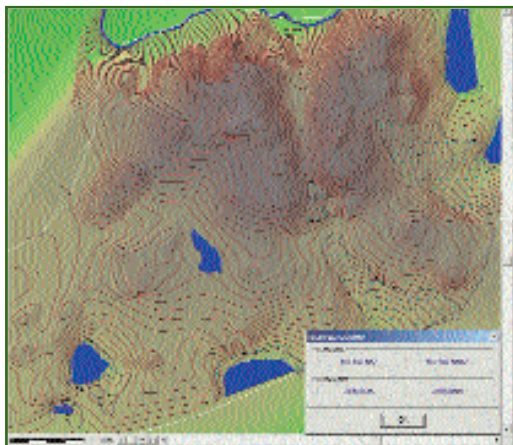
Контроль точности привязки базовых станций к пунктам ГГС осуществлялся после получения через Интернет данных от станций международной геодезической сети IGS (International GPS Service): Норильск (1200 км), Кируна (1500 км), Арти (1300 км) (рис. 6). Станции использовались как переходные для расчета геоцентрических приращений координат от пунктов ГГС к базовым станциям. Максимальные погрешности геоцентрических приращений составили 3 см.

Проведенные в качестве эксперимента вычисления координат станций, полученных в режиме кинематики от базовых станций, расположенных за 1000 и более километров, по сравнению с каталогами координат треков от ближних станций показали также весьма лю-

бопытный результат. Сравнения треков от удаленных и ближних баз дают одинаковые (в пределах сантиметра) превышения между смежными точками. Треки же имеют систематическое, в пределах 1 м, смещение (параллельный перенос).

Нетрудно убедиться в том, что предлагаемая методика значительно оперативнее и менее фондоемка по сравнению с остальными методами. Общее производственное время на съемку и вывод в векторном виде трехмерных моделей территории, площадью 160 Га, силами трех специалистов составило 10 дней (исключая непроизводительные потери времени). Расходы состояли из транспортных, эксплуатационных (на оборудование), полевых и оплаты труда исполнителей.

Заинтересованным в методическом и техническом решении задач на разумно-достаточном уровне, всегда окажут содействие в Группе компаний «Геотехнологии».



**Рис. 5**  
Фрагмент созданной трехмерной модели рельефа

роения модели рельефа фрагмента массива требовалось несколько десятков минут, не говоря уже о том, что править потом сложную картину по треугольникам — забава для богатых.

Достаточно просто и без каких-либо видимых усилий с задачей построения справилась программа «Pocket Нева». Однако объем правки «корявостей» горизонталей и своеобразии интерфейса программы, который,



**Рис. 6**  
Ближайшие станции IGS



**Группа компаний  
«Геотехнологии»**

117049, Москва,  
ул. Мытная, 28, корп. 1  
Тел: (495) 726-87-32  
Факс: (495) 726-87-45  
E-mail: 4all@gtcomp.ru  
Интернет: www.geocomp.ru

**RESUME**

An experience of large-scale topographic survey of non-metallics using satellite receivers in the kinematics mode with a subsequent 3D terrain model retrieval is presented. Actual time consumption for field works together with the 3D vector model building for the three sites with a total area of 160 hectare and elevation change from 130 m up to 260 m was ten days with an involvement of three specialists.



# ФИРМА «НЕВА ТЕХНОЛОДЖИ» — 9 ЛЕТ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

**В.В. Якунин** («Нева Технолоджи», Санкт-Петербург)

В 1983 г. окончил физико-механический факультет Ленинградского политехнического института (в настоящее время — Санкт-Петербургский государственный технический университет) по специальности «динамика и прочность машин». После окончания института работал в НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, с 1987 г. — в Морском техническом университете. С 1997 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Нева Технолоджи».



Специалисты фирмы «Нева Технолоджи» более 9 лет предлагают российским пользователям современное электронное геодезическое оборудование и активно занимаются внедрением высокоточных промышленных измерительных систем.

Основными направлениями деятельности компании являются:

- поставка и внедрение разнообразного электронного геодезического оборудования и современных технологий сбора и обработки геопространственных данных для топографо-геодезических и кадастровых работ, обеспечения строительства;

- проектирование распределенных программно-аппаратных информационных систем для контроля и управления технологическими процессами на промышленных предприятиях;

- инженеринговые услуги по обеспечению качества выпускаемой продукции и контроль точности на всех этапах производственного процесса;

- поставка высокоточного промышленного измерительного оборудования на базе опти-

ко-электронных приборов, лазерных измерительных систем контроля станков и современного программного обеспечения ведущим предприятиям России;

- обучение, консультации и техническая поддержка по работе с геодезическим оборудованием, программным обеспечением и промышленными измерительными системами;

- выполнение работ по контролю и монтажу оборудования, подготовки производства и т. п.;

- сотрудничество с ведущими учебными заведениями в области разработки учебных программ, демонстрации современного оборудования и проведения занятий по направлениям деятельности компании.

Фирма «Нева Технолоджи» является официальным дилером компании PENTAX Industrial Instruments (Япония) и официальным представителем компании Metris (Бельгия). Она имеет партнерские отношения со многими российскими и зарубежными компаниями, занимающимися производством и поставкой высокоточного измерительного оборудования.

За период существования компании ее сотрудниками были проведены многочисленные и разнообразные измерения на крупнейших предприятиях практически во всех регионах России (рис. 1), были разработаны методики и внедрены про-

мышленно-измерительные системы.

Рассмотрим более подробно оборудование, предлагаемое фирмой «Нева Технолоджи».

**Измерительная система на базе лазерного радара MV200** (Metris Virginia, США) (рис. 2) позволяет бесконтактно определять пространственные координаты характерных точек на поверхности объекта с точностью до 0,02 мм, что дает возможность вычислить необходимые геометрические параметры объекта. Следует отметить, что при использовании этой системы можно измерить не только отдельные точки на поверхности объекта, но и множество точек, непосредственно описывающих его форму. При последующей обработке этих множеств точек (облаков) возможно построение по методу наименьших квадратов математических моделей (САПР-моделей) — сфер, цилиндров, плоскостей, кону-



**Рис. 1**  
Измерения на территории цеха



сов, сложных поверхностей и т. д. В дальнейшем, выполнив измерения изготовленной детали, можно оценить ее соответствие запроектированной, т. е. сравнить измеренные данные с построенными моделями либо с заданными заранее.

Фирма «Нева Технолоджи» занимается поставкой на российский рынок полного спектра продукции, выпускаемой компанией Metris ([www.metris.com](http://www.metris.com)), обучением работы с ней и проведением работ на объектах заказчика с использованием данной техники.

Оборудование компании Metris может найти применение при решении следующих задач:

- контроль качества элементов крупногабаритных конструкций;

- проверка хода манипуляторов и элементов станков ЧПУ;



**Рис. 2**  
Мобильная координатно-измерительная система

- монтаж элементов оборудования;

- контроль элементов конструкций при сборке в судостроении, самолетостроении и космической отрасли;

- мониторинг объектов, в том числе в динамике;

- разметка элементов конструкций при стыковке блоков в машиностроении.

**Геодезическое оборудование компании PENTAX**

([www.pentax-geo.ru](http://www.pentax-geo.ru)) включает электронные тахеометры различной точности (2", 3", 5" и 6") с функцией тройного автофокуса, электронные теодолиты и нивелиры, а также специальное программное обеспечение. Кроме того, компания «Нева Технолоджи» занимается обучением работы с данным оборудованием и его сервисным обслуживанием.

**Лазерная система контроля станков XD** (рис. 3) является новой версией лазерной измерительной системы 5/6D. Она позволяет одновременно измерять все пространственные параметры станка. Процедура измерения занимает 3–4 часа вместо нескольких дней. Кроме того, система XD Laser позволяет выполнять оценку нормативной точности элементов станка, сокращая при этом длительность простоя на 80%. Одновременное измерение 21-го контролируемого параметра станка позволяет получить истинную картину погрешностей по всем осям, что невозможно для монопараметрических систем оценки. Система XD6 — единственная в мире лазерная система, которая в автоматическом режиме одновременно измеряет пространственную ориентацию и прямолинейность хода станка на плоскости. Эксклюзивный пакет программ волюметрической коррекции погрешностей позволяет пользователям значительно сократить количество неисправных узлов и продлить полезный срок службы станков.

Предлагаемое фирмой «Нева Технолоджи» оборудование и программное обеспечение демонстрировалось на многих тематических выставках: «Металлообработка и Машиностроение», «Эталон», GEOFORM+, «Гео-Сибирь» (Новосибирск). За вклад в продвижение на российский рынок прогрессивных технологий, приборов, оборудования, программных средств компания была дважды награж-



**Рис. 3**  
Лазерная система контроля станков XD

дена малой золотой медалью на выставке-конгрессе «Гео-Сибирь» в 2005 г. и в 2006 г. Следует также отметить многолетний спонсорскую поддержку компанией Клуба кавалеров ордена Александра Невского.

Надеемся, что многолетний опыт специалистов и уникальные возможности измерительных систем, предлагаемых компанией, помогут решить проблемы, возникающие у наших пользователей.



**«Нева Технолоджи»**  
190031, Санкт-Петербург,  
ул. Гороховая, 33, офис 37  
Тел/факс: (812) 310-49-93,  
380-92-13, 337-51-92  
E-mail: [nevatech@mail.rcom.ru](mailto:nevatech@mail.rcom.ru)  
Интернет: [www.nevatec.ru](http://www.nevatec.ru),  
[www.pentax-geo.ru](http://www.pentax-geo.ru)

#### RESUME

The «Neva-Tekhnology» is an official dealer of both the PENTAX (Japan) and Metris (Belgium) companies. The main activity fields are do presented together with the projects completed. A brief description is given for the new instruments and technologies being introduced by the company including the MV200 laser radar (Metris Virginia, USA) and the XD laser measurement for rapid machine tool error assessment.



# Vector Sensor



## Vector Sensor

- Предоставляет высокоточные 2D GPS данные курса (курс и килевой или бортовой наклон) с точностью лучше, чем 0,1 градуса при разнесении антенн в 2 метра.
- Производит расчет высокоточных данных курса с частотой до 10 Гц и данных позиционирования с частотой до 5 Гц.
- Имеет встроенный демодулятор системы повышения точности SBAS для дифференциального позиционирования.
- Модификация Vector Sensor Pro имеет возможность приема дифференциальных поправок от радиомаяка.
- Светодиодный дисплей на лицевой панели обеспечивает индикацию состояния системы.
- При разнесении антенн в 0,5 метра определение курса происходит не позднее 20 с после начального определения координат.
- Двойной RS 232 серийный порт обеспечивает гибкое конфигурирование обмена данных.
- Высокоэффективный, профессиональный GPS компас.



Сделано в России CSI Wireless

Москва, 119021, Россия. Тел: +7 (495) 708-36-55

Факс: +7 (495) 708-35-22

E-mail: [commercial@svarog.ru](mailto:commercial@svarog.ru)

Сайт: [www.csi-wireless.ru](http://www.csi-wireless.ru)

  
**csi wireless**  
[www.csi-wireless.com](http://www.csi-wireless.com)



# ЦИФРОВЫЕ КАМЕРЫ ДЛЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

**С.В. Олейник** (НПП «Геосистема», Винница, Украина)

В 1991 г. окончил Винницкий политехнический институт (Украина) по специальности «автоматика и информационно-измерительная техника». После окончания института работал в ПО «Аэрогеоприбор» (Винница). С 1994 г. работает в НПП «Геосистема», в настоящее время — заместитель директора.

**В.Б. Гайда** (НПП «Геосистема», Винница, Украина)

В 1981 г. окончил Винницкий политехнический институт (Украина) по специальности «радиотехника». После окончания института работал в Винницком политехническом институте. С 1994 г. работает в НПП «Геосистема», в настоящее время — начальник конструкторского бюро.

## ▼ История появления полноформатных цифровых камер

Первые полноформатные цифровые камеры для аэро съемки были представлены на XIX Международном фотограмметрическом конгрессе в Амстердаме летом 2000 г. фирмами Zeiss/Intergraph Imaging (Германия/США) и Leica Geosystems (Швейцария/США). Продукция двух ведущих конкурирующих компаний довольно сильно отличалась по принципу действия. Камера **DMC** фирмы Z/I Imaging была построена на матричных светочувствительных датчиках, а поскольку одна ПЗС-матрица не обеспечивала достаточного разрешения, то пришлось применить несколько датчиков, из которых формировался единый кадр. Такие камеры принято называть кадровыми.

Leica Geosystems при создании камеры **ADS40** пошла другим путем, применив сканирующий принцип (push-broom), который к тому времени уже широко использовался в системах ДЗЗ из космоса, таких как SPOT, LANDSAT, IKONOS и др. Его суть состоит в том, что вместо матричного датчика используется линейный, дающий изображение узкой полосы местности поперек направления полета. Полное изображение в такой

камере формируется непрерывной полосой за счет движения носителя: самолета или спутника. Для создания стереоскопического изображения в **ADS40** используются три независимых канала, снимающие местность под разными углами по ходу движения самолета.

На следующем фотограмметрическом конгрессе, проходившем в Стамбуле в 2004 г., были продемонстрированы еще две новые разработки. Цифровая камера **UltraCam**, представленная фирмой Vexcel Imaging (Австрия/США), как и **DMC**, была построена на комбинации ПЗС-матриц. В цифровой камере **3-DAS**, разработанной НПП «Геосистема» (Geosystem, Украина) совместно с компанией Wehrlé and Associates (США), был использован сканирующий принцип, ранее примененный в камере **ADS40**.

## ▼ Цифровые камеры против аналоговых

В отличие от бытового фотографиярования, где цифровые камеры в последнее время окончательно вытеснили пленочные, в области аэрофото съемки пока все не настолько однозначно. Наиболее широко распространенная в настоящее время гибридная технология съемки на пленку с последую-

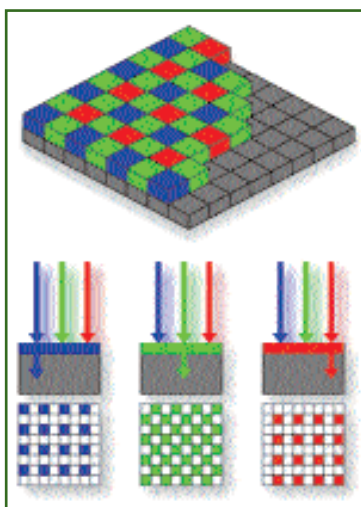
щим сканированием обеспечивает впечатляющие точность и разрешение. Возьмем за основу традиционный снимок формата 230x230 мм (поскольку старые советские камеры формата 180x180 мм давно морально устарели и уже не используются). Отсканировав его на фотограмметрическом сканере с типовым разрешением 16 микрон, получаем цифровое изображение размером 14 375x14 375 пикселей, что составляет более 200 мегапикселей. Даже с учетом того, что реальная рабочая зона фотоснимка несколько меньше, все равно получим порядка 180 мегапикселей. А если учесть, что современные фотосканеры способны обеспечить разрешение в единицы микрон, то эта цифра может вырасти еще на порядок. Справедливости ради все же нужно отметить, что собственная разрешающая способность пленки (особенно цветной) часто оказывается ниже возможностей сканеров. Исходя из этого, в реальных фотограмметрических проектах крайне редко применяют сканирование с пикселем менее 10 микрон.

Учитывая то, что разрешающая способность серийно выпускаемых ПЗС-матриц едва достигает 40 мегапикселей, становится понятно, что разработчикам



цифровых аэрофотокамер приходится применять довольно сложные технические решения, чтобы достигнуть разрешения, соизмеримого с пленочным. Добавим сюда еще такой, не слишком известный неспециалистам факт, что разрешение, указываемое для цветных матриц, на самом деле монохромное, а цветное изображение на выходе получается в результате интерполяции по методу Байера. Структура типовой цветной матрицы представлена на рис. 1. Поверх исходных светочувствительных ячеек, которые изначально не являются цветными, поскольку восприимчивы к любому цвету, в шахматном порядке наносятся светофильтры трех основных цветов. Таким образом, каждый пиксель определяет яркость лишь «своего» цветового канала, и после пересчета в «полноценное» цветное изображение его общее геометрическое разрешение падает примерно в два раза.

Для решения этой проблемы производители кадровых цифровых камер не используют цветные датчики, а формируют цветное изображение из комбинации четырех монохромных матриц, каждая из которых имеет нужный светофильтр (синий, зеленый, красный и инфракрасный).



**Рис. 1**  
Структура цветной ПЗС-матрицы

В настоящий момент разрешение лучших цифровых камер превосходит 100 мегапикселей. Но поскольку прогресс не стоит на месте, ясно, что в течение ближайшего десятилетия цифровая технология аэросъемки догонит пленочную по разрешающей способности. Тем более, что по остальным параметрам ее преимущества очевидны. К ним относятся: более высокая оперативность выполнения работ за счет исключения процесса проявления и сканирования; более высокое радиометрическое разрешение, которое благотворно сказывается на визуальном качестве изображения; отсутствие затрат на дорогостоящие расходные материалы. Возможность одновременной съемки не только в видимом, но и в ближнем инфракрасном диапазоне также является преимуществом, особенно важным для целей ДЗЗ.

#### ▼ Кадр или сканирование

Итак, конструктивно цифровые камеры разделяются на две основные группы: кадровые и сканирующие. Кадровые камеры, в свою очередь, можно разделить на среднеформатные, состоящие из одной цветной ПЗС-матрицы и имеющие разрешение в 20–40 мегапикселей, и полноформатные, представленные моделями Z/I Imaging **DMC** и Vexcel **UltraCam**. Примером сканирующих камер, которые еще иногда называют трилинейными (trilinear), являются модели Leica Geosystems **ADS40** и Wehrli/Geosystem **3-DAS**.

Из того, что различные камеры относятся к одной группе, вовсе не следует, что они устроены совершенно одинаково, поскольку каждый производитель использует собственные подходы и оригинальные технические решения. Тем не менее, между кадровыми и сканирующими камерами существует ряд принципиальных отличий, которые практически не зависят от кон-

кретной модели и производителя. Рассмотрим наиболее существенные из них.

**Геометрия получаемых изображений.** Под геометрией в данном случае подразумевается не столько точность, которая при средних масштабах съемки примерно одинаковая у обеих групп, сколько геометрические соотношения, устанавливающие взаимосвязь между отдельными элементами изображения (пикселями).

Кадровые камеры, дающие на выходе стандартные снимки центральной проекции, в этом случае имеют определенное преимущество. Снимок кадровой камеры не отличается от аналогового снимка после сканирования. Следовательно, для обработки таких снимков можно с успехом применять практически любое существующее программное обеспечение (при условии, что оно поддерживает нужный графический формат). Да и технология мало отличается от традиционной. Единственными особенностями является отсутствие этапа внутреннего ориентирования снимков и неквадратный кадр, примерно соответствующий аналоговому снимку размером 150x230 мм.

Сканирующие камеры дают на выходе изображение, которое является снимком центральной проекции только по одной оси (поперек направления полета, где «работает» объектив). Вдоль оси полета изображение имеет плановую проекцию. Эта особенность является, с одной стороны, недостатком, поскольку требует для фотограмметрической обработки специально адаптированного программного обеспечения. С другой стороны, за счет плановой проекции вдоль направления полета изображение оказывается максимально близким к истинному ортофото (true ortho). А так как маршрут записывается в виде единого сним-



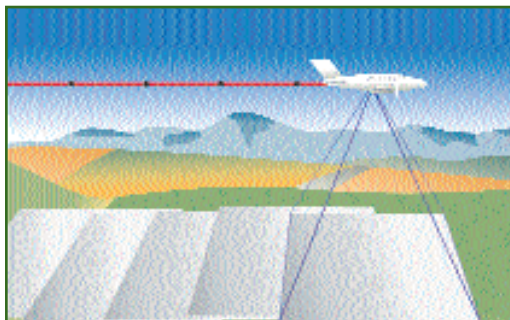


Рис. 2

Стереоскопическое покрытие кадровой камеры



Рис. 3

Стереоскопическое покрытие сканирующей камеры

ка, процесс триангуляции для таких изображений значительно упрощается, а часто может быть и вовсе исключен.

**Стереоскопическое покрытие.** Для кадровых камер стереоскопическое покрытие вдоль маршрута образуется за счет продольного перекрытия снимков, также как для пленочных камер (рис. 2). Таким образом, при стандартном продольном перекрытии 60% обеспечивается полное двойное перекрытие, достаточное для стереоскопической обработки, и частичное тройное перекрытие.

Сканирующие камеры несколько выигрывают по этому показателю, стандартно обеспечивая тройное перекрытие на снимаемой территории. Напомним, что сканирующая камера состоит из трех независимых каналов. Один из них (forward) «смотрит» вперед, сканируя местность спереди по ходу движения самолета, другой (backward) наклонен назад и сканирует местность сзади, а третий (nadir),

являющийся основным, снимает местность непосредственно под самолетом (рис. 3). Таким образом, каждая точка местности в процессе движения оказывается снятой тремя камерами.

На первый взгляд, полное тройное перекрытие является избыточным, поскольку двойного вполне достаточно для построения стереоскопического изображения. Однако тройное перекрытие все же позволяет серьезно повысить степень автоматизации при создании цифровых моделей рельефа (ЦМР). За счет сравнения матриц высот, построенных автоматически при помощи корреляции, по стереопарам изображений из разных каналов программным путем можно отбраковать недостоверные измерения и тем самым повысить точность и надежность результата. Практический опыт автоматического построения ЦМР по стереопаре обычных снимков показывает, что для ее проверки и исправления зачастую требуется почти столько же времени, сколько для создания вручную (при крупномасштабной съемке застроенных территорий).

**Радиометрическое качество получаемых изображений.** Практически все рассматриваемые камеры обеспечивают радиометрическое разрешение более 12 бит, однако сканирующие системы имеют некоторое преимущество по уровню шумов. Оно достигается за счет того, что динамический диапазон (отношение полезного сигнала к шуму) у ПЗС-линеек, как правило, в 2–3 раза выше, чем у ПЗС-матриц. В связи с этим имеется некоторое несоответствие в спецификациях разных производителей. Некоторые из них указывают реальный динамический диапазон или эффективное количество разрядов. Другие, вместо этого, указывают разрядность аналого-цифровых преобразователей (АЦП), кото-

рая может достигать 16 бит, но поскольку датчик «не вытягивает» такого динамического диапазона, то младшие разряды, по сути, заполняются случайным шумом, не несущим никакой информации об изображении местности.

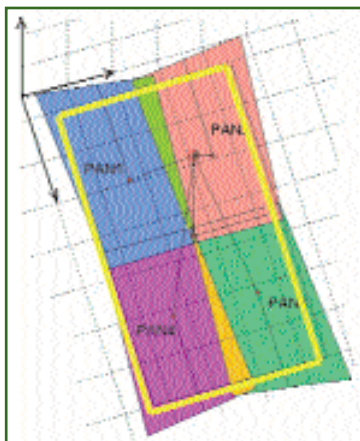
Кроме преимущества по уровню шумов, сканирующие системы создают истинное цветное изображение с максимальным разрешением, в то время как кадровые создают синтезированное изображение, накладывая цветной снимок низкого разрешения на монохромный (черно-белый) снимок высокого разрешения (технология *pan-sharpening*).

**Геометрическая точность.** Строгое сравнение характеристик точности цифровых камер требует серьезного исследования, включающего многократные тестовые съемки полигонов с анализом и обработкой результатов. Поэтому мы остановимся на общих соображениях относительно потенциальной точности различных типов камер.

Что касается кадровых камер, то технологический процесс производства ПЗС-матриц обеспечивает микронную точность их изготовления, гарантируя тем самым жесткую геометрическую связь между элементами изображения. Методы изготовления объективов с малой дисторсией и математический аппарат учета поправок за дисторсию также хорошо отработаны. Тонким моментом в плане точности является только стыковка изображений с разных ПЗС-матриц. Как уже было сказано, полноформатные камеры создают выходной кадр, «сшивая» изображения, снятые несколькими датчиками.

Например, в камере Z/I Imaging DMC составное изображение размером 13 824x7680 пикселей формируется пересчетом из четырех монохром-





**Рис. 4**  
Схема составного кадра в DMC

ных матриц (PAN1–PAN4), имеющих по 7000x4000 пикселей каждая. Матрицы наклонены таким образом, чтобы обеспечить перекрытие снимаемых участков, как показано на рис. 4. Дополнительно площадь составного кадра снимается четырьмя матрицами более низкого разрешения (3000x2000 пикселей), каждая из которых имеет соответствующий светофильтр (синий, зеленый, красный и инфракрасный). Эти матрицы расположены так, что снимают практически одну и ту же площадь, формируя единый цветной (мультиспектральный) кадр. В результате совмещения полученного цветного изображения низкого разрешения (2000x3000) и монохромного изображения высокого разрешения (7680x13824) получается выходное цветное изображение с разрешением более 100 мегапикселей.

В камере Vexcel **UltraCam** используется похожий принцип, но монохромное изображение высокого разрешения «сшивается» уже из девяти матриц. Цветное изображение низкого разрешения, как и в **DMC**, получается при помощи четырех дополнительных матриц со светофильтрами. В итоге формируется цветной кадр размером 11 500x7500 (86 мегапикселей).

Как видно, для повышения

разрешения кадровые камеры синтезируют выходное изображение из нескольких датчиков, используя при этом множество объективов с разным фокусом и механическими затворами. По этой причине различные фрагменты снимаются не строго в один и тот же момент времени и не из одного и того же центра проектирования, что также должно учитываться при создании составного кадра.

По-видимому, эти проблемы успешно решены производителями, поскольку они заявляют о достигнутой внутренней точности составного изображения не хуже  $\pm 2$  мкм (СКО). При размере элемента матрицы 9–12 микрон такой точности более чем достаточно. Тем не менее, очевидно, что эта точность относится только к положению контуров, но не гарантирует цветового совмещения. Практически на всех доступных нам снимках полноформатных кадровых камер имеются несовпадения цветов, ореолы и другие цветовые артефакты размером в несколько пикселей (рис. 5 и 6).

Рассмотрим теперь сканирующие камеры, для которых задача достижения необходимой точности является еще более нетривиальной. Как и в случае с матрицами, высокая геометрическая точность ПЗС-линеек гарантирована технологией их изготовления. Однако, если кадровые камеры «сшивают» изображение из десятка прямоугольных фрагментов, то в сканирующей камере каждая строка изображения имеет собственные элементы внешнего ориентирования. За счет движения самолета каждая новая полоса местности снимается из другого центра проектирования. И, в отличие от космических аппаратов, имеющих гладкую прогнозируемую траекторию, постоянные механические возмущения самолета в полете приводят к тому, что каждая по-

лоса имеет еще и собственный угол наклона. Если в кадровых камерах проблема определения элементов внешнего ориентирования снимков блока давно и успешно решается методом фототриангуляции, то определить подобным образом элементы ориентирования для каждой из десятков тысяч строк сканерного изображения не представляется возможным.

Итак, мы подошли, пожалуй, к основному слабому месту сканирующих систем. Обязательным компонентом при их использовании для метрических целей является система определения пространственных координат в режиме реального времени (direct geo-referencing —



**Рис. 5**  
Цветовые артефакты (DMC)



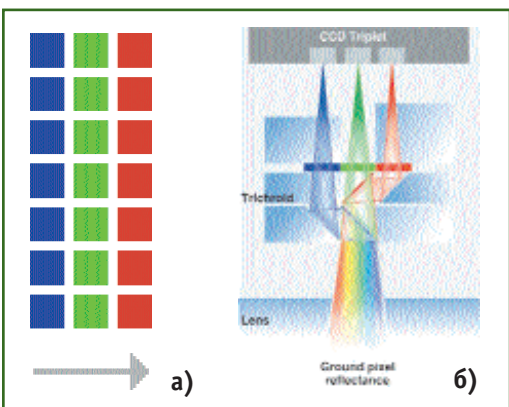
**Рис. 6**  
Несовпадения цветов (UltraCam, спектрозональная съемка)



**Рис. 7**  
Исходное «сырое» изображение,  
снятое сканирующей камерой 3-DAS



**Рис. 8**  
Геометрически исправленное  
ректифицированное изображение



**Рис. 9**  
Реализация полноценного цветного  
изображения: а) 3-DAS; б) ADS40

прямое геопозиционирование) на базе интегрированной инерциальной и спутниковой систем GPS/IMU (см. Геопрофи. — 2005. — № 3–6. — *Прим. ред.*). Совместная обработка спутниковых измерений и данных инерциальной системы позволяет воссоздать точную траекторию движения самолета и определить абсолютные углы наклона в каждый момент времени полета, не реже чем 200 раз в секунду, а синхронизация во время полета измерений сканирующей камеры с данными GPS/IMU позволяет получить готовые элементы внешнего ориентирования для каждой снятой строки изображения. Эти данные затем используются в программном обеспечении камеры для пересчета (ректификации) исходных данных и создания геометрически точного изображения, как показано на рис. 7 и 8.

Из вышеизложенного ясно, что точность любой сканирующей камеры (также как и лазерного сканера) практически полностью зависит от параметров используемой системы определения пространственных координат. Подобные системы выпускаются несколькими производителями. Рассмотрим в качестве примера систему **POS AV 610**, предлагаемую компанией Applanix (Канада). Паспортная точность определения углов тангажа и крена («альфа» и «омега») для **POS AV 610** составляет 0,0025 градуса, а точность определения направления курса («каппа») — 0,005 градуса. Пересчитав эти угловые ошибки в смещение на местности применительно к сканирующей камере **3-DAS**, имеющей фокусное расстояние 110 мм, получим для масштаба съемки 1:10 000 (высота 1100 м, ширина полосы 720 м) суммарную погрешность определения координат 0,08 м. Типовая погрешность определения координат центров проектирования

с помощью приемников GPS для **POS AV** лежит в пределах 0,15 м. Таким образом, системой обеспечивается суммарная погрешность определения координат местности, не превышающая 0,20 м. Это вполне приемлемо для данного масштаба съемки, особенно учитывая, что такая точность обеспечивается без использования наземных опорных точек. Выполнив ориентирование полученных изображений по опорным точкам, точность определения координат местности можно повысить. Поскольку **3-DAS** использует линейный датчик с размером элемента 9 микрон, то разрешение на местности при таком масштабе съемки составит 0,09 м.

Как уже упоминалось, сканирующие камеры обеспечивают полноценное цветное (True RGB) разрешение. В **3-DAS** это реализовано при помощи цветного линейного датчика, физически состоящего из трех рядов светочувствительных элементов с нанесенными светофильтрами основных цветов (рис. 9а). В камере **ADS40** та же задача решается при помощи трех монохромных датчиков и разложения входящего светового потока на составляющие при помощи специальной призмы (рис. 9б). Последний подход, хотя и является технически более сложным и приводит к дополнительной потере освещенности, все же гарантирует лучшее совмещение цветов, поскольку каждая точка местности снимается тремя цветовыми каналами одновременно.

В случае с **3-DAS**, использование цветных ПСЗ-матриц упрощает систему и позволяет получить цветное изображение для трех каналов (в **ADS40** цветным является только надирный канал). Однако здесь также кроется и недостаток. Поскольку RGB-каналы датчика физически разнесены на некоторое расстояние (108 микрон),



то одна и та же точка местности сканируется не строго одновременно. Поэтому на совмещение цветов оказывает влияние конечная точность определения элементов ориентирования, что приводит к цветовым окантовкам на контрастных контурах, которые, правда, становятся заметны лишь при значительном увеличении (рис. 10).

Подводя некоторый итог в сравнении характеристик точности кадровых и сканирующих камер, хочется отметить, что последние слабо применимы для создания крупномасштабных ортофотопланов, когда необходимо обеспечить точность определения координат 0,10 м и выше. По заявлениям производителей кадровых камер, для них всегда можно подобрать масштаб съемки, обеспечивающий точность вплоть до 0,05 м. В ска-

нирующей камере это зачастую оказывается недостижимым из-за принципиальной невозможности применения системы компенсации сдвига. При стандартной скорости самолета 250–300 км/ч (АН-30/L-410) и типовой выдержке 1/500, смещение самолета за время экспозиции (смаз) составляет 0,15 м, что довольно критично при разрешении на местности 0,10 м и выше. Правда, использование для съемки менее скоростного АН-2 (160–180 км/ч) или вертолета позволяет обойти эту проблему.

Однако в общем случае можно говорить о том, что камеры со сканирующей системой получения изображения наиболее эффективны, когда требуется точность 0,15–0,6 м. Эти камеры прекрасно подходят для оперативного создания ортофотопланов масштаба 1:2000 и в качест-



**Рис. 10**  
Цветовые окантовки, заметные на изображении камеры 3-DAS

ве более дешевой альтернативы по сравнению с данными космической съемки. Для создания инженерных планов в векторном виде масштабов 1:1000–1:500 предпочтитель-

**Технические характеристики цифровых камер (по материалам Earth Imaging Journal)**

Производитель	Z/I Imaging	Vexcel Imaging	Leica Geosystems	НПП «Геосистема»
Модель	DMC	UltraCam D	ADS40	3-DAS-1
Размер изображения, пиксель	13 824x7680	11 500x7500	12 000 x любое	8000 x любое
Ширина полосы захвата при разрешении на местности 0,2 м, м	2765	2300	2400	1600
Размер ПЗС-матрицы (ПЗС-линейки), пиксель / количество датчиков / тип изображения	7000x4000 / 4 / монохромный 3000x2000 / 4 / мультиспектральный	3680x2400 / 9 / монохромный 3680x2400 / 4 / мультиспектральный	12 000 / 3 / монохромный 8000 / 4 / мультиспектральный	8000xRGB / 3 / мультиспектральный
Размер пикселя, мкм	12	9	6,5	9
Радиометрическое разрешение (разрядность АЦП), бит	12	14	16	14
Минимальный интервал съемки, с	2,1	1	800 строк/с	750 строк/с
Угловое поле зрения, °	74x44	55x37	64	36
Необходимость наличия GPS/IMU	Желательно	Желательно	Обязательно	Обязательно
Ориентировочная стоимость, дол.	>1 000 000	700 000	>1 000 000	250 000



нее использовать кадровые камеры.

Основные технические характеристики рассмотренных моделей камер приведены в таблице.

Кроме блока камеры в комплект обычно входит специализированный компьютер для управления камерой в полете и хранения снятой информации, а также гиросtabilизирующая платформа для компенсации сдвига и минимизации углов наклона/разворота. Камера и гиросtabilизирующая платформа имеют интерфейсы для подключения различных типов GPS/IMU-систем, выпускаемых компаниями Applanix (**POS AV**), Leica Geosystems (**IPAS**), IGI (**CCNS4/Aerocontrol**) и другими.

Еще одним важным компонентом является программно-аппаратная система управления полетом (flight management system), которая обеспечивает планирование и прокладку маршрутов при подготовке залета. В процессе полета на отдельном мониторе, установленном в кабине пилота, выдается текущее местоположение и отклонение от заданной траектории. Система управления полетом также подает кадровым камерам сигнал на съемку каждого кадра, а сканирующим — сигналы начала или конца съемки каждого маршрута.

#### ▼ Перспективы

Рынок цифровых камер динамично развивается и в последнее время пополнился новыми разработками. К ним относятся: сканирующая камера **JAS150** компании Jena-Optronik (Германия) и полноформатная цифровая камера от DIMAC Systems (Люксембург). Компания Vexcel Imaging, приобретенная в 2006 г. корпорацией Microsoft, недавно анонсировала свою последнюю разработку — камеру **UltraCam X**, которая станет доступна в конце 2006 г. и обеспечивает разрешение 14 430x9420

# ГЕОСИСТЕМА

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ



**«ДЕЛЬТА»**  
Цифровая фотограмметрическая станция

**Полный цикл обработки аэросъемки и спутниковых снимков**

**Высокое разрешение и точность сканирования в автоматическом режиме**



**«ДЕЛЬТАСКАН»**  
Цветной фотограмметрический сканер



**«ПЛАНСКАН»**  
Планшетный картографический сканер

**Специально разработан для планшетов на любых носителях**

**Полная цифровая технология аэросъемки и обработки**



**«3-DAS»**  
Цифровая камера для аэросъемки

**ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ И КАРТОГРАФИИ**



Украина, г. Винница, 21027, ул. 600-летия 25, факс: +38 0432 52-30-43  
e-mail: info@vingeo.com, http://www.vingeo.com

пикселей (см. Геопрофи. — 2006. — № 3. — С. 24. — *Прим. ред.*). Тандем Wehrli/Geosystem в начале 2006 г. завершил создание модификации камеры **3-DAS**, предназначенной для наклонной съемки. Модель, получившая название **3-OC-1**, имеет углы наклона переднего и заднего каналов 45° (вместо 26° и 16° у **3-DAS**) и предназначена для приложений по созданию реалистичных трехмерных моделей городов. Также заканчивается разработка одноканальной сканирующей камеры для

использования совместно с лазерным сканером. Такая камера, имеющая достаточно привлекательную стоимость, станет более конкурентным решением для создания ортофотопланов практически в режиме реального времени.

#### RESUME

A survey of digital cameras for aerial surveying is introduced together with the history of their origin and evolution. The main design feature, performance and application fields are also given.



# О БУДУЩЕМ ЦИФРОВОЙ АЭРОФОТОТОПОГРАФИИ В РОССИИ\*

Е.М. Медведев («ГеоЛИДАР»)

В 1986 г. окончил Московский энергетический институт. С 1986 по 1997 г. работал инженером, старшим инженером, ведущим инженером, начальником сектора ГосНИИ Авиационных систем. С 1997 по 2002 г. — руководитель группы дистанционного зондирования, руководитель группы научно-исследовательских работ ЗАО «Оптэн Лимитед». С 2002 г. работает в Компании «Геокосмос» директором по научной работе. С 2005 г. — генеральный директор компании «ГеоЛИДАР». Кандидат технических наук.

В предыдущих публикациях уже неоднократно указывалось, что среди различных технологических тенденций развития цифровой аэрофотосъемочной техники основным критерием является выбор типа аэрофотокамеры: кадровая камера или линейный сканер.

Термин «линейный сканер» нравится не всем, и многие утверждают, что этот термин неверно отражает суть приборов данного типа. Без всякого желания кого-либо обидеть, автор, тем не менее, будет пользоваться именно этим термином, просто по привычке.

Производители, как правило, ориентируются только на один из двух указанных типов. Современные технологии разработки и создания цифровых метрических аэрофотоаппаратов слишком сложны и ресурсозатратны, чтобы позволить себе «роскошь» поддерживать сразу две концепции. А в том, что две главные схемы исполнения современных цифровых аэрофотоаппаратов отличаются именно концептуально, читателю предстоит убедиться в ходе дальнейшего изложения. Эти различия касаются не только принципов построения оптических и электронных компонентов приборов, но и в целом идеологии их использования, включая полевые, аэрофотосъемочные, фотограмметрические и камеральные работы.

Концептуальные различия на техническом уровне вылились в

существенные расхождения рыночных концепций, стратегий продвижения и поддержки разработок, реализуемых компаниями-производителями. Некоторые говорят даже о возникновении «рыночных войн», например, между Leica Geosystems (Швейцария) и Z/I Imaging (Германия/США), которые в российских условиях, как всегда, отличаются особой ожесточенностью и риторической необузданностью, что вызывает справедливое желание разобраться и поставить точку в затянувшемся споре. Жаль, но сделать этого никак нельзя. Вот проанализировать серьезные аргументы «за» и «против» с обеих сторон можно.

Условимся, что в нынешней статье автор, следуя своему профессиональному долгу, будет изыскивать аргументы в пользу систем кадрового типа и против линейных сканеров, по нескольким причинам.

Первая. Аэрофотоаппараты кадрового типа просто любезны сердцу автора. А сердцу, как известно, не прикажешь.

Вторая. Аэрофотосъемочные линейные сканеры производятся и активно пропагандируются в России и мире рядом серьезных компаний, но, прежде всего, такой уважаемой как Leica Geosystems. Эта пропаганда ведется активно и с высочайшим профессионализмом, как и все, что делает эта компания. Но кто же, наконец, должен заступиться за системы кадрового ти-

па? Я попытаюсь сделать это в настоящей статье.

Третья. При необходимости, мои оппоненты всегда смогут возразить со страниц журнала «Геопрофи» с еще большим, чем у меня, красноречием.

Итак, настолько ли хороши линейные сканеры? Вслушаемся в аргументы их сторонников:

— технология фотографических линейных сканеров первоначально была разработана для установки на космических аппаратах и лишь потом «адаптирована» для аэросъемочных целей. Именно по этому принципу работают большинство спутников ДЗЗ. Т. е. линейные сканеры — это «снизошедшая» на землю космическая технология;

— эта технология обеспечивает исключительно высокое качество цветопередачи за счет отсутствия различий в разрешающей способности «цветных» и панхроматических приемников;

— линейные сканеры «сильней» матричных по соотношению сигнал/шум. Результаты съемки, полученные с помощью сканеров, имеют более широкий фотометрический динамический диапазон;

— приборы, работающие по принципу линейного сканирования, обеспечивают формирование непрерывных «полос» данных, получаемых практически при постоянном угле визирования. В отличие от систем кадрового типа, в линейных сканерах не наблюдается «скачка ракур-

\* Окончание. Начало в № 1, 2, 3-2006.

са» от снимка к снимку. Вместе с тем, за счет использования нескольких линеек, ориентированных под различными продольными углами к надиру, имеется возможность как стереоскопического наблюдения данных, так и проведения практически всех видов стереофотограмметрической обработки, в том числе, развития фототриангуляционных сетей.

Что тут можно сказать? Под напором неопровержимых улик приходится признать, что перечисленные выше доводы — правда, одна лишь правда, ничего кроме правды, но... не вся правда. И поэтому расхожий тезис о том, что линейные сканеры в фотограмметрическом отношении ничем не уступают кадровым камерам, а по ряду позиций их превосходят, может и должен быть оспорен. Этим мы сейчас и займемся.

Я неоднократно убеждался, что фотограмметрический аспект использования линейных сканеров многими понимается не вполне корректно, а то и просто неверно. Поэтому хотелось бы начать не с критики приборов этого типа, а с разъяснения принципов их работы.

Часто приходится слышать, что линейные фотографические сканеры, в частности, ADS40 компании Leica Geosystems, значительно уступают кадровым аэро-

фотоаппаратам, причем как цифровым, так и аналоговым, в результирующей фотограмметрической точности, ибо в линейных сканерах для пространственной привязки данных используются системы GPS/IMU (например, для ADS-40 POS/AV компании Applanix), которые заведомо обеспечивают меньшую точность, чем классические фотограмметрические процедуры формирования и уравнивания блоков (маршрутов) аэрофотоснимков. Подобные утверждения основаны на предположении, что упомянутые фотограмметрические процедуры просто неприменимы к данным линейных сканеров, так как в сознании многих центральное понятие фотограмметрии — связка лучей, прочно ассоциируется с кадром. Раз нет кадра, значит, нет и связки, и всего остального.

Это совершенно не так: подобные утверждения — не более чем недоразумение. В данном случае, несмотря на свои пристрастия, автору ничего не остается, как встать на защиту ADS40 и всех ему подобных.

Использование технологии прямого геопозиционирования, т. е. систем GPS/IMU в качестве окончательного средства пространственной привязки съемочных данных, есть атрибут средств лазерной локации или аэросъемочных лидаров (более подробно о лазерной локации см. Геопрофи. — 2003. — № 4–6 и 2004. — № 1; о системах прямого геопозиционирования см. Геопрофи. — 2005. — № 6). В линейных фотографических сканерах системы GPS/IMU имеются и действительно используются для пространственной привязки аэросъемочных данных. Однако такая пространственная привязка является во многом предварительной, «пристрелочной», а вовсе не окончательной, как в случае с лазерной локацией. Кроме того, системы GPS/IMU непременно используются и в серьезных цифровых, да и в аналоговых аэрофотоаппаратах кадрового

типа, в том числе и в двух главных конкурирующих с ADS40 аэрофотокамерах — DMC (Z/I Imaging) и UltraCam X (Vexcel Imaging). Причем, в DMC используется тот же самый POS/AV 610, а в UltraCam X заказчик имеет возможность выбора между POS/AV и системой AeroCONTROL (IGI). Параметры внешнего ориентирования, определяемые с помощью систем GPS/IMU, используются только в качестве начального приближения. Окончательные (точные) значения этих параметров определяются с использованием фотограмметрических процедур, как и при традиционном подходе, хотя, конечно, значительно быстрее и достовернее — с использованием априорной информации, чем без нее. Следует отметить, что поддержку режима учета априорных данных по элементам внешнего ориентирования, поставляемых системами GPS/IMU, предоставляют практически все фотограмметрические программные комплексы. Роль GPS/IMU-данных в технологии линейных фотографических сканеров, конечно же, значительней, чем применительно к традиционным кадровым системам. Ведь именно эти данные позволяют «собрать» воедино отдельные строки изображения, приведя их к виду, пригодному для визуального анализа. Однако было бы совершенно неверно утверждать, что такая форма определения пространственных координат является окончательной. Она обязательно уточняется на последующих этапах обработки. А что касается жестких связей проецирующих лучей, то они существуют как в кадровых камерах, так и в линейных сканерах, хотя в последнем случае не столь явно и все же с некоторой помощью со стороны систем GPS/IMU.

Ниже приведены некоторые рассуждения интуитивного порядка, помогающие осмыслить этот нетривиальный факт. Обратимся к простейшей схеме линейного фотографического сканера,

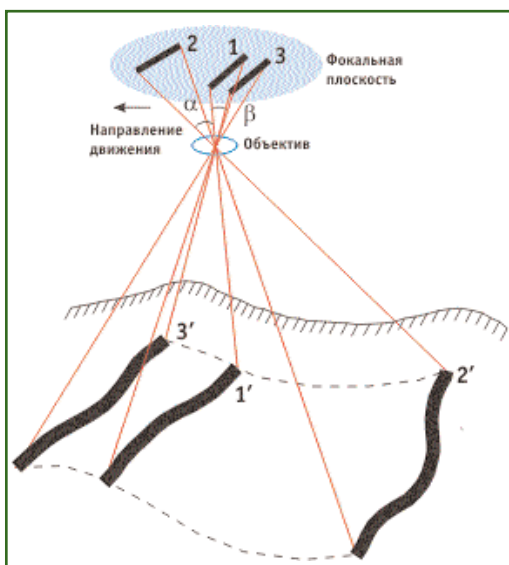


Рис. 1  
Схема работы линейного сканера



предполагающего возможность выполнения полноценной фотограмметрической обработки.

На рис. 1 изображен линейный сканер с тремя ПЗС-линейками, расположенными, естественно, в фокальной плоскости объектива и обозначенными как 1, 2, 3. Соответственно, проекция (след) датчиков на поверхности сцены (земной поверхности) обозначены как 1', 2', 3'. Каждый след, получаемый одновременно, соответствует одной линии сканирования. Частота сканирования (съемка информации с линейки) достаточно высока и, например, в ADS40 может составлять 800 Гц. Каждая ПЗС-линейка линейного сканера формирует непрерывное изображение сцены (полосу). Для примера, изображенного на рис. 1, будем иметь три полосы.

Попутно отметим, что для выполнения равенства продольного и поперечного разрешения необходимо согласованно выбрать значения частоты сканирования  $F$ , высоты съемки  $H$  и скорости движения носителя  $V$ . Но это детали. Главное же состоит в следующем:

— в каждый конкретный момент времени линейный сканер выполняет проецирование поверхности сцены на фокальную (картинную) плоскость оптической системы сканера, причем строго подчиняясь закону центральной проекции;

— взаимное пространственное и угловое положение линейных сканеров в фокальной плоскости известно абсолютно точно и неизменно, т. е. его можно считать таковым для целей настоящего исследования. Иными словами, вполне корректно говорить, что для линейного сканера также как и для фотоаппарата кадрового типа определены все те же шесть элементов внутреннего ориентирования (по крайней мере, шесть, а может быть и больше).

Вообще, в части геометрии приемника, различия между кадровыми и линейными системами

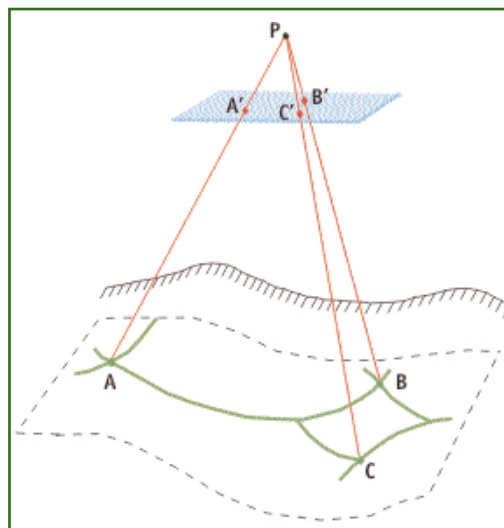
не так уж и велики. Действительно, в рассматриваемом нами примере используются три ПЗС-линейки, расположенные в фокальной плоскости объектива. Ничто не мешает нам трактовать их как часть матричного (кадрового) приемника, из которого удалены все строчки, за исключением именно этих трех. Такая трактовка может показаться кому-то примитивной, но она верна по сути.

А вот в чем линейные и кадровые системы действительно различаются, так это в принципах формирования изображений:

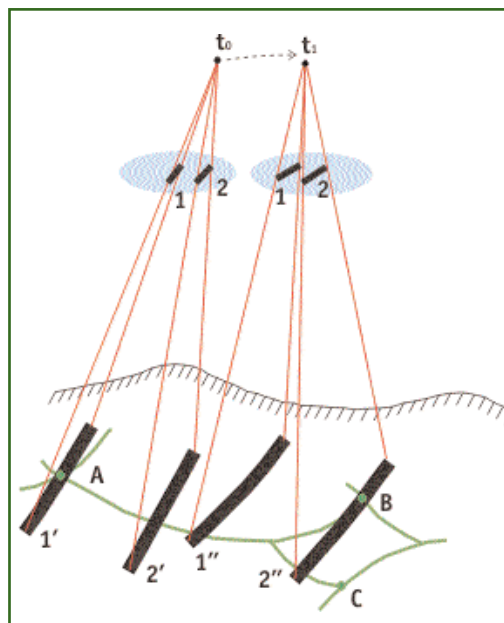
— в кадровой системе каждый аэрофотоснимок представляет собой одномоментный «слепок», полученный из единого центра проекции. Т. е. камеру можно считать неподвижной в течение времени совершения съемки. Строго говоря, это, конечно, не так — носитель продолжает непрерывное движение в течение времени экспозиции, т. е. времени, когда открыт затвор. Но это не меняет существа дела. Кадровую систему в принципе можно считать неподвижной в момент совершения съемки;

— в линейном сканере также формируется изображение земной поверхности, обладающее вполне определенным набором изобразительных и метрических свойств. Как и в случае с кадровыми камерами на таких изображениях можно выделить определенные точечные (контурные) объекты, характеризующиеся вполне конкретными геодезическими координатами. Как и в кадровых системах, такие точки можно и нужно использовать в качестве опознаков или связующих точек при фототриангуляционном развитии съемочной сети.

Следует отметить, что у линейных сканеров изображения этих точек и других объектов **принципиально всегда** получены в разные моменты времени, т. е. с различным положением главной точки и различной ориентацией сканера в системе координат летательного аппарата.



**Рис. 2**  
Формирование изображения кадровой камерой



**Рис. 3**  
Формирование изображения линейным сканером

Обратимся к рис. 2, который соответствует съемке кадровой камерой. Опознаки  $A, B, C$ , т. е. дешифрируемые на аэрофотоснимке точки земной поверхности с определенными геодезическими координатами, всегда позволяют однозначно выполнить абсолютное ориентирование аэрофотоснимка. Т. е. определить пространственные координаты центра проекции  $P_x, P_y, P_z$  и углы ориентации в системе координат камеры  $\varpi, \omega, \xi$  и решить главную

фотограмметрическую задачу. Наличие на борту системы GPS/IMU может в общем случае помочь, так как сообщит априорные значения параметров:  $P'x$ ,  $P'y$ ,  $P'z$ ,  $\omega'$ ,  $\omega'$ ,  $\xi'$ . Наличие априорной информации упростит задачу, но в таких данных нет настоятельной необходимости. При желании можно обойтись и без них.

Иначе обстоит дело с линейными сканерами (рис. 3). Изображения опознаков **A**, **B**, **C** будут гарантированно получены. Причем, весьма вероятно с существенно более высоким, чем в кадровом случае, соотношением сигнал/шум, цветопередачей, контрастом и т. д. Все это я готов признать, хотя и не без борьбы. Но, как не прискорбно, изображения опознаков будут получены не одновременно, а с некоторым временным интервалом, в течение которого аэросъемочная система будет, хотя и под присмотром инерциальной системы, продолжать хаотичное движение.

Приведенные подробные разъяснения принципиальных различий фотограмметрических концепций кадровых и линейных систем не являются открытием автора. Они хорошо известны специалистам по современной аэросъемке. Но важно другое, — разные люди делают из этого факта различные выводы.

Одни, как например профессор Франц Леберл, президент компании Vexcel GmbH, относят эту особенность формирования

изображений к одному из четырех «убийственных аргументов» против линейных сканеров: ни о какой реальной точности фотограмметрических данных, опирающихся на GPS/IMU-данные, говорить невозможно.

Другие специалисты считают, что это совершенно не так: современные системы GPS/IMU настолько точны, что им вполне можно доверять.

Если кого-то интересует мнение автора, то я, несмотря на пристрастие к кадровым системам и глубокое уважение лично к профессору Леберлу, склонен поддержать тех, кто не делает трагедии из существенной зависимости линейных сканеров от GPS и инерциальных данных.

Моя позиция основана, в том числе, и на личном многолетнем опыте использования систем прямого геопозиционирования. В конечном счете, нас интересует, в какой мере связку проецирующих лучей, полученных, как показано выше, неодновременно, можно считать «жесткой», пригодной для фотограмметрических построений и вычислений. Эта проблема иллюстрируется на рис. 4.

Связку проецирующих лучей  $O-A^*-A$  и  $O'-B^*-B$ , полученных линейным сканером в различные моменты времени  $t$  и  $t'$ , можно считать «жесткой», если с достаточной точностью известны параметры взаимного положения и ориентации системы координат сканера, соответственно, в моменты времени  $t$  и  $t'$ .

Так вот, мой внутренний голос подсказывает, что современные системы прямого геопозиционирования GPS/IMU, такие как POS/AV 610 или AeroCONTROL 2, удовлетворяют этому требованию в полной мере. Кроме прочего, в нашу пользу (точнее, в пользу линейных сканеров) работают два обстоятельства: малая величина интервала  $\Delta t = t' - t$  и тот факт, что нас интересует относительная ориентация системы координат  $OXYZ$  и  $O'X'Y'Z'$  друг относительно друга, а не их

абсолютные положения и ориентация в пространстве. Относительная ориентация систем координат на 1–2 порядка выше абсолютной.

Я обещал в начале статьи выступить с критикой линейных фотограмметрических сканеров, а получилось так, что 70% отведенного мне объема статьи потратил на их поддержку. Но это обманчивое впечатление. Дело не в том, что я передумал по ходу написания этой статьи, а в том, что мне просто не хватило места. Что бы там ни говорили, линейные фотограмметрические сканеры — приборы серьезные, заслуживающие уважительного к себе отношения. Предубеждения относительно этих систем нужно развеивать, а не поощрять. А что касается их реальных недостатков, то их тоже достаточно, так что можно себе позволить не приписывать им лишние. Этими недостатками я, с позволения редакции, намерен заняться в следующем номере журнала «Геопрофи».

Думаю, внимательный читатель уже догадался куда я клоню: сторонники концепции линейных сканеров, когда заходит речь об их преимуществах, говорят о чем угодно, но только не о **точности**. Или заявляют, что точность не уступает кадровым системам, не утруждая себя доказательствами. Некоторые даже говорят, что точность в данном случае не главное... С последними спорить трудно, да и, пожалуй, не нужно. А с остальными я готов поспорить в следующем номере журнала.

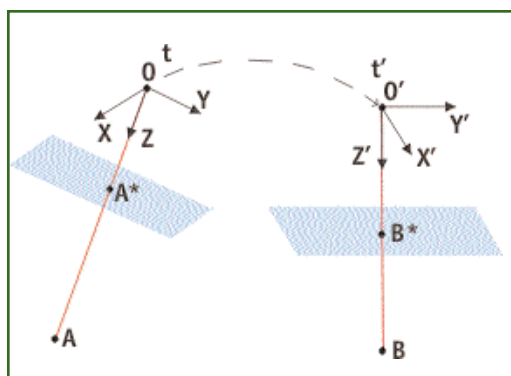


Рис. 4

Связка проекции лучей линейного сканера в моменты времени  $t$  и  $t'$

#### RESUME

Different concepts of the surface image formation technology are considered for the frame and linear scanning aerial photoimaging systems. A role of the direct geopositioning system (of the GPS/IMU type) is defined concerning the both types of the aerial photoimaging systems. The basic approaches to assess the photogrammetric quality of the aerial imaged data are outlined for the both systems.



# ГИС – верный ход

- **топографическое и тематическое картографирование**
- **ГИС для объектов нефтегазового комплекса**
- **мониторинг и навигация**

ООО «ИнжГеоГИС»

350038, г. Краснодар

ул. Головатого, 585, оф. 912

тел. (861) 253-97-90

факс (861) 279-22-82

e-mail: [post@injgeogis.ru](mailto:post@injgeogis.ru)

[www.injgeogis.ru](http://www.injgeogis.ru)





# ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

**С.Н. Черкесов** (НИПИ «ИнжГео», Краснодар)

В 1970 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работал на Краснодарском заводе тензометрических приборов. В 1977 г. окончил Кубанский государственный университет по специальности «географ». Затем работал в КубаньГипроводхоз, СевКавТИСИЗ (1977 г.), Краснодарском архитектурном техникуме (1980 г.), Тюменском институте природных газов (1988 г.), ГСПИ (1988 г.), Геоцентр (1988 г.), ЮЖИМЗ (Краснодар, 1995 г.), Термнефтепроект (Краснодар, 1997 г.). С 2001 г. работает в ЗАО НИПИ «ИнжГео», в настоящее время — директор по проекту «Харьяга–Индига».

Воздушное лазерное сканирование (лазерная локация) является в настоящее время одним из наиболее эффективных и перспективных методов сбора пространственных данных для крупномасштабного топографического картографирования, а также оказывает позитивное влияние на группу смежных прикладных дисциплин — геодезию, фотограмметрию, картографию. Применение лазерного сканирования позволяет выполнять значительно большие объемы работ в меньшие сроки по сравнению с традиционной топографической съемкой.

В 2006 г. НИПИ «ИнжГео» приобрел аэросъемочную систему лазерного картографирования ALTM-3100 производства Ortech, Inc. (Канада) у российского дилера — компании «ГеоЛИДАР». Благодаря помощи специалистов компании «ГеоЛИДАР», квалификации и упорству исполнителей ЗАО НИПИ «ИнжГео» система ALTM-3100 была оперативно освоена и внедрена в производство. Это ознаменовало переход производства инженерно-изыскательских работ на новый уровень.

Съемочный комплекс, используемый компанией «ИнжГео», включает в себя лазерный сканер (сенсор, блок управления), систему прямого геопозиционирования, цифровой фотоаппарат, дисплей пилота, ноутбук,

программное обеспечение для первичной обработки данных (Arplanix POSPac) и для моделирования и создания планов (Altaxis, Microstation (Terra), Autodesk Civil 3D, Erdas Imagine).

Его основными функциональными компонентами являются:

- сканирующий блок (рис. 1), отвечающий за генерацию лазерных импульсов, прием отраженного сигнала, определение наклонной дальности до точки отражения и управление разверткой;

- бортовой навигационный комплекс (рис. 2), позволяющий выполнять совместную обработку данных приемников GPS (GPS/ГЛОНАСС) и инерциальной системы IMU в режиме реального времени, обеспечивая каждое первичное лазерно-локационное измерение полным набором элементов внешнего ориентирования, что дает возможность с использованием значений наклонной дальности и угла сканирова-



**Рис. 2**  
Бортовой измерительный комплекс

ния определить геодезические координаты наземных точек, в которых произошло отражение зондирующих лазерных импульсов;

- сеть наземных базовых станций GPS/ГЛОНАСС, обеспечивающих дифференциальную коррекцию данных бортовых приемников GPS и GPS/ГЛОНАСС.

Программное обеспечение постобработки с использованием зарегистрированных в полете данных, а также информации об атмосферных условиях, характеристиках оборудования и других связанных параметров позволяет сгенерировать наборы XYZ-геодезических координат точек отражения зондирующих лазерных импульсов. При этом для каждой точки регистрируется интенсивность отраженного сигнала.

В совокупности указанные лазерные точки образуют некоторый образ наблюдаемого объек-



**Рис. 1**  
Сканирующий блок, установленный на самолете



та, который принято называть лазерно-локационным изображением или «облаком точек» (рис. 3). Собственно, этим процессом получения «облака точек» с высоким пространственным разрешением система лазерного картографирования и отличается от обычных систем получения изображений.

Лазерно-локационная технология позволяет создавать высокоточные:

- цифровые модели местности (рис. 4) и сложных инженерных объектов;

- цифровые модели рельефа (даже под кронами деревьев);

- орто- и фотоизображения.

Лазерно-локационная система ALTM-3100 обладает следующими преимуществами, которые используются в работе специалистов «ИнжГео»:

- позволяет выполнять работы в ночное время;

- обеспечивает разделение кроны деревьев и поверхности земли за счет фиксации до 4 отражений от одного зондирующего импульса;

- обеспечивает производительность до 1000 км<sup>2</sup> за один рабочий день;

- может использоваться совместно с цифровыми аэрофотоаппаратами;

- может использоваться с приемниками GPS и GPS/ГЛОНАСС различных производителей;

- позволяет выполнять измерения с отечественных летатель-

ных аппаратов;

- обеспечивает экономическую эффективность использования в тех условиях, когда применение других методов крайне затруднительно.

С появлением в компании «ИнжГео» аэрозъемочной системы лазерного картографирования ALTM-3100 проведение изыскательских работ больше не требует привлечения большого количества специалистов, материальных ресурсов и временных затрат.

Лазерная система ALTM-3100 прекрасно зарекомендовала себя при осуществлении работ по магистральному нефтепроводу «Восточная Сибирь — Тихий океан» на участке, протяженностью 464 км. Также был выполнен полный объем работ по лазерному сканированию трассы нефтепровода «Харьга — Индига», протяженностью около 400 км, сканирование участка трассы нефтепровода «Хадыженск — Краснодар» (рис. 5), а также объектов, строящихся в рамках программы подготовки к Олимпиаде в Сочи. Перечисленные работы были проведены на высоком качественном уровне.

С помощью системы ALTM-3100 можно выполнять оценку объема выработки в карьере за любой промежуток времени или проводить мониторинг развития оползневого участка или эрозированного склона.

Особенность применения системы ALTM-3100 специалистами

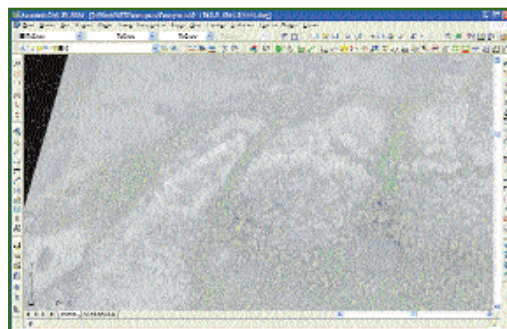


Рис. 3  
Лазерно-локационное изображение

ЗАО «НИПИ «ИнжГео» заключается в том, что работы по лазерному сканированию объектов выполнялись вместо традиционной

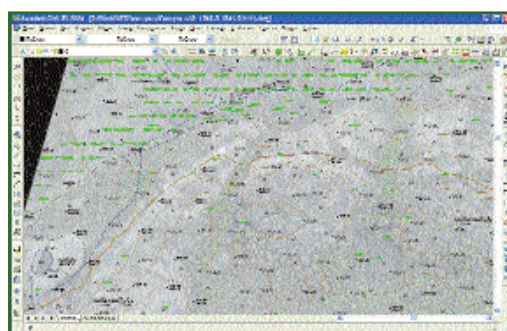


Рис. 4  
Цифровая модель местности, построенная по результатам воздушной лазерной локации

топографической съемки, а не «поверх» уже выполненных работ.

Этот метод наиболее выгоден, так как при минимальных финансовых и временных затратах достигается высокая производительность полевых работ, что, в свою очередь, положительно влияет на стоимость, качество и быстроту проведения инженерных изысканий и проектирования.



Рис. 5  
Один из объектов, при съемке которого использовалась лазерная система ALTM-3100

**RESUME**

The ALTM-3100 airborne laser scanning system capabilities are presented. The «IngGeo» Co. purchased the scanner in 2006. The data obtained while surveying the oil mains as well as the objects being constructed within the framework of preparing for the Olympic Games in Sochi is described.

## Р.С. к статье С.Н. Черкесова

Редакция журнала «Геопрофи» обратилась к генеральному директору компании «ГеоЛИДАР» Е.М. Медведеву с просьбой прокомментировать результаты применения аэросъемочной системы лазерного картографирования ALTM-3100, представленные в статье.

Хотел бы начать с выражения благодарности редакции «Геопрофи» за предоставленную мне возможность ознакомиться со статьей С.Н. Черкесова до выхода журнала из печати. Статью прочел с большим интересом, даже, несмотря на то, что по долгу своей работы в течение последнего года был в курсе всех нюансов процесса поставки, приемки, обучения персонала НИПИ «ИнжГео» и ввода в эксплуатацию аэросъемочного комплекса ALTM-3100.

Такой крупный заказ на поставку комплекса аэросъемочных средств — несомненный коммерческий успех, который еще раз доказывает правильность концептуальных установок компании:

— максимальное внимание к интересам заказчика. Ни при каких обстоятельствах компания «ГеоЛИДАР» не оставит клиента с

новой, по началу неподъемной для него, лазерно-локационной технологией, требующей от пользователя вдумчивого осмысления, многомесячной теоретической подготовки и упорных тренировок в условиях реальных аэросъемочных проектов;

— компания «ГеоЛИДАР» не «торгует» аэросъемочной техникой, а поставляет и внедряет законченные аэросъемочные технологии;

— комплексный характер деятельности компании.

Конечно, дистрибуция высоко-технологического оптико-электронного оборудования и программного обеспечения — это масса вопросов чисто коммерческого и маркетингового содержания, типичных для данного вида деятельности. К счастью, деятельность компании «ГеоЛИДАР» этим не ограничивается. Наши сотрудники ведут собственные научные и опытно-конструкторские работы, программные разработки, мы выпускаем научно-техническую и популярную литературу, организуем конференции, семинары и мастер-классы.

Эти «нетрадиционные» для «торговой» компании виды деятельнос-

ти, на первый взгляд, не имеют коммерческой ценности для реализации основной миссии. На самом деле, именно они в наибольшей степени и помогают. Потому что, во-первых, нам не скучно, поэтому мы работаем легко и качественно, а во-вторых, наша, без ложной скромности, подвижническая жизненная позиция импонирует клиентам. Доверить несколько сотен тысяч долларов морально легче именно такой компании.

Если говорить о конкретном проекте с НИПИ «ИнжГео», то, следует отметить, что в этот раз нам действительно повезло с Заказчиком. Мы имели дело с одной из наиболее сильных, крупных и компетентных компаний в России, занятых топографо-геодезической и проектно-изыскательной деятельностью. Приятно сознавать, что с обеих сторон имела место абсолютно правильная организация работы, позволившая НИПИ «ИнжГео» не потерять ни единого дня на «вхождение в тему» и отработать аэросъемочный сезон 2006 года с максимальной эффективностью.

Е.М. Медведев («ГеоЛИДАР»)

# ГЕОЛИДАР®

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ АЭРОСЪЕМОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ



Поставка, комплексирование и техническая поддержка всего спектра современного оборудования и технологий авиационного ДЗЗ.

Разработка проектов по комплексированию и интеграции аэросъемочных комплексов, разработка и адаптация технологий проведения работ в соответствии с требованиями Заказчика, оборудување летающих лабораторий.

Эксклюзивные права на поставку аэросъемочного оборудования ведущих мировых производителей:

- крупно- и среднеформатные цифровые топографические аэрофотоаппараты;
- аэросъемочные лазерно-локационные комплексы топографического и батиметрического назначения;
- авиационные спектрозональные сканеры;
- системы прямого геопозиционирования;
- программное обеспечение.





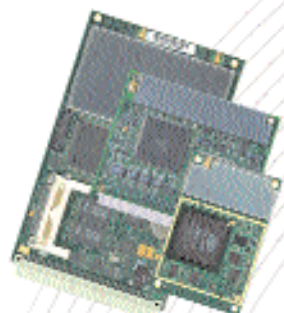





115035, Россия, Москва Софийская наб., д. 30, стр. 3  
Тел.: +7 (495) 953-01-00  
E-mail: info@geolidar.ru

Факс: +7 (495) 953-04-70  
http://www.geolidar.ru

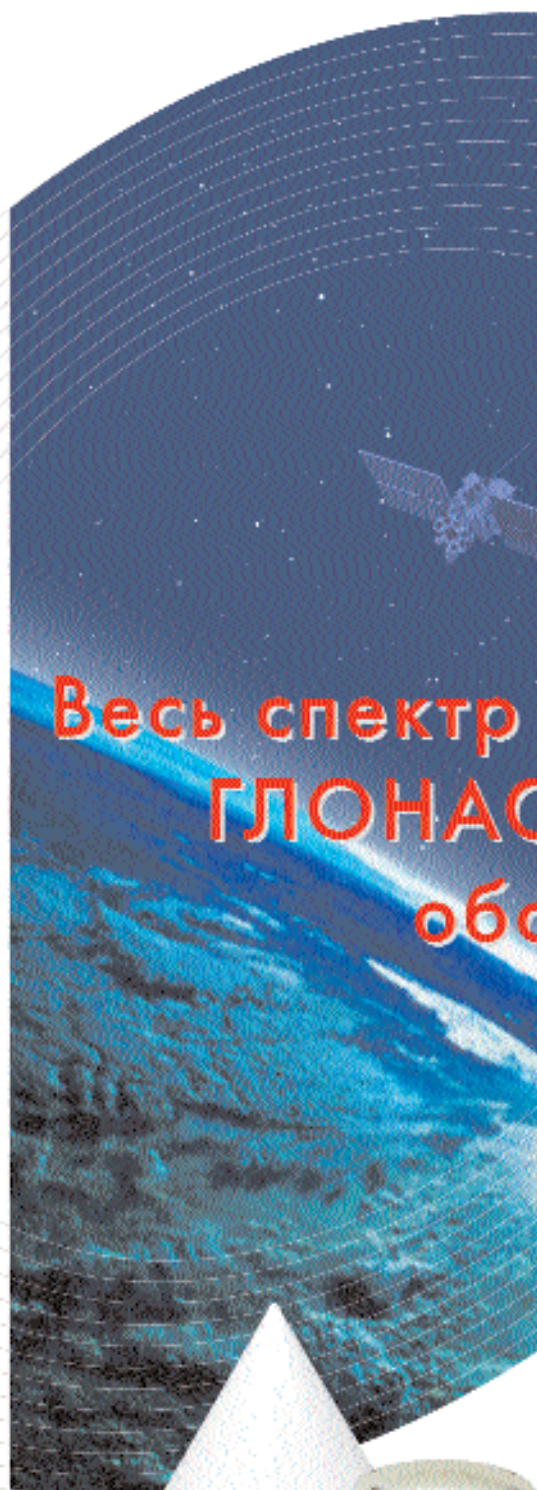




ГЛОНАСС/GPS приёмники  
в OEM исполнении



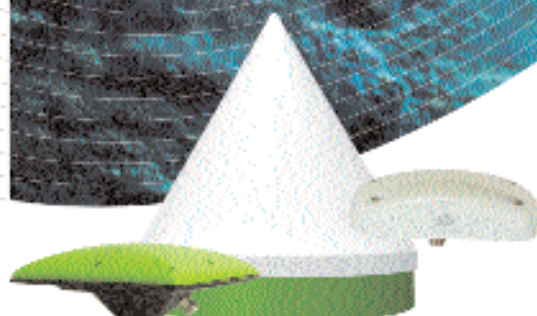
ГЛОНАСС/GPS приёмники



# Весь спектр ГЛОНАСС/GPS оборудования



Программное обеспечение



ГЛОНАСС/GPS антенны

ООО "Дженэс" предлагает:

- ГЛОНАСС/GPS приёмники семейства Maxor, Lexon, Prego.
- ГЛОНАСС/GPS приёмники в OFM исполнении.
- ГЛОНАСС/GPS антенны MarAnt+, MarAnt L1, AvAnt, JNS Choko Ring, а также защитные конусы для антенн JNS Choko Ring и MarAnt.
- Программное обеспечение: полевое ПО FieldView, ПО настройки Ensemble.
- Внешние и встроенные радиомодемы UHF (Pacific Cross), GSM.
- Контроллеры RECON 200C.
- Аксессуары:
  - Дополнительные аксессуары к оборудованию JNS (аккумуляторные батареи, сетевые адаптеры, соединительные кабели и др.)
  - Аксессуары компании SFCO (штативы, треноги с оптическим центриром, адаптеры треноги, вошки, подпорки для вошек, крепления контроллеров, рюкзаки, линейки, рулетки и др.)
  - Ударопрочные чемоданы.



Официальный дистрибьютор Javad Navigation Systems в России

[www.jenes.ru](http://www.jenes.ru)

e-mail: [jenes@co.ru](mailto:jenes@co.ru)

119049, г. Москва, ул. Мытная, д. 28/1

тел: (495) 540-5253  
тел: (495) 771-6923  
факс: (495) 510-2535

Ремонт оборудования:  
тел: (495) 771-6923  
факс: (495) 510-2535

# ГЕОДЕЗИЯ И ИЗВЕЧНЫЕ ТАЙНЫ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

**В.Р. Яценко (МИИГАиК)**

В 1959 г. окончил Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (в настоящее время — СГГА). После окончания института работал на предприятии № 8 ГУГК СССР, с 1970 г. — директором предприятия № 16 ГУГК СССР (Баку), с 1977 г. — генеральным директором Уралаэрогеодезия (Екатеринбург), с 1983 г. — заместителем, начальником ГУГК СССР, с 1992 г. по 1998 г. — руководителем контракта в Анголе. В настоящее время — ведущий научный сотрудник МИИГАиК.

**Х.К. Ямбаев (МИИГАиК)**

В 1962 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК. После окончания института работал в ГСПИ. С 1974 г. работает в МИИГАиК, в настоящее время — проректор по научной работе. Профессор, доктор технических наук.

В глубокую историю уводят нас древние высказывания очевидцев тех лет и ученых о движении земной коры. Значительное количество таких высказываний и конкретных фактов сохранилось по поводу изменения уровня воды в Каспийском море и движении земной поверхности его берегов. Так, в 1939 г. в Каспийском море из воды показались развалины замка. Археологи провели раскопки и нашли затопленный древний гостинный двор (караван-сарай). На его стенах сохранилось множество различных надписей, а среди них — даты, говорящие о том, что постройка была возведена в 1234–1235 гг., и имя зодчего. Некоторые ученые считают, что это остатки древнего города Сабаила.

Неподалеку от Дербента, в море, на глубине 7 м, обнаружены древние каменоломни. Видимо, и каменоломни, и древний торговый город оказались под водой в результате тектонического опускания берега.

В 1400 г. азербайджанский географ Сеид Яхья Бакуви записал, что море затопило часть башен и стен древней Бакинской крепости. Выстроенная в те времена в Баку знаменитая Девичья башня, высотой 29 м, с которой, по преданию, бросилась

в воду дочь Ширваншаха, отстоит от кромки моря более чем на 100 м.

Надпись на географической карте, составленной в 1320 г., гласит: «Море каждый год прибывает на одну ладонь, и уже многие хорошие города затоплены».

Тектонические движения происходят до сих пор по всему побережью Каспийского моря. Причем, для восточного побережья характерно в основном поднятие земной поверхности, а для западного — опускание.

В Каспийском море, довольно тепло, водится тюлень (каспийский тюлень) — обитатель приполярных широт, встречаются несколько видов ракообразных и рыб, которые обычно живут в холодных северных морях, и здесь же, в Каспии, живет рыба «морская игла» — обительница Средиземноморья.

Это породило немало легенд: о невидимых подземных руслах, соединяющих Каспий с Аральским и Черным морями, с Персидским заливом; о «Черной пасти» — заливе Кара-Богаз-Гол, который высасывает каспийские воды; о вулканах на дне моря, якобы поглощающих воду.

Ученые определили, что в далеком прошлом Каспий дейст-

вительно соединялся с мировым океаном на западе и на севере. Строение земной коры под Южным Каспием, например, типично океаническое: там нет гранитного слоя. Под мощным, до 25 км, слоем осадков залегает базальтовый слой. Огромная толщина осадочного слоя указывает на большую древность впадины Южного Каспия.

Уходящие в даль веков предания о прекрасных городах и замках, опустившихся на дно Каспийского моря, о дороге, некогда соединявшей западный и восточный берега моря, во многом подтверждаются находками археологов и свидетельствами историков.

На мысе Гюргян Апшеронского полуострова и на одном из островов Апшеронского архипелага в окаменевшем песчанике обнаружены глубоко врезанные следы колес. Возможно, это остатки некогда проходившей здесь дороги.

В 1940 г., когда прокладывали дамбу, соединяющую остров Артема с Апшеронским полуостровом, на дне моря обнаружили древнее кладбище. Захоронения относятся к I веку до н. э. Это может свидетельствовать о том, что уровень Каспия в те времена был примерно на 4 м ниже современного.



Систематическое, серьезное исследование Каспийского моря началось только в XVIII веке. По инициативе Петра I в 1714–1715 гг. на Каспий отправилась большая научная экспедиция в 100 судов под началом А. Бековича-Черкасского. Экспедиция вела съемку берегов Каспийского моря, выполняла промеры глубин. До этого карты Каспийского моря были лишь приблизительными. Петр I еще надеялся «сыскать путь водной из Санкт-Петербурга по Волге через Каспий и далее в Индию». К 1720 г. в результате работы экспедиции была составлена первая карта Каспийского моря с точными очертаниями его берегов и береговой части. Эта карта стала научной сенсацией и была весьма высоко оценена передовыми учеными того времени.

Первым изучать вековые изменения уровня Каспийского моря начал в 1830 г. ректор Петербургского университета академик Э.Х. Ленц (один из авторов известного закона Джоуля – Ленца). В то время уровень воды в Каспии был зафиксирован на отметке 25,7 м. Геодезический центр, организованный Э.Х. Ленцом среди скал на острове Наргин, сохранился до наших дней, предоставляя геодезистам бесценную информацию.

В 1912 г. на берегу Каспийского моря, на Апшеронском полуострове, был заложен один из первых в мире геодинимических полигонов для выявления современных вертикальных движений земной коры. Следует отметить, что за 80 лет геодезических измерений установлено, что центральная часть Апшеронского полуострова опустилась более чем на 3 м. Результаты многократных повторных нивелирных измерений дают возможность судить о деформации земной коры.

Первые нивелирные измерения на территории России были

выполнены между Москвой и Петербургом в 1873–1876 гг. К 1917 г. было проложено 45 тыс. км нивелирных линий.

Точное нивелирование решает важную практическую задачу установления единой системы высот на всю территорию страны, а также ряд научных задач: определение в совокупности с гравиметрическими данными фигуры Земли на континентах, изучение современных вертикальных движений земной коры тектонического и техногенного характера, установление разностей морей и океанов.

Повторные высокоточные геодезические измерения дают возможность установить скорость современных движений, глобальных и региональных тектонических процессов, происходящих в земной коре, проявляющихся в верхней мантии Земли и выражающихся в движении континентальных плит, внутриплитовых деформациях земной коры и крупномасштабных измерениях гравитационного поля.

В СССР такие исследования проводились с использованием государственной астрономо-геодезической сети и государственной нивелирной основы.

По результатам повторных геодезических измерений выявлено, что земная кора постоянно подвергается деформационным процессам. Так, например, установлено, что гора Памир движется с юга на север по 20 см в год, резко опускается побережье Ледовитого океана, Тихий океан наступает на сушу со скоростью 10 см в год и т. д.

Геодезические измерения помогают определить степень активности отдельных тектонических разломов, что является первостепенным значением для сейсморайонирования регионов.

Анализ результатов повторных геодезических измерений дает возможность изучить ха-



**Рис. 1**  
Геометрическое нивелирование I класса  
(Верхне-Енисейское АГП)

актер деформации земной поверхности, происходящей в результате тектонической активности и техногенной деятельности вследствие вмешательства человека при добыче полезных ископаемых из недр Земли или строительстве сложных инженерных сооружений, создании водохранилищ, каналов и т. д.

В настоящее время наиболее распространен метод высокоточного геометрического нивелирования (рис. 1) для выявления современных вертикальных движений земной коры, который базируется на результатах планомерных повторных измерений.

Высотная геодезическая основа страны состоит из нивелирных сетей I, II, III и IV классов. Нивелирные линии I и II классов, составляющие высокоточную нивелирную сеть полигонов, имеют протяженность около 600 тыс. км и покрывают с различной плотностью практически всю территорию бывшего СССР. Общее уравнивание нивелирной сети показало, что передача высот от нуля Кронштадтского футштока до окраин на северо-востоке России выполнена с высокой точностью, погрешность 0,10–0,15 м.

Нивелирная сеть по размерам, однородности и строгости обработки удовлетворяет требованиям и рекомендациям Международной геодезической ассоциации. Завершается выполнение очередной программы модернизации высотной ос-

новы страны. В СССР планомерно осуществлялись работы по повторному нивелированию в целях изучения современных вертикальных движений земной коры. По линии международного научно-технического сотрудничества было завершено уравнивание, выполнено второе, окончательное уравнивание единой высокоточной нивелирной сети, и составлена общая карта современных вертикальных движений земной коры на территорию Восточной Европы. Эта карта была издана в 1986 г.

В центральной части данной карты находятся города: Ленинанкан, Спитак, Кировакан, которые в период землетрясения 7 декабря 1988 г. подверглись катастрофическому разрушению. Город Спитак был полностью разрушен. На карте, изданной за несколько лет до землетрясения, на север от Ленинанкана до Спитака виден резкий подъем земной поверхности, скорость которого достигала до 13,5 мм в год. Такой скорости на карте больше нет, причем не только на Европейской части СССР, но и на территории других стран. Эти результаты говорят о том, что методом повторных высокоточных нивелирных измерений за 2–3 года было установлено, что в данном регионе произойдет землетрясение.

Прогноз землетрясений методом геодезических измерений подтверждался неоднократно, так как перед землетрясением в Армении за 2 месяца было выполнено очередное нивелирование I класса по линии: Ленинанкан – Спитак – Кировакан и, конечно, повторное нивелирование было сделано сразу после землетрясения. Оказалось, что процесс землетрясения поднял Спитак на 1,2 м. После землетрясения вода в водопроводных трубах потекла в противоположную сторону. Затем через каждые 2 месяца выполнялись повторные нивелир-

ные измерения. Движение земной коры приостановилось. По нашим оценкам в данной местности произойдет еще несколько землетрясений, т. е. закономерность движения земной коры должна прийти в стабильное состояние.

В 1989 г. Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР была издана Карта современных движений земной коры по геодезическим данным на территорию СССР (СВДЗК) масштаба 1:5 000 000 на территорию СССР. На рис. 2 представлен фрагмент карты СВДЗК на регион Байкальской рифтовой зоны. Для составления карты было использовано 214 тыс. км линий повторного нивелирования, из них 45 тыс. км нивелировались трижды.

Количество реперов, общих для первого и повторного циклов нивелирований, составляет 23 144, из них фундаментальных — 1517, грунтовых — 10 317, скальных — 1467, стеновых марок и реперов — 9737, пунктов триангуляции и полигонометрии — 106.

Линии повторного нивелирования образуют 298 полигонов периметрами от 90 до 5996 км при среднем периметре 956 км, причем на Европейской части

СССР периметры в среднем равны 710 км, на Азиатской части — 1290 км.

Скорости современных вертикальных движений земной коры (в мм/год) вычислены по формуле:

$$\Delta V = (h_2 - h_1) / \Delta T,$$

$$\Delta T = T_2 - T_1,$$

где  $h_2$  и  $h_1$  — превышения между смежными нивелирными знаками (в мм/год), полученные в  $T_2$  и  $T_1$  (годы);

$\Delta T$  — интервал времени (в годах) между повторными измерениями.

Уравнивание полученных скоростей узловых точек полигонов линий повторного нивелирования было выполнено параметрическим способом. Для вычисления абсолютных скоростей вертикальных движений земной коры в качестве исходных были использованы данные, полученные организацией Государственного комитета СССР по гидрометеорологии по результатам многолетних наблюдений 41 уровнемерного поста, расположенных на побережьях Азовского, Балтийского, Баренцева, Белого, Охотского, Черного, Японского морей, на море Лаптевых и Тихого океана. Кроме того, для проведения изолиний СВДЗК были использованы скорости, полученные

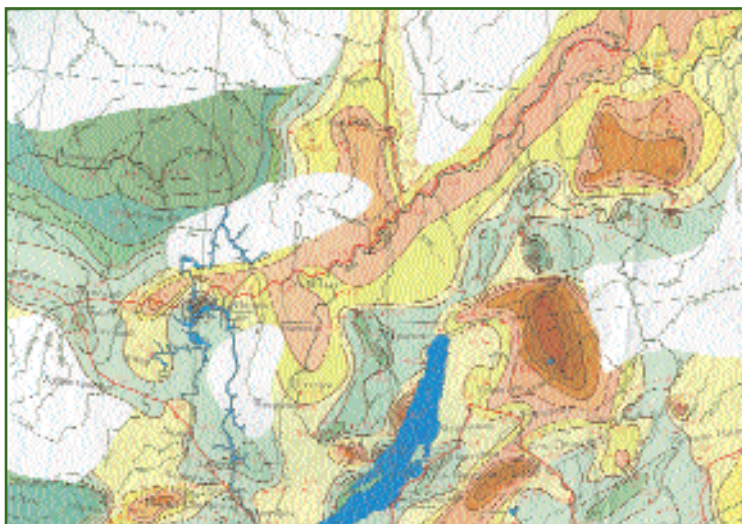


Рис. 2  
Фрагмент карты СВДЗК на регион Байкальской рифтовой зоны



еще на уровне постах, расположенных на участках, слабо обеспеченных линиями повторного нивелирования. Абсолютные скорости промежуточных знаков по каждой линии были получены вставкой между узловыми пунктами.

Картографической основой карты СВДЗК на территорию СССР явилась карта масштаба 1:5 000 000, изданная в 1988 г. На карте СВДЗК СССР показана часть линий повторного нивелирования реперов, имеющих характерные скорости, узловые пункты и уровенные посты с указанием скорости вертикальных движений. Изолинии скоростей проведены через 2 мм/год.

Карта СВДЗК СССР обладает большим информационным материалом о характере современных вертикальных движений, их связи с геолого-морфологическим и тектоническим строением, и поэтому имеет важное научное, народнохозяйственное и техническое значение. Она внесла определенный вклад в развитие наук о Земле, прежде всего, в такие направления, как геодинамика, тектоника и сейсмология. Карта СВДЗК СССР до сих пор может быть использована при проектировании различных гидротехнических сооружений, мелиоративных систем, при прокладке крупных нефте- и газопроводов, при разведке полезных ископаемых и решении других задач, где необходимы знания количественных величин, характеризующих устойчивость во времени различных участков земной поверхности.

По результатам многочисленных геодезических измерений установлено, что происходит опускание в Москве и Московской области до 3 мм/год, а на юго-востоке от Московской области происходит подъем земной поверхности.

Значительное опускание земной поверхности наблюдается в

Пермской области, Пермь и сопряженные районы опускаются со скоростью 5 мм/год, а окружающие регионы — Камское и Воткинское водохранилище — 7–8 мм/год. Большие пространства на юг от Мингечаурского водохранилища «прогибаются» со скоростью 7–8 мм/год. В Поти зафиксировано опускание 5–6 мм/год. Полтава опускается со скоростью 4 мм/год, Никополь — 6 мм/год. Регион Волгоградского водохранилища опускается со скоростью 6–8 мм/год, Краснодар — 4 мм/год, Волгоград — 3 мм/год.

Значительный подъем происходит в районе Еревана — на 4 мм/год, Ленинакана — на 8 мм/год, а севернее его — до 12 мм/год. Подъем зафиксирован в южной части Крымского полуострова.

Высокоточные нивелирные работы выполнялись совместно со специалистами европейских стран. В результате было установлено, что в Польше происходит опускание земной коры, в частности, в Варшаве эта скорость достигает 3 мм/год. В Болгарии земная кора опускается на 2–3 мм/год, в Софии — на 3 мм/год. В Румынии большинство регионов испытывает подъем земной коры, а в Бухаресте опускание — на 3 мм/год. В Венгрии и Чехословакии зафиксированы незначительные опускания.

Резкие движения земной коры происходят за Уралом. Среднесибирское плоскогорье испытывает подъем до 16 мм/год, сильные поднятия отмечаются в районе озера Байкал. Значительные опускания зафиксированы в бассейне реки Енисей, достигающие в устье 32 мм/год. В Норильске опускания составляют 21 мм/год, в Дудинке — 20 мм/год, на Диксоне — 15 мм/год.

С 1975 г. в СССР проводилась активная работа по закладыванию геодинимических полигонов (ГДП). Они расположены во всех сейсмоактивных зонах: на

Камчатке, Сахалине, в Средней Азии, в Байкальской рифтовой зоне, на Кавказе, в Крыму и в Молдавии. На крупных ГЭС, построенных в местах сейсмического риска, также имеются контролирующие геодезические построения (Зейская, Бурейская, Ингури, Миатлинская, Чиркейская, Токтогульская, Нурекская, Рогунская и др.). На техногенных полигонах повторными геодезическими измерениями (в основном, нивелированием) выявляются изменения на земной поверхности, вызванные техногенной деятельностью человека.

На территории СССР было заложено более 60 геодинимических и техногенных полигонов. Из них 34 геодинимических полигона были ориентированы на решение задач по прогнозу землетрясений и определения СВДЗК; 12 полигонов размещены в районах ГЭС с высотными плотинами. Эти геодинимические полигоны надежно фиксируют связь между изменением уровня воды в водохранилище с изменением высотного положения реперов, что можно использовать для оценки свойств земной коры. В районах интенсивной добычи газа, нефти, воды и других полезных ископаемых создано 16 техногенных полигонов.

По материалам измерений на геодинимических полигонах были получены данные для сейсмического районирования в строительстве для Ташкента, Алма-Аты, Душанбе и Ашхабада. Получены закономерности движения земной поверхности для различных регионов; изучены смещения земной поверхности в результате Толбачинского извержения, Газлийских землетрясений (1976 и 1984 гг.); прослежена миграция очага, получены характеристики смещений в районе сильнейшего Муйского землетрясения (1957 г.).

На ГДП ГЭС обнаружен сложный комплекс движений, обусловленный режимом водохра-



# Leica SR20

Одночастотная GPS система с широкими геодезическими и ГИС возможностями

Специальное предложение на комплект из 2-х приемников



Спутниковый приемник Leica SR20 предназначен для создания опорного геодезического обоснования, топографической съемки и координирования объектов. Он позволяет выполнять GPS измерения в режимах «статика» и «кинематика» с сантиметровой точностью, собирать данные в режиме реального времени, используя сигналы спутников WASS и EGNOS, а также им можно пользоваться как обычным спутниковым навигатором. Дополнительно возможно использование сигналов береговых маяков, прием дифференциальных RTCM поправок, подключение мобильных GSM телефонов и других устройств для измерений в режиме реального времени. SR20 может быть программно модернизирован до приемника GS20 для сбора ГИС данных с описаниями и атрибутами объектов.

Подробную информацию Вы можете получить у региональных дилеров компании Leica Geosystems  
[www.leica-geosystems.ru](http://www.leica-geosystems.ru)

Фирма Г.Ф.К.  
Тел.: (495) 911-13-56, 912-27-26, Факс: (495) 911-13-56  
Геометр Центр  
Тел: (495) 735-73-51, факс: (495) 735-54-73  
СтройЛазер  
Тел./факс: (495) 101-33-54

Leica SR20 имеет мощные возможности и достаточную гибкость, для выполнения широкого круга геодезических работ

- Встроенная антенна, экран и клавиатура
- Возможность подключения внешней антенны для высокоточных измерений
- Разнообразные режимы и точность
- Конфигурации настроек для различных задач
- Встроенные программы для геодезических расчетов
- Загрузка подложек в виде ESRI Shape файлов
- Устройство беспроводной связи Bluetooth

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems



нилищ, их техногенным влиянием, не только «прогибающим» земную поверхность, но и меняющим влагонасыщенность пород, а также тектоническим строением участков ГЭС и взаимодействием тектонического и водного режимов. Так, на ГЭС Ингури интенсивное заполнение водохранилища в условиях сильно дислоцированного строения земной поверхности вызвало неравномерное опускание, причем просадка достигала 40 мм; на ГДП Токтогульской ГЭС (в Киргизии) вследствие интенсивного заполнения водохранилища с 1976 г. выявлено опускание примыкающих к нему районов (до 35 мм), а также обнаружены аномальные смещения, выражающиеся в значительных наклонах местности.

ГУГК СССР проводил геодезические измерения в районах строительства или выбора площадок более, чем на 25 атомных электростанциях. Цель этих работ — выявление возможных активных тектонических нарушений, которые могут оказать влияние на устойчивость основных сооружений атомных электростанций.

Надлежащим образом организованные высокоточные геодезические работы несомненно могут внести существенный вклад в комплексное решение прогноза землетрясений, давая количественную информацию о тектонических деформациях обширных участков земной поверхности. В настоящее время такая информация может быть получена как на основе анализа повторных измерений в существующих на территории России астрономо-геодезической сети (АГС) и сети высокоточного нивелирования, так и из повторных циклов измерений на геодинамических полигонах.

В последние годы возрастают объемы геодезических работ на нефтяных и газовых месторождениях, так как в этих регионах

ведутся грандиозные работы, воздвигаются электростанции, заводы, фабрики, крупные компрессорные станции, линии электропередач, прокладываются железнодорожные магистрали, трансконтинентальные газопроводы.

При проектировании и строительстве этих сложных инженерных сооружений широко используются результаты высокоточного нивелирования. При добыче нефти и газа на промышленных участках известны частые случаи искривления буровых скважин, разрывов нефтегазовых и водных трубопроводов и других разрушений различных линейных сооружений. В связи с этим возникает необходимость изучения деформации земной поверхности геодезическим методом. В результате многократных геодезических измерений появляется возможность характеризовать нефтегазодобывающую территорию как относительно устойчивую.

Анализ результатов многочисленных геодезических измерений в районах нефтяных и газовых месторождений позволил установить закономерность современных вертикальных движений земной коры на разрабатываемых месторождениях с учетом аспектов технологии добычи полезных ископаемых. На деформацию земной коры в районах нефтяных и газовых месторождений оказывают влияние различные факторы: метод заводнения для поддержания пластового давления; многопластовость залежей нефти; мощность нефтяного горизонта каждого этажа; большие линейные размеры; гигантские темпы извлечения нефти и газа; длительность эксплуатации месторождения; глубина залегания нефтяного горизонта; а также закачка в продуктивные пласты поверхностной воды из рек, озер, болот или глубинных, подземных источников вод, кото-

рые расположены в верхних этажах земной поверхности.

В результате повторных геодезических измерений установлено, что регионы, где добывается нефть, а для поддержания пластового давления закачивается вода из источников поверхностных вод, не испытывают современных вертикальных движений земной коры техногенного характера.

Нетектонический характер современных вертикальных движений земной поверхности проявляется в результате длительных разработок газовых месторождений в виде сдвигов земной поверхности при землетрясениях. На нефтяных месторождениях при закачивании воды из подземных источников при длительных разработках и при воздействии усилий тектонического характера порой отмечаются тенденции к опусканию земной поверхности.

Эти виды современных вертикальных движений земной поверхности для каждого района нефтяных и газовых месторождений имеют свои особенности. Закономерность современных вертикальных движений земной коры хорошо улавливается в результате повторных многократных геодезических измерений, которые необходимо учитывать при обустройстве, проектировании и строительстве.

#### RESUME

Historical facts of settlements disappearing and destruction due to the Earth's crust strata movements are presented as well as the sea and ocean level variations. A map issued in 1989 showing the contemporary Earth's crust movements is described. The role and importance of the multiply repeated geodetic measurements aimed at revealing the Earth's crust vertical motion are shown on the example of geodetic measurements at the geodynamic sites nearby to the Caspian Sea and the areas of oil and gas extraction.

# РОБОТИЗИРОВАННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ TRIMBLE

С.В. Костин (НПП «Навгеоком»)

В 1988 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «исследование природных ресурсов». После окончания института работал в ФГУП «Центрмаркшейдерия» (Тула). С 2006 г. — ведущий инженер по оптической продукции службы сервиса и технической поддержки НПП «Навгеоком».

Постоянный рост требований к срокам сдачи материалов и точности выполнения работ стимулирует проектно-изыскательские, землеустроительные и строительные организации к переходу на «безбумажную» технологию, что возможно только при использовании современного геодезического оборудования и специализированного программного обеспечения. Для автоматизированного проектирования и строительства необходимы новые средства определения пространственных координат снимаемых участков местности или строящихся зданий и сооружений, которые позволили бы без проблем интегрировать эти данные в САПР и ГИС.

Основанная в 1978 г., компания Trimble Navigation (США) является одним из признанных мировых лидеров в области производства оборудования для использования в области геодезии, кадастра и строительства. Объединив перспективные решения нескольких разработчиков геодезического оборудова-

ния, компания предлагает унифицированную концепцию измерений, т. е. набор полностью совместимых приборов и программного обеспечения, которые позволяют справляться с любыми возникающими задачами. Несмотря на бурное развитие новых областей, таких как спутниковые методы измерения и лазерное сканирование, традиционные геодезические приборы продолжают занимать важное место среди оборудования компании.

Например, электронные тахеометры Trimble серии 5600 (рис. 1), которые являются модернизацией снятых с производства, но популярных и в настоящее время тахеометров Geodimeter 600 Servo фирмы Spectra Precision. В отличие от своих предшественников, тахеометры Trimble серии 5600 оснащены панелью управления АСУ, современным портативным полевым компьютером на основе операционной системы Windows CE, под управлением которой работает программное обеспечение Trimble Survey Controller. Последние разработки компании Trimble отразились в полевом компьютере-контроллере Trimble CU (TCU) (рис. 2).

Программное обеспечение Trimble Survey Controller, установленное на контроллерах АСУ и TCU, позволяет в полевых условиях и на строительной площадке управлять процессом съемки и разбивочными работами. Результаты измерений мож-



Рис. 2  
Контроллер TCU с ПО Survey Controller

но оперативно контролировать по отображаемому плану на большом цветном экране контроллера. Благодаря возможности работы как с приемниками GPS, так и с электронными тахеометрами, ПО воплощает концепцию единого решения. Данные, собираемые с помощью приемников GPS и электронных тахеометров, объединяются в едином проекте и могут быть представлены в стандартном формате или формате пользователя. Широкий набор программных модулей для решения геодезических задач и русифицированный интерфейс позволяют выполнить проект быстрее, проще и удобнее, что существенно увеличивает производительность как полевого, так и камерального этапов работ.

Разумеется, развитие приборов, с которыми используются полевые контроллеры, также не стоит на месте. В электронном роботизированном тахеометре Trimble S6 реализована технология MagDrive, которая аналогична технологии, используемой в поездах на воздушной подушке. Магнитная подвеска соединена в одном устройстве с сервопри-



Рис. 1  
Trimble 5600 Servo



водом, что обеспечивает мгновенную реакцию прибора на команду оператора, исключая «эффект микрометричного винта». Тахеометр вращается без трения и не нуждается в смазке, позволяя работать при отрицательных температурах без ущерба для его функциональности. Данная технология позволяет увеличить скорость и точность измерений.

Модели тахеометров Trimble 5600 и S6 (рис. 3) выпускаются в различных вариантах комплектации: Servo, Autolock, Robotic. Кроме того, возможны версии приборов с различной угловой точностью — от 1 до 5 секунд.

Тахеометры в базовой комплектации Servo оснащены сервоприводом, позволяющим существенно упростить и автоматизировать процесс измерений по сравнению с механическими инструментами. Например, если требуется выполнить измерения углов методом круговых приемов, прибор только один раз наводится на каждую из точек, после чего он повторяет наведение автоматически столько раз, сколько это будет необходимо. Помимо этого, сервопривод является незаменимым при выносе проекта в натуру: оператору достаточно ввести координаты выносимой точки, и прибор самостоятельно развернется в нужном направлении. Во многих случаях может быть полезен и режим сканирования, когда прибор в безотражательном режиме выполняет измерения расстояний через фиксированные интервалы углов или приращений расстояний в заданном контуре.

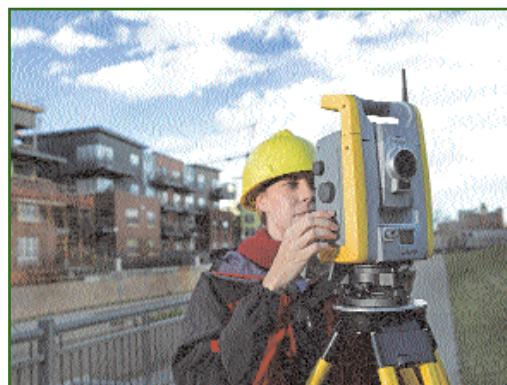
При дополнительном оснащении тахеометров Trimble 5600 или S6 системой Autolock появляется возможность проводить полуавтоматические измерения, в результате чего производительность топографической съемки увеличивается более чем на 50%. С системой Autolock прибор сам находит отражатель, точно наводится на него и отслеживает

его перемещение от точки к точке. Технология Autolock сокращает время и уменьшает ошибки наведения на цель, а также позволяет эффективно работать даже при плохих погодных условиях. Например, можно выполнять измерения и делать вынос в натуру с той скоростью, с которой сможет перемещаться речечник. Становится доступным режим непрерывной съемки так же, как и с помощью приемника GPS в режиме кинематики. Для тахеометров Trimble 5600 система Autolock включает специальный «активный» отражатель, в то время как Trimble S6 Autolock осуществляет точное наведение на любой тип призматического отражателя.

Установка на тахеометры Trimble 5600 или S6 системы Robotic кардинально увеличивает производительность, поскольку технология позволяет одному человеку выполнять измерения и делать разбивку, находясь с отражателем непосредственно на измеряемой точке. Комплект Robotic состоит из следующих компонентов: «активного» отражателя (или обычного для S6), системы Autolock и системы радиосвязи. Панель управления прибором крепится на вешке с отражателем (рис. 4) таким образом, чтобы оператор мог полностью управлять при-



**Рис. 4**  
Контроллер АСУ на активной вешке. Вынос точек в натуру



**Рис. 3**  
Trimble S6

бором, находясь от него на достаточно большом расстоянии.

Современное геодезическое оборудование для топографической съемки, инженерно-геодезических изысканий, дорожного и гражданского строительства должно удовлетворять основным требованиям: точности, скорости и простоте в использовании. Оборудование, выпускаемое компанией Trimble, соответствует этим требованиям.

НПП «Навгеоком» является мастер-дистрибьютором полного спектра продукции компании Trimble, с которой можно ознакомиться в московском офисе и в филиалах компании. Специалисты НПП «Навгеоком» проводят демонстрацию оборудования, в том числе и на объектах заказчика. Сервисный центр, сертифицированный Trimble, при необходимости выполняет гарантийный и послегарантийный ремонт оборудования в сжатые сроки, а служба технической поддержки компании всегда готова ответить на вопросы, возникающие в процессе работы.

#### RESUME

A brief description is given for the robot-tacheometers Trimble 5600 and S6 as well as for the functional capabilities of the built-in software of the ACU and TCU field controllers. Features and advantages are introduced for the S6 MagDrive servo-motor and the possible modifications of the Autolock and Robotic instruments.



Одна небольшая доработка конструкции,  
один гигантский скачок в геодезии.



**Система Trimble® R8 GNSS.**  
Обновляемая. Современная.  
Совершенная. Она по-прежнему  
умещается в очень компактном  
белом корпусе. Разработанная  
для обеспечения максимальной  
универсальности и уменьшения  
времени инициализации,  
система Trimble R8 GNSS  
позволяет вам использовать  
новейшие технологии приема  
сигналов для повышения  
точности и производительности  
работы в поле. Система  
Trimble R8 GNSS отличается  
сочетанием испытанной  
и проверенной в поле  
конструкции с передовой  
технологией приема сигналов,  
позволяющей достигать  
в области геодезии. Иными  
словами, хорошая система  
стала еще лучше.

**Поддержка GNSS системы**  
Новая технология Trimble H-Hack  
позволяет принимать сигналы  
как модернизированной GPS  
системы L2C и L5, так и  
ГЛОНАСС L1/L2. Расширенные  
возможности приема  
спутниковых сигналов  
обеспечивают повышение  
производительности не только  
в настоящее время, но и в  
будущем.

**Испытанная конструкция  
системы**  
Поскольку эта система создана  
Trimble, это гарантирует вам  
проверенные в поле технологии,  
малый вес, универсальные  
средства связи и высокую  
прочность конструкции. При  
использовании как в качестве  
базовой, так и подвижной  
единицы, система обеспечивает  
простоту и удобство работы без  
кабелей.

**Расширьте свои  
возможности**  
Создайте полнофункциональное  
мобильное решение Trimble  
I.S., добавив призму на вешку  
подвижного приемника. Кроме  
того, как и вся продукция  
Trimble, система R8 GNSS  
безупречно интегрируется с  
моделью Trimble Connected  
Survey Site.

Чтобы узнать о наших  
достижениях, а также о том,  
что они предоставят вам,  
посетите сайт  
[www.trimble.com/gnss](http://www.trimble.com/gnss)







4-й Международный промышленный форум

# GEOFORM+

13–16 марта 2007

Россия, Москва, КВЦ «Сокольники»

**ОБЪЕДИНЯЕТ  
4 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ**

- > Геология
- > Геодезия
- > Картография
- > Навигация



Геодезия  
Картография  
Геоинформационные системы



Интеллектуальные  
транспортные системы  
и навигация



Технологии и оборудование  
для инженерной геологии  
и геофизики



Технологии и оборудование  
для строительства тоннелей

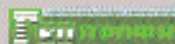
Последние новости и информация для специалистов на сайте:  
[www.geoexpo.ru](http://www.geoexpo.ru)

на правах рекламы

Организатор:  
Выставочный  
холдинг MVK

Соорганизаторы:  
Федеральное агентство геодезии  
и картографии  
Ассоциация транспортной телематики  
Тоннельный консорциум России

Генеральный  
информационный спонсор:



Дирекция:

А 107113, Россия, Москва, Сокольнический Вал, 1, павильон 1  
Т F (495) 105-34-86, 268-99-04 E kls@mvk.ru



**СЕНТЯБРЬ**▼ **Бечичи, Будва  
(Черногория), 19–22\***

6-й Международный семинар пользователей системы PHOTOMOD «**Цифровые фотограмметрические технологии. Система PHOTOMOD: современные решения и перспективы развития**»

«Ракурс», InfoMap d.o.o (Белград, Сербия и Черногория)

Тел: (495) 628-20-01

Факс: (495) 628-61-18

E-mail: info@racurs.ru

Интернет: www.racurs.ru

▼ **Москва, 19–22\***

Практический консультационный семинар «**Нормативно-правовое регулирование порядка распоряжения земельными участками и их использования**»

Роснедвижимость, Учебно-научный центр «Земля» РАГС при Президенте РФ

Тел/факс: (495) 436-03-25,

436-05-21, 436-90-27

E-mail: korneev@ur.rags.ru

▼ **Хабаровск, 25–29\***

Учебно-практическая конференция «**Дни CREDO на Дальнем Востоке**»

СП «Кредо-Диалог»

Тел/факс: (1037517) 281-68-83, 281-68-93

E-mail: market@credo-dialogue.com

Интернет:

www.credo-dialogue.com

**ОКТАБРЬ**▼ **Мюнхен (Германия), 10–12**

Конгресс и выставка по геодезии, геоинформатике и кадастру **INTER-GEO 2006**

Немецкая геодезическая ассоциация (DVW)

Интернет: www.intergeo.de

▼ **Москва, 10–13\***

Практический консультационный семинар «**Управление проектами девелопмента (развития) объектов недвижимости**»

Роснедвижимость, Учебно-научный центр «Земля» РАГС при Президенте РФ

**SOUTH** ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

Группа компаний "ПромНефтеГрупп"  
ЗАО "ППГ" -  
геодезическое оборудование.  
тел.: +7 495 785-0119, факс: +7 495 785-0120  
www.ppg.ru

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

E-mail: korneev@ur.rags.ru

▼ **Голицыно, 17–19 октября\***

**12-я пользовательская конференция ESRI и Leica Geosystems в России и СНГ**

«DATA+»

Тел: (495) 254-93-35, 254-65-65

E-mail: market@dataplus.ru

Интернет: www.dataplus.ru

▼ **Москва, 24–27\***

Практический консультационный семинар «**Повышение эффективности использования земельного имущества потенциала объединения (предприятия) промыш-**

**ленности, транспорта, связи России**»

Роснедвижимость, Учебно-научный центр «Земля» РАГС при Президенте РФ

Тел/факс: (495) 436-03-25,

436-05-21, 436-90-27

E-mail: korneev@ur.rags.ru

▼ **Москва, 31–2\***

11-я Всероссийская учебно-практическая конференция «**Организация, технологии и опыт ведения кадастровых работ**»

ГИС-Ассоциация

Тел/факс: (495) 135-76-86,

137-37-87

E-mail: gisa@gubkin.ru

Интернет: www.gisa.ru

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

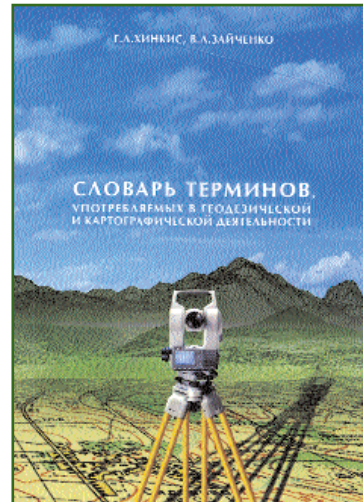


▼ **Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания) / Под ред. А.И. Спиридонова. — М.: ООО «Издательство «Проспект», 2006. — 144 с.**

Вышел из печати «Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания)», разработанный Г.Л. Хинкисом и В.Л. Зайченко. Словарь представляет собой дополненный и в значительной мере переработанный «Краткий словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания)», вышедший из печати в 2003 г. (см. Геопрофи. — 2004. — № 2. — С. 60 — *Прим. ред.*). Новое издание является откликом авторов на многочисленные просьбы со стороны средних специальных учебных заведений на переиздание краткого словаря.

Опыт применения краткого словаря в учебном процессе показал, что данное пособие помогает формированию мотивов учения и познавательных интересов, что является внутренней характеристикой учебной деятельности. Словарь явился справочником, позволяющим студентам установить связь между учебниками, нормативными документами и лекциями преподавателей.

Предлагаемый авторами Словарь значительно расширен новыми терминами в области геодезии, в значительной мере дополнен метрологической информацией, недавно образовавшимися терминами новых производственных технологий. В нем учтен ряд новых законодательных актов, отредактированы ранее включенные определения. В большем объеме даны геоморфологические термины, без которых невозможно преподавание топографии. Как и прежде, в словаре приведен ряд устаревших терминов, необходимых для расширения кругозора



обучающихся. В этом издании насчитывается более 1000 терминов и словосочетаний.

Словарь, без сомнения, окажется полезен не только студентам средних специальных учебных заведений и лицам, интересующимся науками о Земле, но и инженерно-техническим работникам картографо-геодезической отрасли.

**А.И. Спиридонов (ЦНИИГАиК)**



Компания **ПРАЙМ ГРУП** выполняет весь комплекс работ по проектированию и внедрению геоинформационных систем различного назначения и поставляет на российский рынок высокодетальные космические изображения

- Цифровые топографические и тематические карты различных масштабов
- Поставка, обработка и дешифрирование космических снимков
- Создание геоинформационных систем на базе ArcGIS, MapInfo, и др.
- Интеграция решения с другими информационными системами
- Консалтинг при внедрении и техническая поддержка






125367, Москва, ул. Габричевского, д.2  
 тел.: (495) 725 44 32/33; 221 88 65/66  
 факс: (495) 725 44 34  
 e-mail: info@primegroup.ru  
 www.primergroup.ru  
 www.quickbird.ru

DIGITAL GLOBE

SPOT  
IMAGE



РЕГИСТР  
РСТ  
МОС 5001