

**#5**  
**2005**

# ТЕОПРОФИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

**16 ОКТЯБРЯ**  
**«ДЕНЬ РАБОТНИКОВ**  
**ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**НОВОЕ ПРОГРАММНОЕ**  
**ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**  
**CREDO ТОПОПЛАН ВЕРСИИ 1.01**  
**INDORCAD/ТОРО**  
**ГИС «Pocket Нева»**

**СПУТНИКОВЫЕ МЕТОДЫ**  
**ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗДАНИЙ**  
**И СООРУЖЕНИЙ**

**ПРОГНОЗ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ**

**РОССИЙСКАЯ НАВИГАЦИОННО-**  
**ПИЛОТАЖНАЯ СИСТЕМА ПНС-А**

**ЕВРОПЕЙСКИЙ СПУТНИК**  
**ДЗЗ PLEIADES**

**СПУТНИКОВЫЙ ПРИЕМНИК**  
**LEICA SR20 ДЛЯ ГЕОДЕЗИИ И ГИС**

**НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ DISTO**





**JAVAD®**  
NAVIGATION SYSTEMS



119071, Москва, ул. Стасовой, д. 4, Донской Посад, офис А500  
тел. (095)726-87-32, факс (095)726-87-45, e-mail: russia@javad.com

**Программное обеспечение**

**НЕВА**

*Программа для составления и обновления планов и карт масштабов от 1:500 до 1:25 000 000 непосредственно в полевых условиях с уникальными возможностями:*

- стандартные классификаторы условных знаков планов и карт полного масштабного ряда;
- стандартные бланки топографической семантики;
- работа с различными тематическими картами и ГИС (авиационными, морскими, навигационными, специального назначения);
- удобный интерфейс создания и редактирования объектов (доступны все слои одновременно);
- эргономичный режим различных съемочных задач;
- аппаратная независимость от производителя измерительного инструмента;
- компактный внутренний ГИС формат;
  - импорт/экспорт различных векторных форматов ГИС и CAD;
  - управление слоями и выборками для создания собственных ГИС приложений.

**ENSEMBLE**

*Программа постобработки результатов наблюдений спутников глобальных навигационных систем GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. Программа позволяет обрабатывать одночастотные и двухчастотные кодовые и фазовые наблюдения спутников как для каждой системы в отдельности, так и для обеих систем совместно.*

OK

620144, г. Екатеринбург,  
ул. Фурманова, 109, офис 610,  
(здание УралНИИГипрозем)  
тел./факс: +7(343)210-9191  
e-mail: geosys@r66.ru  
e-mail: ugt-company@mail.ru  
http://www.ugt.ur.ru

117049, г. Москва,  
ул. Мытная, 28, корп.1,  
тел.: +7(095)771-6923  
факс: +7(095)959-8048  
e-mail: www.gtcomp.ru  
e-mail: 4all@gtcomp.ru

443058, г. Самара,  
ул. 22 Партсъезда, 41, оф.102,  
тел./факс: +7(8462)76-3555  
e-mail: ugt-samara@mail.ru

630075, г. Новосибирск,  
ул. Народная, д. 20, оф.14,  
тел./факс: +7(3832)76-2165  
e-mail: geosys@ngs.ru

Генеральный дистрибьютор  
Javad Navigation Systems в России

Подробности о ПО НЕВА читайте в этом номере журнала

### Уважаемые коллеги!

Этот номер журнала, посвященный «Дню работников дорожного хозяйства», открывает статья профессора В.В. Филиппова, который стоял у истоков создания программного комплекса CREDO и продолжает тесное творческое сотрудничество с коллективом разработчиков компании «Кредо-Диалог» (с. 4). Приведенный автором анализ использования ГИС и САПР как основных систем обработки информации в дорожной отрасли показывает, что многие проблемы развития дорог решаются за счет совместного использования ГИС и САПР, сквозного моделирования дороги и ее сооружений, совершенствования методологии автоматизированного проектирования, технического, математического, программного, методического и организационного обеспечения САПР автомобильных дорог.

Использование на практике новой версии системы CREDO ТОПОПЛАН (с. 9), программного обеспечения IndorCAD/Торо (с. 14), ГИС «Карта 2005» (с. 41) и ГИС «Pocket Нева» для работы с КПК (с. 50) позволит значительно расширить возможности подготовки цифровых моделей местности, создания и обновления крупномасштабных планов и карт различных масштабов наземными методами. Предложенную технологию обновления карт и планов с использованием программного обеспечения ГИС «Pocket Нева», КПК и спутникового приемника по уровню автоматизации измерений и наглядности представления топографо-геодезической информации в цифровом виде можно по праву назвать «электронной мензулой».

Цифровые модели поверхности рельефа находят применение при прогнозе зон затопления во время паводков и наводнений. Теоретическое обоснование и опыт построения модели поверхности рельефа в виде В-сплайна 3-го порядка с использованием в качестве исходных данных цифровых карт масштаба 1:200 000 представлены на с. 53.

Спутниковые методы определения пространственных координат находят применение при создании опорных геодезических сетей, выполнении топографических съемок, инвентаризации земель и объектов недвижимости, контроле выполнения строительно-монтажных работ. Одной из новых областей их использования можно считать геодезический мониторинг высотных зданий и сооружений (с. 17).

Конструкция и функциональные возможности спутниковых приемников постоянно совершенствуются. В этом номере представлен новый многофункциональный одночастотный приемник GPS Leica SR20 (с. 44), который можно использовать для выполнения измерений пространственных координат как пунктов опорных геодезических сетей различного назначения, так и отдельных пикетов при съемке местности.

Спутниковые технологии позволяют раскрыть суть таких классических понятий как геодезический, магнитный и осевой меридианы. В разделе «Образование» приводится описание практического занятия, проводимого автором со студентами I курса трех факультетов МГУ им. М.В. Ломоносова, которые, используя технический теодолит с буссолью и спутниковый навигационный приемник, осваивают приемы получения величин сближения меридианов и склонения магнитной стрелки (с. 56).

При топографической съемке и технической инвентаризации на больших территориях целесообразно применять воздушные и космические методы. Цифровые или фотографические снимки, полученные этими методами, требуют их пространственного ориентирования — привязки. Привязка снимков может выполняться как по точкам планово-высотной подготовки (ПВП), выбираемым на земной поверхности, так и по элементам ориентирования снимков в пространстве в момент измерений. В разделе «Технологии» приводятся:

- последовательность операций по подготовке проекта ПВП на ЦФС «Талка» (с. 23);
- теоретическое обоснование точности определения элементов ориентирования с использованием глобальных навигационных спутниковых и инерциальных систем (с. 35);
- экспериментальные исследования по определению элементов ориентирования снимков с помощью автономного пилотажно-навигационного средства — ПНС-А (с. 38);
- технологические решения, заложенные в конструкцию космического аппарата Pleiades, разрабатываемого по программе французского космического агентства CNES, для получения изображений с пространственным разрешением до 0,7 м (с. 20).

Среди простейших средств измерений большой популярностью пользуются ручные лазерные дальномеры, среди которых наиболее популярны Leica DISTO™ (с. 47). В статье приводятся классификация, технические и эксплуатационные характеристики 6-го поколения этих дальномеров.

Сентябрь-октябрь 2005 г. оказался насыщен большим количеством мероприятий. Итоги некоторых из них вошли в раздел «Новости» (с. 26) и представлены Е.М. Медведевым в разделе «Медвежий угол» (с. 33). Итоги остальных событий, таких как, INTERGEO 2005; Экономический форум «Подготовка профессиональных кадров в области наук о Земле — главный фактор ускорения экономического развития страны»; 7-й съезд Союза маркшейдеров России; 5-я научно-практическая конференция, посвященная 80-летию образования кафедры фотограмметрии МИИГАиК; 11-я пользовательская конференция ESRI и Leica Geosystems в России и СНГ и др. будут представлены в следующем номере журнала.

Обращаем внимание читателей журнала, что для получения пригласительных билетов на выставку GEOFORM+ 2006 (14–17 марта 2006 г.) можно воспользоваться купоном, имеющимся в этом номере журнала, который также дает право участвовать в лотерее.

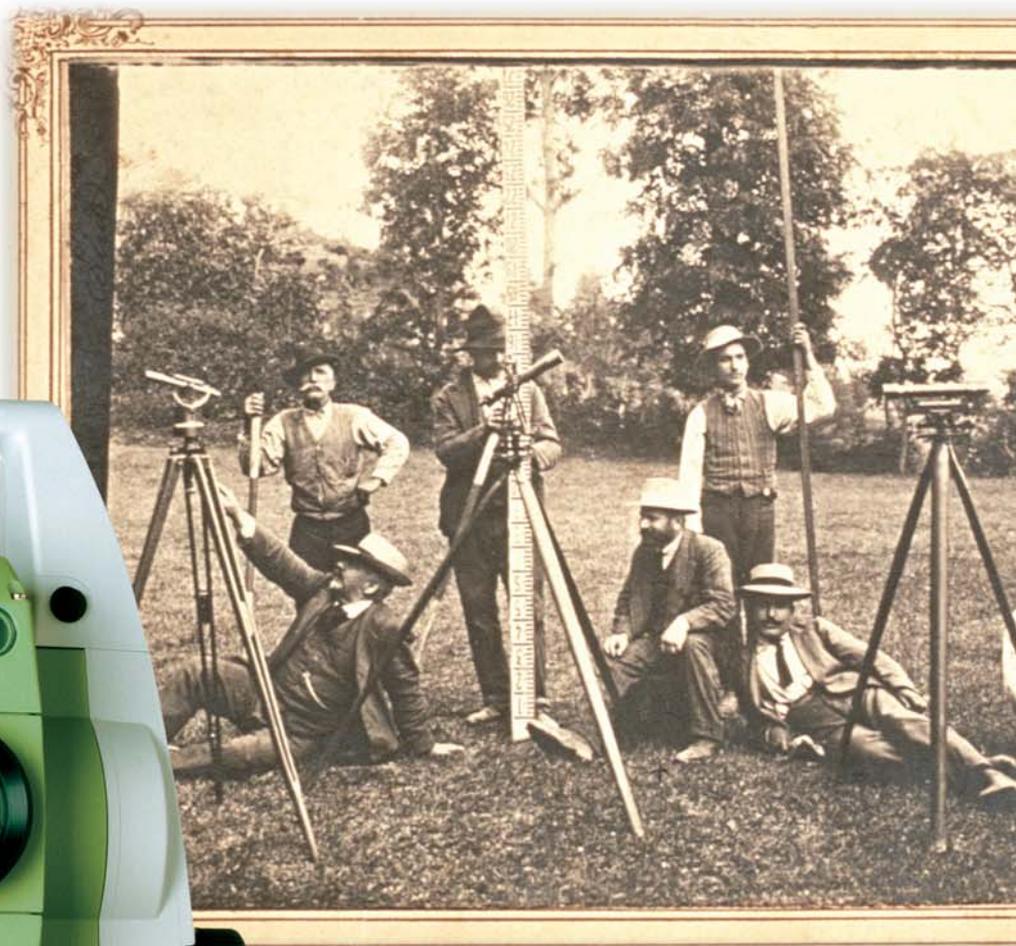
Редакция журнала

# LASERBUILD

ОФИЦИАЛЬНЫЙ  
ДИСТРИБЬЮТОР

*Leica*  
Geosystems

Традиции качества  
и надежности



Современное  
геодезическое  
оборудование

Электронные тахеометры

GPS станции

Цифровые, оптические  
и лазерные нивелиры

Приборы вертикального  
проектирования

Лазерные дальномеры

Москва (095) 101 33 54  
Санкт-Петербург (812) 329 32 62  
[www.laserbuild.ru](http://www.laserbuild.ru)

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

Группа компаний «Геотехнологии», «Навгеоком», Компания «Геокосмос», LaserBuild, Leica Geosystems, Sokkia, «Геостройизыскания», Московское представительство Trimble Navigation, «Гео-Надир», «Геотрейд», «ГеоПолигон», «ГеоЛИДАР», «Промнефтегрупп», «GPScom», «Совзонд», «Талка-ТДВ», Центр прикладной геодинамики, «ПРАЙМ ГРУП», «ЭСТИ МАП», «Геосервисприбор», УОМЗ, «Текнол», «Уралгеоинформ», КБ «Панорама»

Учредитель и шеф-редактор  
**В.В. Грошев**

Главный редактор  
**М.С. Романчикова**

Редактор  
**Т.А. Каменская**

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

Дизайн макета и обложки  
**И.А. Петрович**

На первой странице обложки — фотографии, предоставленные СП «Кредо-Диалог».

#### Редакция:

Почтовый адрес: 117513, Москва, Ленинский пр-т, 135, корп. 2  
Тел/факс: (095) 223-32-78  
E-mail: info@geoprofi.ru  
www.geoprofi.ru

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

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

Периодичность издания — шесть номеров в год.

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

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать 31.10.2005 г.

**Предпечатная подготовка**  
Издательство «Прспект»

**Печать** «Технология ЦД»

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПРАЗДНИК

В.В. Филиппов <b>ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ</b>	4
--	---

## ТЕХНОЛОГИИ

Д.В. Чадович <b>НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ CREDO ТОПОПЛАН ВЕРСИИ 1.01</b>	9
С.С. Варущенко, Д.А. Петренко, А.В. Скворцов <b>ОБРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ТОПОПЛАНОВ В INDORCAD/TORO</b>	14
А.М. Донец <b>ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОТОЧНЫХ СПУТНИКОВЫХ МЕТОДОВ</b>	17
М.А. Болсуновский <b>ЕВРОПЕЙСКИЙ СПУТНИК ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ PLEIADES</b>	20
А.И. Алчинов, В.Б. Кекелидзе <b>СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЙ ПОДГОТОВКИ НА ЦФС «ТАЛКА»</b>	23
Е.М. Медведев <b>ИНТЕГРАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ GPS/IMU</b>	35
О.С. Салычев, В.В. Воронов <b>НАВИГАЦИОННО-ПИЛОТАЖНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АЭРОСЪЕМОЧНЫХ РАБОТ</b>	38
А.Г. Демиденко <b>ИМПОРТ ДАННЫХ ИЗ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ В ГИС «КАРТА 2005»</b>	41
О.В. Евстафьев <b>ОДНОЧАСТОТНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ ПРИЕМНИК GPS LEICA SR20 ДЛЯ ГЕОДЕЗИИ И ГИС</b>	44
А.Н. Свиридов <b>РУЧНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ LEICA DISTO™ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ</b>	47
С.А. Миронов <b>ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ГИС «Pocket Нева»</b>	50
С.В. Серебряков, А.Н. Гуцин, М.Е. Коршунов, В.В. Гусев <b>ОПЫТ ПРОГНОЗА ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ПАВОДКАХ И НАВОДНЕНИЯХ</b>	53

<b>НОВОСТИ</b>	26
----------------	----

## МЕДВЕЖИЙ УГОЛ

Е.М. Медведев <b>ПРИРАСТАЯ СИБИРЬЮ... (НЕФОРМАЛЬНЫЙ ОТЧЕТ О РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ КОМПАНИИ «ГЕОЛИДАР» В ТОМСКЕ И КРАСНОЯРСКЕ)</b>	33
--	----

## ОБРАЗОВАНИЕ

В.С. Кузов <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ СБЛИЖЕНИЯ МЕРИДИАНОВ И СКЛОНЕНИЯ МАГНИТНОЙ СТРЕЛКИ</b>	56
---	----

<b>КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ</b>	58
--------------------------	----

<b>ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ</b>	59
-------------------------	----

# ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

**В.В. Филиппов** (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина)

В 1959 г. окончил дорожно-строительный факультет Харьковского национального автомобильно-дорожного университета (Харьковский автомобильно-дорожный институт — ХАДИ) по специальности «автомобильные дороги» с присвоением квалификации «инженер путей сообщения». После окончания института работал в СУ № 6 треста Донецкдорстрой (Енакиево, Украина) дорожным мастером, директором асфальто-бетонного завода, начальником производственно-технического отдела и и. о. главного инженера. С 1962 г. работает в ХАДИ младшим научным сотрудником, аспирантом, ассистентом, доцентом, заведующим кафедрой геодезии и строительного черчения, профессором кафедры изысканий и проектирования дорог, с 1994 г. по настоящее время — профессор кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог.



## ▼ Первоочередные задачи развития дорожной отрасли

Темпы развития дорожной отрасли в настоящее время существенно отстают от темпов роста экономики и уровня автомобилизации. Поэтому высок износ значительной части автомобильных дорог и неудовлетворительны их технический уровень и эксплуатационное состояние. Сложившаяся за многие годы конфигурация дорожной сети не оптимальна, имеет ярко выраженную радиальную структуру, что приводит к значительному перепробегу автотранспортных средств, а плотность сети низка по сравнению с развитыми странами. Из-за высокого уровня издержек и стоимости автомобильных перевозок транспортная составляющая в конечной себестоимости продукции достигает 15–20% против

7–8% в странах с развитой экономикой. Аварийность и смертность на дорогах чрезвычайно высоки (7–8 тыс. в год дорожно-транспортных происшествий (ДТП) со смертельным исходом на Украине и 30–35 тыс. в год в России) и в значительной степени обусловлены низким техническим уровнем дорог, их неудовлетворительным эксплуатационным состоянием. В этих условиях основными задачами развития дорожной отрасли являются сохранение и модернизация уже существующих дорог, преодоление тенденций к разрушению дорожной сети, приоритетная модернизация и развитие опорной дорожной сети, в первую очередь, автомагистралей в составе международных транспортных коридоров, а также дорог, обеспечивающих целостность экономического пространства и связи между регионами.

Решение указанных задач требует в значительной степени не только дефицитных финансовых, материальных, трудовых и прочих ресурсов, но и развития информационных технологий в дорожной отрасли. Актуальна необходимость качественных изменений на всех стадиях сбора, обработки и упорядочения информации, на всех этапах непре-

рывной спирали жизненных циклов развития как самой дороги, так и ее сооружений — изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации и снова изысканий для проектирования, реконструкции, ремонта и т. д.

## ▼ Геоинформационные системы (ГИС) и системы автоматизированного проектирования (САПР) — основные системы обработки информации в дорожной отрасли

В дорожной отрасли ГИС используются при решении управленческих задач, в том числе для планирования развития дорожных объектов, распределения ресурсов, обоснования объемов и сроков работ. Средствами ГИС обеспечивается обработка информации о техническом уровне и эксплуатационном состоянии автомобильных дорог и их сооружений: путепроводов, мостов и других сооружений мостового перехода, искусственных сооружений (малых мостов и труб, тоннелей, галерей, подпорных стен и т. п.), зданий дорожной и автотранспортных служб, технических средств организации движения и пр. При создании ГИС мониторинга автомобильных дорог используются специализированные программные продукты, а основой служат автоматизиро-

ванные банки дорожных данных, данные электронных паспортов дорог, результаты обработки данных в различных системах.

Средствами САПР решаются задачи проектирования новых дорог, реконструкции и ремонта существующих. В принципе, ГИС и САПР должны обмениваться информацией. Однако практическая реализация этого принципа затрудняется рядом методологических, организационных, технических и других проблем.

Так, например, различна методология решения задач управления и эксплуатации дорог, проектирования и строительства. В задачах управления и эксплуатации дорог, в основном, оптимизируются функциональные, потребительские свойства дороги, т. е. безопасность, удобство и эффективность движения, для чего нужна макромодель дороги и дорожных сооружений. В меньшей степени нужна информация об объекте в виде детальных чертежей, спецификаций и т. п. В большинстве существующих САПР, и это можно признать их основным недостатком, в первую очередь, решаются задачи проектирования объекта в виде детальных чертежей, спецификаций, таблиц, ведомостей объемов работ и т. д. для обеспечения строительства. Во вторую очередь, но далеко не всегда, оптимизируются функциональные, потребительские свойства дороги. Необходимый для решения этой задачи этап моделирования дороги, в целом, остается незавершенным.

#### ▼ Проблемы совместного использования ГИС и САПР

Полноценному использованию ГИС в дорожной отрасли и их совместимости с САПР мешает укоренившаяся методология моделирования дороги на основе устаревшей формы линейных графиков образца 1950–1960-х гг. По сути, методология линейных графиков положена в основу ГИС мониторинга автомобильных дорог и практически в такое же, очень приближенное представ-

ление о дороге в псевдо-электронных паспортах дорог. Для проектирования ремонта и реконструкции дорог в САПР данные этих паспортов не могут быть использованы из-за несовместимых требований к точности и полноте данных эксплуатационных и проектных документов. Детальность и координатная точность моделей дороги и ее сооружений считается чрезмерно излишней для ГИС мониторинга дорог. А модели дорог, построенные в дорожных ГИС, явно недостаточны по точности и полноте данных для проектирования.

Например, такой показатель эксплуатационного состояния проезжей части, как неровность, является одной из главных причин ДТП и стоит на втором месте в дорожных условиях (после сцепных свойств покрытия). Интегральные оценки ровности проезжей части, используемые в ГИС, вполне достаточны для планирования ремонта. Но для проектирования продольного и поперечного выравнивания проезжей части в проектах ремонтов необходимы детальные цифровые модели дорожного покрытия, возможность построения которых имеется только в отдельных САПР. Анализ накопления и использования данных по ровности, прочности дорожных одежд и других параметров дороги показывает несовершенство банков данных в дорожной отрасли и остроту проблемы потери информации и неоднократного повторения работ по ее сбору и обработке.

Аналогично обстоит дело с результатами измерений многих других параметров технического уровня дороги и ее эксплуатационного состояния. В дорожных ГИС используются точечные измерения грунтово-геологических, физико-механических и эксплуатационных характеристик. Для целей же автоматизированного проектирования такие точечные данные мало пригодны, поскольку не обеспечивают построение непрерывной модели.

Редкие точечные данные приводят к существенному разрыву процесса автоматизированного проектирования и делают результаты проектирования недостаточно достоверными. Новое качество, необходимое для автоматизированного проектирования, эта информация получает только при использовании цифровых методов сбора и обработки информации. Именно такие методы необходимы для построения цифровой объемной геологической модели полосы проектирования дороги. Данные для моделей могут быть получены при инженерно-геологических изысканиях методами георадиолокации, малоглубинного сейсмического и электромагнитного зондирования, электропрофилирования и электроразведки. Например, детальная грунтово-геологическая модель автомобильных дорог, аэродромных покрытий с идентификацией инженерных коммуникаций и оценкой прочности дорожных одежд и грунтового основания эффективно строится с использованием георадаров.

По завершении строительства, реконструкции или ремонта дороги по проектам, выполненным в том числе и в САПР, информация, собранная и обработанная на этапе проектирования, должна быть скорректирована на основе исполнительной съемки. Но исполнительная съемка в большинстве случаев ведется выборочно, в основном, для подтверждения допустимых отклонений параметров дорожных объектов от проектных. Отклонения параметров построенных дорог от проектных могут быть существенными. Так, исследования профессора В.В. Столярова около 600 км дорог в Московской, Саратовской и Самарской областях показали, что радиусы вертикальных кривых в пределах одной кривой могут изменяться в 20 раз и более. В пределах одной кривой в плане ее радиус нередко изменяется в 5–10 раз, а колебание ширины покрытия дости-

гает 1,5–2 м на участке в 1 км. Поэтому без достоверной исполнительной съемки значительная часть объективной информации остается потерянной. Это также приводит к повторным изыскательским работам при проектировании последующих ремонтов и реконструкции дорог.

Для решения проблемы повторности работ и объективности данных о дороге логично при строительстве и эксплуатации дорог сопоставлять цифровую модель строящейся и эксплуатируемой дороги с цифровой моделью дороги (ЦМД), запроектированной в САПР, и фиксировать изменения. Только в этом случае окончательная ЦМД будет достаточно достоверной и может быть передана в ГИС мониторинга дороги. Остается решить проблему конвертирования данных САПР в файлы обменного формата ГИС. Но подавляющее большинство программного обеспечения, на которых базируются САПР автомобильных дорог, не имеют соответствующих программ для такого конвертирования. Поэтому и дорожные ГИС практически не используют результаты САПР, что требует повторного проведения работ по сбору и обработке значительных объемов информации.

Особо следует отметить задачи информационного обеспечения стратегического развития и управления дорожной отраслью. Существуют объективные трудности решения задач управления при ограничениях ресурсов из-за дефицита денежных и натуральных ресурсов и противоречивости критериев оптимизации решений на этапах управления и проектирования. Критерии безопасности, удобства и эффективности движения противоречат критериям стоимости строительства и эксплуатационных затрат. Аналогичная ситуация существует с энергетическими и экологическими критериями. Вид целевой многокритериальной функции для оптимизации решений в задачах управления и проектирования дорог довольно слож-

ный. Поэтому проблема оптимизации решается не составлением аналитической целевой функции, а разработкой технико-экономической модели и последующим имитационным моделированием процессов функционирования дороги с расчетом показателей безопасности и удобства движения, эксплуатационных затрат, энергетических и экологических показателей. К сожалению, далеко не все программные продукты обеспечивают моделирование такого рода.

#### ▼ Проблемы сквозного моделирования и единой информационной технологии

Таким образом, методология сквозного моделирования должна стать ключевой в программных продуктах на всех этапах развития дорожной отрасли — от изысканий и проектирования до эксплуатации, мониторинга и управления, т. е. как в САПР, так и в ГИС. Необходимость создания единой информационной технологии в дорожной отрасли является обязательным требованием ее качественного развития.

В реализации методологии сквозного моделирования в программных продуктах для САПР есть определенные трудности. Во-первых, не все стадии проектирования дорог обеспечены соответствующими программными продуктами. Предпроектные стадии развития дорог включают программу развития дорог (ПРД) и обоснование инвестиций (ОИ), а проектные — инженерный проект (ИП) и рабочие чертежи (РЧ). Практически все известные программные продукты обеспечивают достаточно полное автоматизированное проектирование лишь на проектных стадиях ИП и РЧ. Стадии ПРД и особенно ОИ нуждаются в специализированных программных продуктах.

Во-вторых, несмотря на очевидность необходимости нисходящего моделирования дороги (от ПРД до РЧ), состав и структура модели дороги менее всего определены и формализованы для стратегически важных в раз-

витии дорожной отрасли стадий ПРД и ОИ. Между тем, содержание работ и результаты проектирования на этих стадиях вполне определены. Так, основой для разработки ПРД служат целевые или региональные программы развития автомобильных дорог между крупными административными центрами или грузообразующими объектами. В частности, в ПРД строительства новой дороги сравниваются варианты принципиального направления трассы с учетом изменения зон тяготения, влияния транспортного обслуживания населения, социального и экономического развития и экологической обстановки региона, перспектив использования территорий, изъятия земельных участков, сроков и продолжительности строительства, размеров и экономической эффективности инвестиций. В ОИ на основе транспортно-экономических характеристик района тяготения сравнивают варианты развития дороги: характеристики и оценку вариантов, оценку дисконтированных, транспортных, строительных и эксплуатационных затрат, потерь от ДТП, экологического ущерба, дисконтированного дохода, экономической эффективности инвестиций. В ОИ обосновывают: выбор земельного участка для строительства дороги; технические условия и требования по развитию и эксплуатации дороги на период проектирования и строительства, предусмотренный ОИ; технические параметры дороги и местоположение ее сооружений. Методики обработки информации на стадиях ПРД и ОИ достаточно апробированы, поэтому задачи моделирования дороги ясны, и разработка программных продуктов для них не может быть сложной.

#### ▼ Проблемы развития методологии проектирования в САПР

Многие проблемы развития САПР являются результатом накопившихся противоречий в методологии проектирования, закрепленной в строительных нор-

мах и правилах, Государственных стандартах, с требованиями заказчиков и строителей. Так, проблема совершенствования программных продуктов для стадий ИП и РЧ в значительной степени определяется укоренившейся методологией скорее не автоматизации, а «механизации» проектно-изыскательских работ. Многие программы просто копируют традиционные методы «ручного» проектирования. Примером может служить трассирование автомобильных дорог. На этапе полевых изысканий в большинстве случаев, а при изысканиях для реконструкции существующих дорог — практически всегда, геодезисты трассируют по выбранному направлению, т. е. линейным методом. Камеральное проектирование выполняется на основе полевых данных, а закрепленная на местности трасса передается заказчику для организации строительства дороги. В принципе, верно, что основные решения по проекту дороги принимаются в поле. Однако вследствие именно линейных изысканий не определяется наилучшее положение трассы на местности, в том числе и по грунтово-геологическим, гидрологическим и другим условиям. В большинстве случаев трассы, закрепленные вершинами углов, точками начала и конца кривых, — это так называемые «жесткие» трассы, плохо вписанные в рельеф местности, не обеспечивающие минимальной стоимости, необходимой безопасности движения, эстетических и экологических свойств и т. д. В этом случае вполне обоснованы претензии заказчика к потребительским свойствам таких трасс. При существующей практике продольного геометрического нивелирования трассы и поперечных профилей полоса съемки ограничена размерами поперечных профилей. Такая полоса местности недостаточна при дальнейшем камеральном поиске окончательного варианта трассы. Исправлять такие полевые трассы в камеральных

условиях невозможно, а повторные полевые работы достаточно дорогостоящие. Таким образом, традиционная практика изысканий и проектирования ориентирована на принятие основных решений по положению трассы именно в пределах узкой полосы, без учета возможностей современных цифровых технологий, интенсивно внедряющихся в полевую и камеральную сферы проектно-изыскательских работ. В то же время современные методы и практика проектирования доказывают, что существенное улучшение качества дорог достигается при их вариантно проективном проектировании на широкополосной цифровой модели местности (ЦММ), которая информативно гораздо богаче, чем данные традиционной линейной съемки. Такая полосная ЦММ создается в полевых условиях с использованием наземных и спутниковых цифровых методов сбора и обработки полевых данных, а также данных дистанционного зондирования (аэро- и космических снимков, воздушного лазерного сканирования и т. п.).

Однако без наличия в программных продуктах различных функций для интерактивного построения любых элементов трассы, отработанных методик использования этого инструментария для трассирования в различных условиях, автоматизированного анализа плавности трассы и ее элементов, методик оценки качества трассы — без всех этих компонентов программный продукт, предназначенный для САПР, будет несовременным и неэффективным.

Еще одна проблема развития САПР автомобильных дорог обусловлена тем, что традиционные методы проектирования «на чертеже» достигли предела, исчерпали возможности дальнейшего совершенствования. В этих методах проектирование идет от чертежей отдельных проекций к пространственной модели объекта. При этом полное представление об объекте, его простран-

ственных и, самое главное, функциональных особенностях, появляется только к концу вычерчивания всех чертежей.

Новый качественный уровень проектирования достигается заменой концепции «от чертежа к модели» на концепцию «от модели к чертежу». Многие атрибуты чертежа, например, всевозможные размеры, рамки, штампы, таблицы спецификаций, разрезы и т. д. мешают целеному восприятию модели проектируемого объекта, снижают ее эффективное, удобное редактирование и качество компьютерной визуализации. В свою очередь, на ряде стандартных чертежей совершенно не нужны многие подробности пространственной и семантической информации, в значительной степени определяющей сущность модели объекта.

Таким образом, в концепции «от модели к чертежу», чертежи и разнообразные таблицы, ранее служившие изначальной основой структуризации и описания проектируемых объектов, теперь рассматриваются только как средство отображения каких-либо специфических проекций и свойств цифровой модели проектируемого объекта (ЦМО). Все атрибуты чертежа теперь сосредотачиваются только в модели чертежа объекта (МЧ). Основные модели в современных САПР — это ЦММ, ЦМО, МЧ. И только из МЧ осуществляется вывод на печать в принятых стандартах их оформления.

Реализация такой прогрессивной методологии проектирования становится возможной, с одной стороны, вследствие насыщения САПР более содержательными, близкими к объективной реальности математическими моделями, с другой, — вследствие совершенствования интерактивных методов работы с моделями проектируемых объектов.

#### ▼ Проблемы обеспечения САПР автомобильных дорог

Существует и ряд других проблем развития САПР автомобильных дорог, в том числе:

— повышение уровня сквозной автоматизации при проектировании (решается в значительной степени за счет совершенствования технического обеспечения САПР);

— повышение уровня качества математического обеспечения САПР (обеспечивается насыщением САПР, с одной стороны, более содержательными, близкими к объективной реальности математическими моделями, с другой — совершенствованием интерактивных методов работы с моделями проектируемых объектов);

— совершенствование программного обеспечения САПР (решается благодаря тесному сотрудничеству специалистов в области дорожного проектирования и программистов);

— повышение уровня качества методического обеспечения САПР (решается за счет совершенствования правил проектирования в САПР, технической документации, методических указаний, пособий и т. п.);

— совершенствование организационного обеспечения САПР (часть проблемы, обусловленная несоответствием уровня программных продуктов и профессионального уровня проектировщиков, решается как за счет совершенствования учебных программ вузов, так и проведения семинаров разработчиками программных продуктов по обучению и сертификации специалистов).

Решение поднятых в статье проблем, по моему мнению, позволит перейти к качественно новому уровню развития дорожной отрасли. Создание единой информационной технологии обеспечит комплексное решение задач стратегического планирования, проектирования, строительства, эксплуатации и управления автомобильными дорогами и их инфраструктурой. Для этого необходимо направленное развитие всех сторон научно-практической деятельности проектно-изыскательских, строительных и эксплуатационных организаций, разработчи-

ков программного обеспечения. Немаловажным фактором является участие в данном процессе учебных заведений, которые обеспечивают отрасль квалифицированными специалистами, способными с максимальной эффективностью использовать и развивать информационные технологии.

**RESUME**

The matter of concern in developing the road industry calls for the developing information technologies. An analysis is given on using the GIS and CAD systems as the main information processing systems in the road industry. It is shown that many problems of the road network development are solved due to the GIS and CAD integrated usage, an end-to-end planning of a road and the relevant engineering constructions and improvement of both the methodology of an automated designing and technical, mathematical, software, methodological and organizational support of the motor road CAD.

**Аэрофотосъемка**

**Лазерное сканирование**

**Фотограмметрия**

**3D моделирование**

**ЦПГЕО**  
ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

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

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ CREDO ТОПОПЛАН ВЕРСИИ 1.01

Д.В. Чадович («Кредо-Диалог», Минск, Белоруссия)

В 1983 г. окончил географический факультет Белорусского государственного университета им. В.И. Ленина (Минск) по специальности «география». В настоящее время учится на геодезическом факультете Полоцкого государственного университета. Работал в ГПИ «Союзводоканалпроект» (Минское отделение); на Предприятии № 5, Экспедиция № 81 ГУГК; в НПО «Белаэрокосмогеодезия». С 1999 г. работает в СП «Кредо-Диалог», в настоящее время — ведущий инженер-геодезист.

В ноябре 2003 г. в промышленную эксплуатацию вышла система CREDO ТОПОПЛАН 1.0, которая была представлена на V конференции «Современные технологии изысканий, проектирования и геоинформационного обеспечения в промышленном, гражданском и транспортном строительстве» (2003 г., Москва).

Около 200 организаций уже используют CREDO ТОПОПЛАН 1.0, причем ряд специалистов решает с ее помощью производственные задачи, другие, изучая компоненты системы и их взаимодействие, структуру данных, вырабатывают наиболее оптимальную схему перехода на новые программные продукты CREDO III и включения их в технологическую цепочку предприятий.

В настоящее время готовится к выпуску новая версия системы, в которой учтен опыт работы с CREDO ТОПОПЛАН 1.0, в том числе существенно развита функциональность, благодаря усовершенствованным алгоритмам значительно увеличена скорость обработки данных, устранены замечания пользователей, возникшие в процессе эксплуатации. Всем пользователям CREDO ТОПОПЛАН 1.0 новая версия системы будет предоставляться бесплатно. Предусмотрена защита с ограничением сро-

ка работы программы, что позволяет приобретать систему с поэтапной оплатой.

Рассмотрим подробнее функциональные дополнения и изменения, внесенные в систему CREDO ТОПОПЛАН 1.01.

## ▼ Процесс импорта данных из других систем CREDO

Одним из основных источников данных для работы системы CREDO ТОПОПЛАН являются первичные материалы полевых съемок — проекты, создаваемые в системе CREDO\_DAT 3.0 (файлы GDS).

В новой версии обеспечена корректная и быстрая передача основных данных, присутствующих в файле GDS. Например, кроме тематических объектов импортируются значения их семантических свойств. При этом система выполняет сопоставление их типов. Также импортируются растровые подложки, использовавшиеся в проектах CREDO\_DAT.

Существенные дополнения внесены в импорт проектов, выполненных в системах CREDO\_TER(MIX). Теперь в новую версию CREDO ТОПОПЛАН передаются блоки текста, точки геометрии и строительные системы координат.

## ▼ Технологические возможности системы

Новая функция «Выре-

зать/копировать данные» предоставляет пользователям дополнительные технологические возможности редактирования и использования цифровой модели местности. Благодаря этой функции можно:

- вырезать и передавать участки (например, планшеты) съемки для внесения текущих изменений при ведении дежурного цифрового крупномасштабного плана;

- организовывать параллельную работу группы пользователей над моделью одной площадки;

- передавать часть модели другим подразделениям или организациям для проектирования;

- вырезать нужную часть модели местности и экспортировать в форматы DXF или MIF/MID посредством программы CREDO Конвертер и др.

Контур вырезки модели может иметь произвольную форму, и его можно создавать на точках цифровой модели местности по местоположению курсора или захватом линий. В определенном пользователем контуре (на рис. 1 контур красного цвета), в зависимости от настройки, вырезаются или копируются все элементы выбранных проектов для сохранения целостности модели, независимо от того, включена ли их видимость.

После завершения процесса вырезки/копирования в текущем наборе проектов на верхнем уровне создается пустой узел (с именем «Вырезка» или «Копирование»), а в качестве подчиненных ему передаются вырезаемые/копируемые проекты исходного набора проектов с сохранением иерархии.

Для того чтобы обеспечить более гибкую работу со слоями, в новой версии наряду с возможностью врезки данных одного слоя в другой предусмотрена возможность вставки слоя. В дополнение к реализованным в первой версии методам копирования и вырезки существующих слоев данная функция позволяет упростить процесс обмена данными, а именно: перенести или скопировать выбранный слой на любой уровень иерархии любого проекта. Кроме того, пользователь может удалить пустые слои.

▼ **Построение геометрических элементов модели**

Существенно расширены набор и методы работы с примитивами. Так например, добавлена возможность построения:

- прямой, разделяющей угол между двумя прямыми на равные секторы;
- прямой, касающейся криволинейного элемента;
- прямой, соединяющей два криволинейных элемента по касательной к ним;
- клотоиды по различным условиям.

Благодаря этим функциям стало гораздо проще решать такие задачи, как, например, нанесение и редактирование красных линий.

Облегчена работа создания площадных объектов по параллелограмму и прямоугольнику. Теперь пользователь может уточнить их параметры (например, стороны фигур) непосредственно в процессе построения. Это позволяет исключить этап

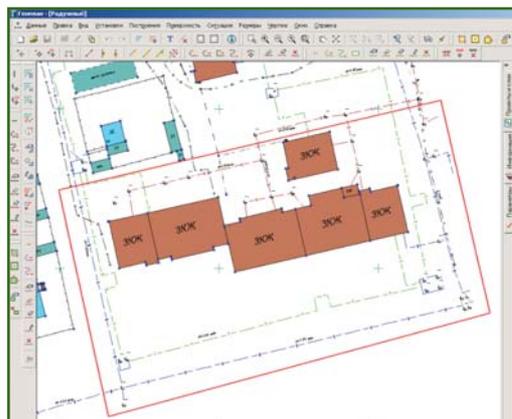
предварительного создания полилиний при построении объектов по данным обмеров.

Дальнейшее развитие получили методы редактирования полилиний. Пользователь может переместить узел полилинии не только произвольно, горизонтально и вертикально, но и по биссектрисе угла. Аналогичные действия можно выполнить и с любым звеном полилинии, независимо от того, на какой примитив (прямая, клотоида, сплайн) оно опирается. Любой сегмент полилинии (либо всю полилинию целиком) можно заменить одним звеном, причем новое звено может быть не только прямой, но и любым другим примитивом (на рис. 2 красным цветом обозначен сплайн, заменяющий несколько звеньев исходной полилинии).

Еще одна возможность, предоставленная пользователям в новой версии, это редактирование звена посредством изменения параметров примитива, на который оно опирается. Реализация этих функций упрощает процесс редактирования существующих линейных объектов, на которые могут опираться и различные контуры.

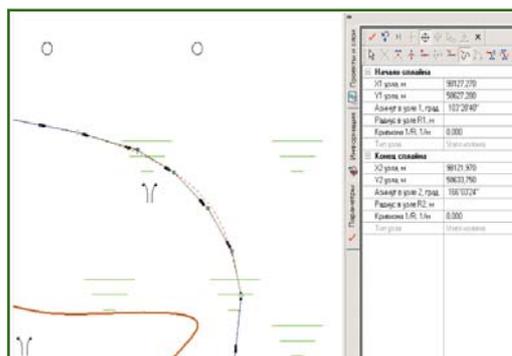
Важным шагом, позволяющим оптимизировать работу, стала функция аппроксимации криволинейных полилиний прямыми звеньями по заданному критерию, в зависимости от которого можно учитывать максимальную длину хорды, ее стрелки или кривой. Это позволяет не использовать заложенную в системе высокую точность аппроксимации криволинейных структурных линий для определенных задач, и тем самым значительно сократить количество точек и, соответственно, ребер триангуляции в процессе моделирования поверхностей по растровым подложкам.

В дополнение к возможности создания масок по полилиниям добавлена новая — построение



**Рис. 1**  
Выбор контура вырезки/копирования

масок по любым пересекающимся или касающимся существующим элементам. Это позволяет создавать маски, в полной мере используя уже имеющиеся построения.



**Рис. 2**  
Пример замены звеньев полилинии

В новой версии появились возможности построения масок как эквидистант к уже существующим маскам. Это ускоряет процесс создания параллельных линейных объектов. При этом можно построить маску со свойствами, отличными от свойств исходной. Так, для линейного тематического объекта «электрокабель» можно задать другой тематический объект, например, «линия электропередач» и ввести его семантические свойства.

Следует отметить, что в отличие от реализованного в первой версии построения эквидистантной полилинии, эквидистанту можно построить не толь-

ко ко всей маске целиком, но и к ее отдельному участку.

Названные возможности существенно повышают скорость и эффективность работы по созданию цифровой модели ситуации и рельефа.

#### ▼ Создание и редактирование подписей

В новой версии можно создать подписи для любого тематического объекта, предварительно определив их состав, вид и количество в «Редакторе Классификатора». Причем, для этого могут использоваться не только семантические свойства, но и неизменяемые тексты, а также символы условных знаков. Так, например, для ЛТО можно указать его диаметр, материал (для таких объектов как трубопроводы), количество проводов (для ЛЭП и ЛС), назначение и т. п. Для площадных тематических объектов (ПТО) используются собственные характеристики, например, описание древостоя для ПТО лес; адрес, назначение, огнестойкость, этажность для здания. После того как подпись создана, ее можно отредактировать.

Предусмотрена возможность создания многострочных текстов, что особенно важно при размещении на топографических планах подписей в несколько строк, например, названий землепользователей. Изменился сценарий создания многострочных текстов — теперь после указания местоположения надписи фокус ввода автоматически переводится в окно параметров для ввода значения, после чего введенное значение сохра-

няется как во время текущего сеанса работы с методом, так и для всех последующих, что значительно упрощает и ускоряет процесс создания однотипных надписей.

#### ▼ Работа с группами точечных тематических объектов (ТТО)

Эта возможность существенно повышает скорость работы в системе CREDO ТОПОПЛАН. При этом реализованы методы как группового создания ТТО, так и их группового редактирования. Групповое создание ТТО можно выполнять по существующим точкам. В процессе создания формируется группа требуемых точек, для чего могут использоваться различные способы выбора (одиночный, рамкой, контуром, на линии) и фильтры параметров точек (тип, статус и т. п.).

#### ▼ Автоматическое создание дополнительных штрихов

Для повышения качества графического отображения откосов в новой версии реализована возможность автоматического создания дополнительных штрихов между смежными направляющими, выходящими из одной точки, в соответствии с заданным шагом, что сводит к минимуму необходимость редактирования штрихов в чертежной модели. На рис. 3 показан участок, на котором отсутствуют дополнительные штрихи (в результате чего штриховка прерывается), и тот же участок с дополнительными штрихами, созданными автоматически с заданным шагом.

#### ▼ Моделирование рельефа

Значительно усовершенствованы алгоритмы создания поверхностей, что позволило сократить время процесса построения триангуляции, смягчить требования системы к исходным данным и, соответственно, упростить работу пользователей. Теперь произвольные контуры, в которых необходимо создать или пересоздать поверхность, можно определять, не только указывая вершины, но и используя любые существующие линейные элементы (в том числе и криволинейные), а при необходимости и комбинацией этих способов.

Для обеспечения достоверности и точности моделей поверхности в системе CREDO ТОПОПЛАН широко используются структурные линии (СЛ). Следует отметить, что в CREDO III понятие структурной линии значительно расширено за счет ее свойств как трехмерной полилинии — она всегда имеет продольный профиль и довольно часто нелинейна, так как в ее состав, причем и в плане, и в профиле, могут входить криволинейные элементы. Необходимо учитывать, что в создании поверхности участвуют только корректные структурные линии. Однако иногда возникают ситуации, когда при пересечении или касании СЛ в плане их профили не имеют общей точки, и поэтому такие структурные линии не участвуют в создании поверхности.

В новой версии в целях исключения таких ситуаций еще на стадии создания масок структурных линий расширены возможности интерполяции существующих данных при определении профиля — отметок точек, поверхностей, профилей и других СЛ. Теперь система сама «предложит» отметки поверхности под узлами маски и рассчитает уклон между ними не только при линейной и

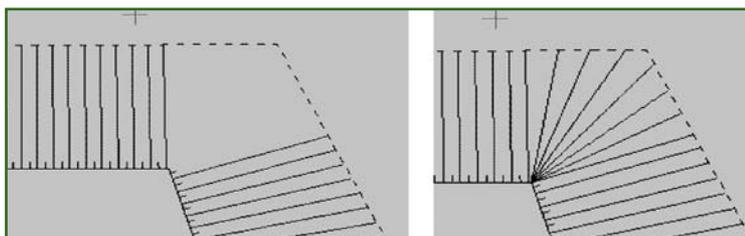


Рис. 3  
Пример создания дополнительных штрихов

сплайн-интерполяции, но и при использовании методов «С постоянной высотой» и «С постоянным уклоном».

Если некорректная ситуация все же возникла, то ее можно устранить, отредактировав профиль одной структурной линии относительно профиля другой, пересекающей ее или касающейся. В результате профиль редактируемой маски наследует отметку исходного профиля, при необходимости создавая новые узлы и сохраняя отметки остальных. Это выполняется непосредственно в окне «Плана», что позволяет свести к минимуму необходимость корректировки профилей структурных линий в окне «Профиля», использовать его для более сложного редактирования (например, моделирования подпорных стенок) и получения пространственного представления модели рельефа (наряду с возможностью построения разреза по произвольной линии).

Кроме того, как отмечалось выше, реализован метод построения эквидистантных структурных линий, в котором профили новой маски получаются в результате преобразования профилей исходной маски по заданным пользователем параметрам (превышение, уклон или заложение). Здесь же можно уточнить необходимость создания вертикальной плоскости и ее высоту.

**▼ Получение информации по объектам модели**

При работе с моделью, насыщенной объектами, и на стадии изучения системы пользователю достаточно часто необходимо получать информацию о том, какой элемент он видит на экране, какому слою и проекту он принадлежит, какие имеет параметры и т. п. В новой версии расширен список элементов, по которым можно получить информацию. Пользователь может получить информацию не только по модельным элементам (тем, ко-

торые он создает непосредственно в процессе работы — точки, маски, полилинии и т. п.), но и по алгоритмически отрисовываемым элементам (горизонтали, ребра треугольников, системы координат и т. д.).

**▼ Создание чертежей**

В случае, когда пользователю необходимо создать и выпустить чертеж нестандартного формата (например, протяженного объекта), CREDO ТОПОПЛАН 1.01 предоставляет возможность создания чертежа произвольного формата. Введенный размер чертежа автоматически сохраняется и для последующих сеансов работы.

Для оформления топографического плана в новой версии пользователю предоставлена возможность проставления размеров следующих типов:

- расстояний между двумя точками по прямой (рис. 4). Для захвата доступны все точечные элементы (рельефные и ситуационные точки, узлы полилиний, ТПО);

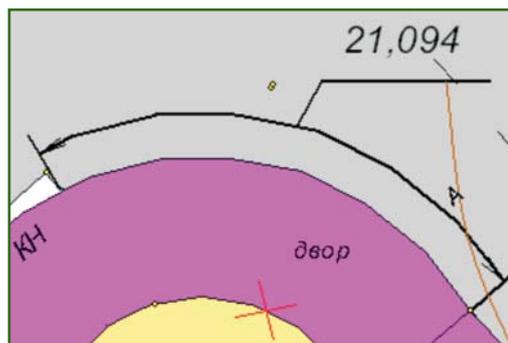
- расстояний по линии (рис. 5). Измеряется расстояние между двумя точками по выбранной полилинии. В методе используется понятие «проекция точки на элемент» (т. е. перпендикуляр), а таких проекций на криволинейные элементы (окружность, сплайн, парабола) может быть множество. В этом случае автоматически выбирается перпендикуляр наименьшей длины (при захвате центра окружности в качестве проекции принимается вертикаль);
- других линейных размеров.

Следует отметить, что по умолчанию размеры проставляются в соответствии с параметрами, введенными в диалоге «Стили проекта» (аналогично тому, как это было реализовано в первой версии для стилей отображения поверхностей). При этом пользователь может редактировать параметры стилей как



**Рис. 4**  
Пример проставления размеров по прямой

в диалоге, так и непосредственно при создании или редактировании любого размера.



**Рис. 5**  
Пример проставления размеров по полилинии

В данной статье представлены наиболее значимые и актуальные, на наш взгляд, дополнения и изменения, реализованные в системе CREDO ТОПОПЛАН версии 1.01.

**RESUME**

New capabilities of the CREDO TOPOPLAN system, ver. 1.01 are considered. This software was introduced into commercial operation in November 2003. In particular, the following aspects are described: data import, technological means, retrieval of the model's geometry, creation of and editing annotations, operations with groups of point thematic objects, relief simulation, information extraction on the model's objects and drawing creation.

НЕ ЗАКРЫВАЙТЕ ГЛАЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ

**PENTAX**



R-300X Series Total Station, the Pentax Lighthouse in Survey

**Лёгко и быстро в настройках**

- Лазерный центрир
- Лазерный указатель
- Влагозащитенность IP66
- Увеличение 30x
- Встроен барометр и термометр
- Система автоматической и механической фокусировки
- Поддержка ПО



Компания Геотрейд является официальным дилером Pentax в России.



**НПЦ ГЕОТРЕЙД**  
109028, Россия,  
г. Москва,  
Покровский бульвар,  
д.16/10, стр.1.

[www.geo-trade.ru](http://www.geo-trade.ru)  
E-mail:  
[info@geo-trade.ru](mailto:info@geo-trade.ru)  
Тел./факс: +7 095 916-2335; 916-2173

• R-322 EX/NX	2"	0.6 mgon
• R-323 EX/NX	3"	1.0 mgon
• R-325 EX/NX	5"	1.5 mgon
• R-326 EX	6"	1.9 mgon

**R-300X**  
SERIES TOTAL STATION

ISO  
9001&14001



для Ваших драгоценных мгновений

# ОБРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ТОПОПЛАНОВ В INDORCAD/ТОРО

**С.С. Варущенко** (Институт проблем нефти и газа РАН)

В 1981 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «географ-геоморфолог». После окончания университета работал в Институте физики Земли им. О.Ю. Шмидта АН СССР. С 1998 г. по настоящее время — старший научный сотрудник Института проблем нефти и газа РАН. Кандидат геолого-минералогических наук.

**Д.А. Петренко** (ООО «ИндорСофт», Томск)

В 1999 г. окончил факультет информатики Томского государственного университета по специальности «программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». После окончания института работал ведущим программистом в ООО «Инженерный Дорожный Центр «Индор». С 2003 г. работает в ООО «ИндорСофт», в настоящее время — заместитель директора, руководитель разработки системы автоматизированного проектирования IndorCAD.

**А.В. Скворцов** (ООО «ИндорСофт», Томск)

В 1996 г. окончил факультет информатики Томского государственного университета по специальности «программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». С 2003 г. по настоящее время — директор ООО «ИндорСофт». Одновременно работает профессором кафедры теоретических основ информатики Томского государственного университета и профессором кафедры «Геоинформатика и кадастр» Томского государственного архитектурно-строительного университета.

В настоящее время в России все большей популярностью пользуются программные продукты, предназначенные для построения и анализа цифровых моделей рельефа (ЦМР), например, такие как система CREDO (СП «Кредо-Диалог», Минск, Белоруссия). В начале 2005 г. появилось новое программное обеспечение для подготовки крупномасштабных топографических планов IndorCAD/Торо, построенное на основе САПР IndorCAD, разработанной компанией «ИндорСофт» (Томск).

Пользователи IndorCAD давно ожидали появления этого программного обеспечения, которое за счет отсутствия различных модулей проектирования имеет меньшую стоимость. При этом следует отметить, что привычные для «старых» пользователей возможности работы с рельефом (поверхностью) сохранились.

IndorCAD/Торо предназначено, в первую очередь, для подготовки цифровой модели местности (ЦММ) и последующей работы с ней в других программных продуктах IndorCAD (IndorCAD/Road, IndorCAD/Site, IndorCAD/Rail и т. д.). Это делает возможным использование данного программного обеспечения в качестве основного в организациях, занимающихся инженерными изысканиями для проектирования и реконструкции различных объектов.

Работа в IndorCAD/Торо начинается с загрузки исходных данных, в качестве которых можно использовать:

- текстовый структурированный файл, содержащий координаты точек местности в виде столбцов X, Y, Z, Имя, Код;

- данные измерений, полученные с помощью спутникового геодезического оборудования;

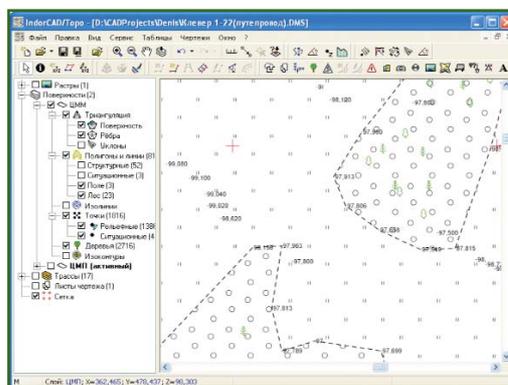
- файл описания точек системы GIP;

- файлы открытого обменного формата CREDO;

- данные, полученные в результате геометрического нивелирования;

- результаты измерений, полученные с помощью электронных тахеометров.

В IndorCAD/Торо интегрирован модуль IndorCADSurvey, ко-



**Рис. 1**  
Пример работы в IndorCAD/Торо



**Рис. 2**  
ЦММ проектируемой городской магистрали в Томске

торый позволяет выполнять предварительную обработку результатов геодезических измерений, вычислять и уравнивать съемочные ходы, выдавать отчетные ведомости с последующим формированием модели рельефа. Этот модуль поставляется бесплатно с IndorCAD/Торо.

Источником ЦМР также могут быть растровые подложки, которые векторизуются инструментальными средствами IndorCAD/Торо. При необходимости имеющиеся растры можно трансформировать по крестам, реперам и другим точкам с известными координатами.

По исходным данным цифровой модели (точкам, структурным линиям и т. д.) строится триангуляционная модель поверхности. В системе предусмотрены различные средства редактирования как исходных данных для построения поверхности ЦМР (точки, структурные линии), так и самой поверхности (ручное редактирование триангуляции) (рис.1).

Поверхность можно визуализировать как посредством изолиний, так и градиентов стока и собственно в виде совокупности треугольных плоскостей. Последние, благодаря эффекту «псевдо-трехмерности», за счет направленного источника света позволяют различать на поверхности понижения и повышения, экспозиции склонов,

ошибки при обработке поверхности.

Благодаря широкому применению разнообразных точечных, линейных и площадных условных знаков, структурным и ситуационным линиям и полигонам, ЦМР приобретает привычный вид карты (топографического плана) в виде цифровой модели местности.

Функции, позволяющие нанести на план зеленые насаждения, здания, инженерные коммуникации, дорожные знаки, водопропускные трубы и другие искусственные сооружения, значительно упрощают последующую работу инженеров-проектировщиков, а также позволяют более наглядно представить проектируемый объект со всеми элементами в виде ЦММ (рис. 2).

Программное обеспечение IndorCAD/Торо содержит средства для анализа корректности обработки данных по визуальным отображениям:

- поверхности в виде изолиний, построенных с заданным пользователем шагом;
- поверхности изоконтурными по указанным пользователем уровням либо с некоторым шагом;
- псевдо-трехмерной поверхности (метод «отмывки рельефа»);
- в трехмерном виде с возможностью интерактивного перемещения по проекту.

Система подготовки топографических планов обеспечивает работу одновременно с несколькими поверхностями, что позволяет осуществлять процедуры вырезки и врезки участков ЦМР (например, вставляя дополнительно отснятый участок).

Во избежание случайного или преднамеренного изменения цифровой модели в других продуктах серии IndorCAD, подготовленная цифровая модель может быть защищена паролем.

Единый формат файлов проекта программных продуктов IndorCAD позволяет передать обработанный и подготовленный файл с ЦМР и ЦММ в отдел проектирования автомобильных или железных дорог, генеральных планов застройки территории или иных объектов.

Более подробную информацию о программных продуктах IndorCAD и возможностях их приобретения можно получить в компаниях «ЭСТИ МАП» и «ИндорСофт».



119002, Москва, Калюшин пер., 4  
Тел/факс: (095) 540-46-59,  
241-57-32, 589-11-71  
E-mail: esti-m@esti-map.ru  
Интернет: www.esti-map.ru

**«ИндорСофт»**  
634003, Томск, ул. Пушкина, 18/1  
Тел: (3832) 65-13-86, 65-13-87  
Факс: (3832) 66-00-84  
E-mail: sales@indorsoft.ru  
Интернет: www.indorsoft.ru

#### RESUME

Functionality of the IndorCAD/Topo software developed for preprocessing geodetic measurements, preparation of the terrain digital elevation model and drawing large-scale topographic plans is considered.



НАВГЕОКОМ



## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НПП «НАВГЕОКОМ»  
129626, Москва, ул. Павла Корчагина, 2  
Тел: (095) 781-7777, факс: (095) 747-5130  
geo@navgeocom.ru, www.navgeocom.ru

«НАВГЕОКОМ КУБАНЬ»  
350004, Краснодар, ул. Кропоткина, 50, офис 401  
Тел: (861) 211-1866, факс: (861) 211-1865  
kuban@navgeocom.ru, www.navgeocom.ru

«НАВГЕОКОМ СЕВЕРО-ЗАПАД»  
199178, С.-Петербург, 11 линия В.О., 66 А, офис 486  
Тел: (812) 325-4776, факс: (812) 325-4779  
spb@navgeocom.ru, www.navgeocom.ru

# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОТОЧНЫХ СПУТНИКОВЫХ МЕТОДОВ

**А.М. Донец** («Навгеоком»)

В 2005 г. окончила геодезический факультет МИИГАиК по специальности «космическая геодезия». С 2004 г. работает в компании «Навгеоком», в настоящее время — инженер.

В последние годы в больших городах России, в частности в Москве, весьма остро встала проблема нехватки земель под застройку. Застройщиками был найден вполне понятный путь решения этой проблемы в ориентировании на строительство многоэтажных зданий (свыше 75 м). Особенностью конструкций высотных зданий является сосредоточение большой массы на малой площади, что делает их более чувствительными к различным деформирующим факторам, нежели обычные

здания. По этой причине выявилась необходимость в проведении работ по их периодическому, а в некоторых случаях и непрерывному мониторингу. И здесь возникает ряд проблем, связанных с отсутствием нормативной, технологической и методической баз, регулирующих проведение работ по мониторингу таких зданий.

Одним из возможных методов проведения геодезического мониторинга высотных зданий и сооружений является метод, основанный на использо-

вании технологии GPS-измерений. Он предполагает дискретное разбиение файлов непрерывных спутниковых наблюдений, полученных спутниковыми приемниками GPS, с определенным интервалом, например, 30 мин. В результате определяются пространственные координаты реперов, расположенных на крыше здания, на каждую тридцатиминутную эпоху в пределах интервала непрерывных измерений. Основными достоинствами метода являются высокая точность и чувствительность, простота реализации, полная автоматизация на всех этапах работ, а также относительно низкая стоимость.

Специалистами компании «Навгеоком» были проведены исследования по оценке эффективности данного метода, реализуемого с помощью измерительно-вычислительного комплекса Trimble Navigation (США), в состав которого входят:

- два двухчастотных приемника GPS Trimble 5700;
- две антенны Zephyr Geodetic;
- контроллер Trimble TSCe;
- программное обеспечение Trimble Total Control;



**Рис. 1**  
Измерения на базовой станции

— дополнительный программный модуль Motion Tracker.

Trimble Total Station 5700 является фазовым двухчастотным приемником с низким энергопотреблением и технологией обработки сигнала Maxwell 4. В качестве встроенной памяти он использует карты формата Compact Flash, что позволяет непрерывно регистрировать «сырые» L1/L2 GPS данные большого объема (в режиме «Статика»).

Для обработки результатов измерений использовалось программное обеспечение

Trimble Total Control, которое является базовой платформой для программного модуля Motion Tracker, предназначенного для обработки данных временных и постоянно действующих GPS-станций, объединенных в единую сеть с целью осуществления анализа и контроля за деформациями. Данное ПО применяется в различных областях для определения деформаций дамб, плотин, мостов, высотных зданий и сооружений и т. д.; отслеживания предвестников землетрясений; площадного мониторинга больших территорий;



Рис. 2  
Измерительный столик

наблюдений за осадками зданий и сооружений.

Основными задачами, которые планировалось решить по результатам исследований, были:

- определение минимального шага по времени при уравнивании измерений;
- определение точности регистрации перемещений при различной дискретности измерений;
- разработка методики наблюдений и ее проверка.

В апреле — мае 2005 г. было проведено несколько серий измерений. Они включали моделирование перемещений антенны спутникового приемника в плане и по высоте с помощью специального измерительного столика с непрерывным определением пространственных координат.

Наблюдения выполнялись следующим образом: на одном из жестко закрепленных пунктов (астротолб), выполняющем функцию базовой станции (рис. 1), устанавливалась антенна приемника, а на другом — измерительный столик (рис. 2) с неподвижно закрепленной сверху антенной другого приемника. С помощью измерительного столика моделировались перемещения в направлениях Север-Юг и Восток-Запад в диапазоне 10 мм с периодичностью 1 мм в единицу времени. Интервал времени

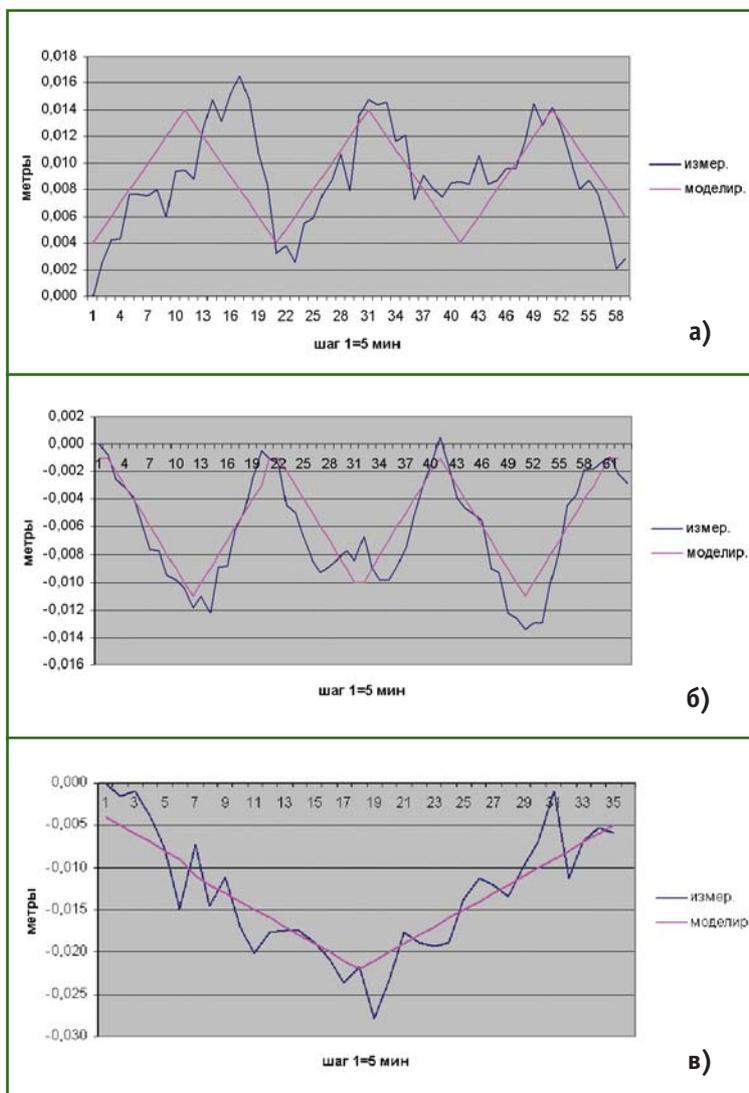
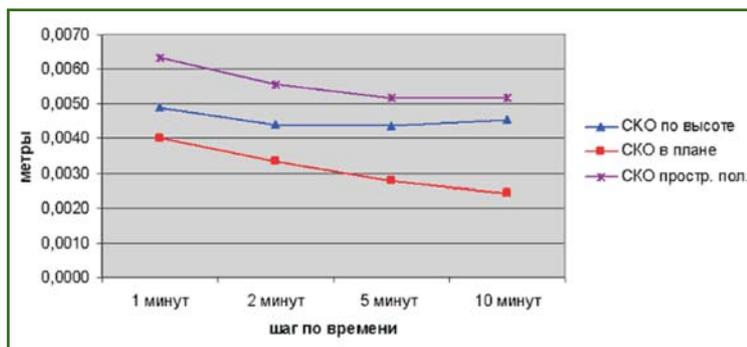


Рис. 3

Графики измеренных и смоделированных смещений пункта с шагом по времени 5 мин в направлениях: а) Север-Юг; б) Восток-Запад; в) по высоте

### Средние квадратические ошибки (СКО) однократного определения положения пункта в зависимости от устанавливаемого в ходе обработки шага по времени

Шаг	СКО Север-Юг, м	СКО Восток-Запад, м	СКО по высоте, м	СКО в плане, м	СКО пространственного положения, м
1 мин	0,0031	0,0025	0,0049	0,0040	0,0063
2 мин	0,0028	0,0018	0,0044	0,0034	0,0055
5 мин	0,0021	0,0018	0,0044	0,0028	0,0052
10 мин	0,0018	0,0016	0,0045	0,0024	0,0052



**Рис. 4**

Графики зависимости СКО однократного определения положения пункта от устанавливаемого в ходе обработки шага по времени

между последовательными установками менялся от 1 до 10 мин.

«Сырые» данные измерений экспортировались в программное обеспечение Trimble Total Control, где с помощью модуля Motion Tracker осуществлялась их обработка. Полученные результаты в виде таблиц, содержащих величины смещений, и графиков перемещений сравнивались с соответствующими величинами, заданными в процессе измерений. Далее проводился анализ полученных результатов и формулирование выводов.

По данной методике было выполнено исследование по нахождению минимального значения шага по времени при уравнивании. После обработки полученной информации был сделан вывод, что комплекс обеспечивает надежное решение с вероятностью 0,955–0,997 при установке шага по времени при уравнива-

нии 5 мин и более. Если же шаг по времени будет составлять меньшую величину, результаты будут содержать плавающие решения, что объясняется ограниченными возможностями комплекса разрешать неоднозначность на малых временных интервалах. На рис. 3 представлены результаты обработки измерительной информации с помощью Motion Tracker для установки шага по времени при уравнивании 5 мин.

Точностные характеристики измеренных величин при различной дискретности измерений представлены в таблице и на рис. 4.

Используя полученные результаты, была разработана методика наблюдений, которая была опробована при мониторинге высотного, 26-этажного здания. Задача эксперимента заключалась в отслеживании возможных смещений и колебательных движений здания и

их интерпретации. В результате обработки двух сессий наблюдений по 6 ч, выполненных с недельным интервалом, каких-либо изменений в положении здания порядка чувствительности комплекса обнаружено не было. Однако возможно наличие колебательных движений здания с амплитудой порядка 1,5 см, о чем свидетельствует характер расположения точек на графиках составляющих смещений, но для подтверждения или опровержения этого предположения необходимы более длительные наблюдения.

Таким образом, проведенные специалистами компании «Навгеоком» исследования позволяют заключить, что измерительно-вычислительный комплекс Trimble Navigation может стать эффективным и недорогим средством проведения геодезических работ при мониторинге высотных зданий и сооружений.

#### RESUME

One of techniques for geodetic monitoring of high-rise buildings and constructions based on the GPS technology is described. Results of experimental measurements of the simulated horizontal and vertical displacements and their processing by the Motion Tracker module of the Trimble Total Control software are given. The data obtained has made it possible to develop a survey technique further tested during the 26-floor building monitoring in Moscow.

# ЕВРОПЕЙСКИЙ СПУТНИК ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ PLEIADES

**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.

Дистанционное зондирование Земли всегда было приоритетным направлением французской космической политики, поэтому решение французского космического агентства CNES о начале в 2000 г. новой программы, получившей название Pleiades High Resolution, не было случайным. Эта программа является составной частью европейской спутниковой системы зондирования Земли и предназначена для удовлетворения потребностей в данных дистанционного зондирования высокого разрешения гражданских и военных пользователей из правительственных агентств Франции и Италии. Согласно проекту программы, предполагается создать двойную систему, включающую итальянские радарные спутники Cosmo-Skymed и французские оптико-электронные спутники Pleiades.

Создание первого французского космического аппарата этой программы было поручено компании Astrium, хорошо зарекомендовавшей себя при выполнении программ оптических наблюдений Spot и Helios. Работы по технико-экономическому обоснованию спутника проведены в 2000–2001 гг., а запуск намечен на 2006 г.

Космический аппарат Pleiades массой около 900 кг будет вращаться вокруг Земли в течение пяти лет по квазикруго-

вой солнечно-синхронной орбите на высоте 695 км. Спутник сможет отклоняться от точки надир на угол до 50°, сохраняя при этом номинальные эксплуатационные характеристики в пределах отклонения 30°. Маневр отклонения на угол 5° будет выполняться менее чем за 6 с, а на 60° — менее чем за 25 с.

Ожидаемое пространственное разрешение в надире — 0,7 м для панхроматического канала и 2,8 м для четырех мультиспектральных диапазонов. Ширина полосы захвата должна составить больше 20 км. При этом спутник будет обеспечивать получение изображений высокого качества с устойчивыми динамическими характеристиками и максимальной точностью определения пространственных координат объектов без наземных точек привязки 20 м, а с использованием наземных опознаков, отстоящих друг от друга на расстоянии до 80 км, — 0,5 м.

Для записи данных будут использоваться бортовые твердотельные ЗУ большого объема (до 600 Гбайт), скорость передачи информации составит 600 Мбит/с в X-диапазоне.

Спутник физически состоит из двух частей (рис. 1). Одна — содержит устройство для получения изображения, другая — многофункциональный контейнерный блок (контроля, накоп-

ления, передачи данных и энергообеспечения).

Многофункциональный контейнерный блок имеет форму шестигранника с тремя «лепестками» солнечных батарей, развернутыми относительно друг друга на 120°, и тремя четырехгранными камерами системы астроориентации для оптимизации пространственной точности. Эта конфигурация позволяет регулировать радиатор фокальной плоскости съемочной аппаратуры для максимальной теплоотдачи. Для закрепления ориентированных на Землю антенн и отражателя используется специальная поддерживающая конструкция.

Одним из главных преимуществ конфигурации космического аппарата Pleiades является возможность управления температурными условиями работы съемочной аппаратуры. Темпера-



**Рис. 1**  
Общий вид спутника  
на орбите

тура съемочной аппаратуры поддерживается на уровне 20°C, многофункционального контейнерного блока — на уровне 10°C.

**Электронная архитектура** спутника организована вокруг центрального компьютера на базе процессора SPARC ERC-32, общающегося через 16-битные шины с бортовым оборудованием.

Для максимальной надежности оборудование, необходимое для функционирования спутника, продублировано. Дублируются все функции вычислений, взаимодействия и систем безопасности. В то же время для рабочего оборудования допускается некоторое сокращение возможностей в случае отказа.

**Оптическое решение**, выбранное для телескопа съемочной аппаратуры, — один из вариантов системы Корша. Механизм из трех зеркал отличается малыми размерами и разумной простотой построения (предусмотрены ограничители кривизны). Для максимальной компактности съемочной аппаратуры используется дополнительное плоское зеркало. Общие размеры подобраны таким образом, чтобы при сохранении минимального расстояния между первым и вторым зеркалами и приемлемого расстояния между вторым и третьим можно было разместить датчики блока регистрации данных со стороны спутника.

Оптимизация геометрии отображения задает диаметр первого зеркала, равный 650 мм, что хорошо согласуется с работой датчиков и параметрами орбиты.

Устройство съемочной аппаратуры (рис. 2) выполнено таким образом, что центральная плоская конструкция, поддерживает первое, третье и плоское зеркала, а также центральный цилиндр, на котором закреплено второе зеркало. Для изготовления этой конструкции был выбран карбид, а для зеркал — церодур. Выбор карбида определили специфические свойства



**Рис. 2**  
Устройство съемочной аппаратуры

этого материала: низкие коэффициент теплового расширения и плотность, что обуславливает малый вес телескопа и облегчает тепловой контроль.

В проекте фокальная плоскость совмещена с электронными средствами регистрации изображения. Вместе они составляют блок регистрации данных, который реализует функции обнаружения и преобразования видеосигналов в числовые данные. Для панхроматической съемки планируется использовать пять датчиков TDI по 6000 пикселей каждый; размер пиксела 13 мкм. Прием мультиспектральных данных будет реализован аналогичным способом. Каждый датчик сможет регистрировать четыре цвета. TDI-датчик воспринимает не меньше 58 Мпиксел/с данных, что соответствует примерно 700 Мбит/с (суммарно для пяти датчиков составляет 3,5 Гбит/с). Мультиспектральные датчики характеризуются теми же данными. Полученные видеосигналы последовательно преобразуются в числовые данные группами примерно по 7 Мпиксел/с, что соответствует максимальной производительности с учетом оптимального соотношения сигнал/шум.

Для максимальной производительности блок регистрации данных имеет собственную систему теплового контроля.

Видеоданные, получаемые порциями по 4,5 Гбит/с, будут сжиматься в блоке упаковки

данных. При этом используется вейвлет-алгоритм, который позволяет достичь семикратной компрессии в противовес стандартной четырехкратной. Сжатые данные сохраняются в блоке памяти SSMM. Как отмечалось выше, емкость запоминающего устройства составляет 600 Гбайт. Максимальная скорость ввода видеоданных в ЗУ — 1,5 Гбит/с. Вспомогательные данные аккумулируются в интерфейсе шины по четырем индивидуальным каналам по 150 Мбит/с каждый (суммарная производительность 600 Мбит/с). SSMM выполняет также функцию шифрования для гражданских целей (AES). Данные пакетируются согласно стандарту CCSDS. Для военного шифрования используется специальное устройство.

На следующем этапе данные кодируются по схеме решетчатого кода в модуляторах типа 8-PSK, которые имеют собственные твердотельные усилители мощности (SSPA). Затем данные уплотняются и передаются на Землю с помощью антенны X-диапазона, представляющей собой гофрированную рупорную антенну. Она будет установлена на двухосном универсальном карданном шарнире, что гарантирует передачу данных во время движения. В период регистрации изображения этот механизм не используется для минимизации динамических искажений. Специальная наводящая антенна будет ориентировать передающую антенну при движении спутника так, чтобы наземная принимающая станция всегда оставалась в зоне ее действия. Таким образом, передача данных из космоса будет происходить в условиях полной видимости наземной принимающей станции.

Состав **энергетической системы** предусматривает ионнолитиевую и три солнечных батареи. Батарея мощностью 80 ампер/час непосредственно связана с линиями электропитания

и поддерживает их напряжение. Ее заряжают от наружных арсенид-галлиевых ячеек солнечных батарей общей площадью 5 м<sup>2</sup>. Чтобы обеспечить сбалансированное получение энергии, спутник будет наводить батареи на Солнце до и после регистрации изображений на каждом витке орбиты.

**Автономное определение орбиты** предусмотрено выполнять с помощью приемника «Дорис» — навигационной системы агентства CNES, определяющей положение спутника относительно наземных станций. При этом измерения ведутся на частотах 400 МГц и 2 ГГц. Первичные данные обрабатываются на орбите навигатором высокого порядка на основе моделирования земной гравитации; точность измерений достигнет 1 м. Приемник может быть запущен из холодного состояния при любой ориентации спутника менее чем за один виток орбиты. «Дорис» также предоставляет бортовое время и число импульсов в секунду (PPS), необходимые для синхронизации системы.

**Определение пространственного положения** будет выполняться гироскопическими системами. Предусмотрены три высокоточные камеры системы астроориентации с отдельными оптическими головками. Точность каждой задается ошибкой поля зрения (< 2") и шумом (максимально 10"). Для повышения точности используется только перпендикуляр к оси опорного направления. С той же целью — для гарантии высокой точности определения пространственного положения во время маневрирования — принято применять исключительно твердотельные гироскопы.

Волоконно-оптический гироскоп (FOG) выбран не только из-за низкого уровня шума и устойчивого масштабного коэффициента, но и малого рассеивания мощности на оптическом уровне. Основные характеристики гироскопа — стабильность масштабного коэффициента в несколько ppm, дрейф в пределах 0,002°/ч и случайное угловое блуждание 0,0002°.

При максимальной массе спутника, соизмеримой с массой ракетносителей «Рокот», PSLV и «Союз», инерция может составить от 600 до 700 кг на 1 м<sup>2</sup>. Высокую маневренность спутника предполагается достичь за счет компактного дизайна и четырех приборов контроля гироскопического момента (CMG). Все это позволит получать до 50 последовательных изображений за один виток орбиты, т. е. до 500 в день.

Благодаря новым технологическим решениям спутник Pleiades станет очередным этапом европейской науки в области ДЗЗ высокого разрешения.

**RESUME**

The main technical characteristics as well as engineering solutions are considered for the design of the first Pleiades spacecraft being developed within the framework of the «Pleiades High Resolution» programme of the French space agency (Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)). This satellite launch is planned for 2006.



**SOVZOND**  
СОВЗОНД

QUICKBIRD  
IKONOS  
ORBVIEW  
EROS  
SPOT  
IRS  
LANDSAT  
ASTER  
RADARSAT

Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором мировых лидеров в области дистанционного зондирования — компаний DigitalGlobe, Space Imaging, OrbImage, SpotImage, ImageSat International, Геологической Службы США, предлагая российским заказчикам цифровые изображения, полученные со спутников QUICKBIRD, IKONOS, ORBVIEW, EROS, SPOT, IRS, RADARSAT, ASTER, LANDSAT и др., а также услуги по их тематической обработке и выполнению проектов в соответствии с требованиями заказчика.

Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования - ENVI, SOCET SET, eCOGNITION и др.

**Компания «Совзонд» — точный взгляд на мир**

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

# СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЙ ПОДГОТОВКИ НА ЦФС «ТАЛКА»

**А.И. Алчинов** (ИПУ РАН)

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

**В.Б. Кекелидзе** (НПФ «Талка-ТДВ»)

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

При обработке материалов аэросъемки или космической съемки необходимо проводить полевые работы для определения координат точек планово-высотной подготовки (ПВП) снимков. Для создания проекта ПВП классическим методом, когда используются фотоснимки, требуется изготовить накидной монтаж, контактные отпечатки и увеличенные отпечатки снимков, что занимает некоторое время и требует наличия фотолаборатории. Используя цифровую фотограмметрическую станцию (ЦФС) «Талка», можно оперативно создать проект без использования контак-

ных отпечатков и увеличенных снимков. Но в этом случае необходимо иметь снимки в электронном (цифровом) виде.

В предлагаемой технологии создания проекта ПВП фотоснимки предварительно необходимо перевести в электронный вид. Для этого целесообразно использовать фотограмметрические сканеры, чтобы не выполнять повторно сканирование снимков для фотограмметрической обработки на ЦФС.

Сначала по цифровым аэро-негативам создается проект, в котором снимки размещаются в маршрутной схеме (рис. 1).

Затем создается накидной монтаж, который позволяет составить схему расположения точек ПВП. Для создания накидного монтажа необходимо рассчитать «положение рамок». Перед расчетом в окне настроек выбирается «стартовое решение» «по маршрутной схеме».

После расчета снимки располагаются в соответствии с заданным перекрытием. По умолчанию продольное перекрытие устанавливается равным 60%, а поперечное — 30%. Однако, ес-

ли аэро- или космическая съемка выполнена с другими параметрами, указываются иные величины продольного и поперечного перекрытия. После этого выделяется область, на которую создается накидной монтаж и запускается функция создания накидного монтажа, при этом регионы (порезы на снимках) создадутся автоматически. Также рекомендуется укладывать снимки таким образом, чтобы на накидном монтаже были видны их номера. Конечно, созданный таким способом накидной монтаж нельзя сравнивать по качеству с фотосхемой, но он может быть создан всего за несколько минут и вполне пригоден для проектирования расположения точек ПВП (рис. 2).

Если позволяет время, то можно создать фотосхему, связав соседние снимки двумя-тремя точками.

Когда определены зоны расположения точек ПВП, выбираются точки планово-высотной подготовки. В качестве точек ПВП должны выступать объекты, расположение которых не

	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1											
2	907	906	905	904	903	902					
3	914	913	912	911	910	909	908	907	906	905	904
4	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964
5	351	350	349	348	347	346	345	344	343	342	341
6	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816
7	784	783	782	781	780	779	778	777	776	775	774
8						1028	1029	1030	1031	1032	1033
9											
10											
11											

**Рис. 1**

Схема размещения снимков в проекте

должно изменяться до начала полевых работ. При этом формы объектов должны быть четкими и обеспечивать их однозначное и точное определение положения как на снимках, так и на местности. Например, недопустимо использовать в качестве точек ПВП для создания планов масштаба 1:2000 таких точек, как, например, пересечение дорог, центр куста, но они могут быть использованы при создании карт масштаба 1:10 000 и мельче. Также при выборе точек необходимо обращать внимание на возможность проезда и прохода к точкам на местности. Точки не должны располагаться внутри охраняемой зоны, на территории частных земельных

измерения спутниковой геодезической аппаратурой.

После набора достаточного количества точек ПВП в проекте запускается функция «Создать абрисы точек».

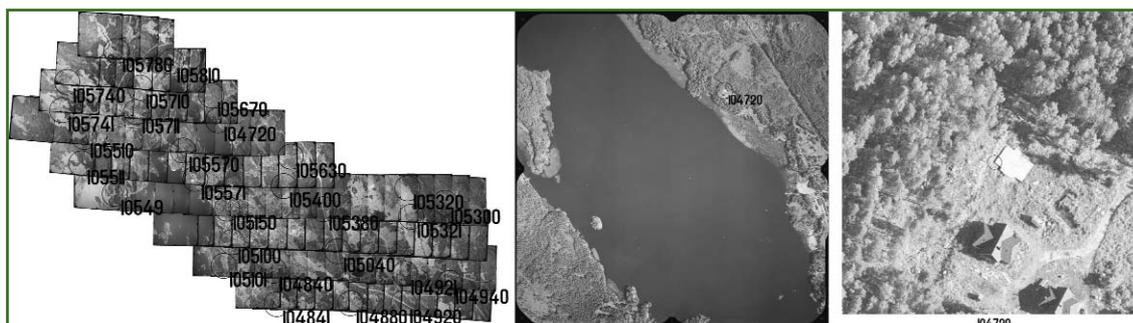
Программа автоматически создает накидной монтаж или фотосхему со всеми нанесенными точками планово-высотной подготовки, снимок, на котором будет нанесена точка ПВП, а также увеличенный фрагмент с точкой ПВП (рис. 3).

Накидной монтаж или фотосхема используется для планирования работ. Снимки применяются для примерного определения расположения точки ПВП, а по увеличенному фрагменту определяется точное местопо-



**Рис. 2**  
Окно программы с рассчитанным накидным монтажом

носятся на новое место в соответствии с абрисом. Остальные точки, положение которых не изменялось, автоматически по-



**Рис. 3**  
Накидной монтаж, снимок и увеличенный фрагмент с нанесенными точками ПВП

участков, кроме того, необходимо, чтобы была обеспечена безопасность проведения полевых работ. В качестве точек ПВП не следует выбирать углы высоких зданий, так как если координаты точек будут определяться при помощи спутниковой геодезической аппаратуры, будет закрыт обзор части спутников и определить координаты такой точки, скорее всего, будет невозможно. По той же причине не следует выбирать столбы, но можно выбирать подкосы у столбов и углы ферм. Желательно просмотреть каждую точку ПВП в стереорежиме, чтобы убедиться в том, что непосредственно рядом с точкой нет высоких объектов, затрудняющих

положение точки ПВП. Если случается, что проектная точка на местности больше не существует, либо к этой точке по какой-либо причине нет доступа, то в качестве точки ПВП используется другой объект, который можно опознать на увеличенном фрагменте.

Как правило, полевые работы по определению координат точек ПВП и камеральные работы по созданию фотограмметрической модели и стереорисовке выполняются параллельно.

Полученные в результате полевых измерений координаты точек ПВП загружаются в уже созданный к тому времени проект. Те точки, местоположение которых было изменено, пере-

лучают координаты и больше не требуют никакой обработки. Далее проводится внешнее ориентирование фотограмметрической модели, и может быть создана готовая продукция.

#### RESUME

While processing aerospace imagery it is necessary to conduct field measurements in order to determine coordinates of the points of the horizontal-vertical tie-in control points in images. A sequence of operations is presented to prepare a field control project based on the Talka digital photogrammetric station. This includes either a preliminary compilation or a photo mosaic with the control points identified with a zoomed-in fragment containing a control point.

• 247.6

НОВАЯ ЦЕНА  
**1500** у.е.\*

+ СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ  
ДРУГИХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ!!!  
ПОДРОБНОСТИ ПО Т. 334-87-50  
\*1 у.е.=30 РУБ

# ЦФС «ТАЛКА»

## Назначение ЦФС

Цифровая фотограмметрическая станция «Талка» предназначена для обработки материалов аэрокосмической съемки, а также данных наземной фототеодолитной съемки.

ЦФС «Талка» предназначена для создания:

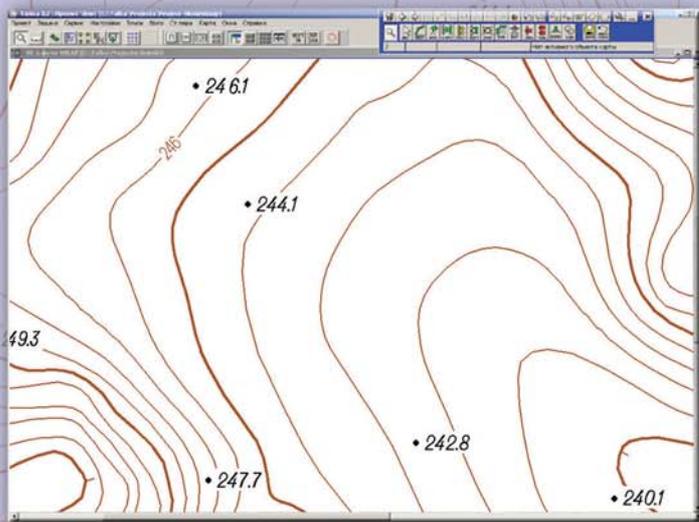
- ортофотопланов, фотосхем, накидных монтажей;
- цифровых карт и планов всего масштабного ряда;
- геоинформационных систем.



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ № РОСС RU.КР02.С00078  
ОТ 18.11.2004 НА ТЕХНОЛОГИЮ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВОЙ  
КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЦФС «ТАЛКА»

## Создание рельефа

ЦФС «Талка» позволяет выполнять весь комплекс работ по созданию рельефа местности.



В автоматическом режиме производится:

- создание цифровой модели рельефа;
- построение горизонталей, полугоризонталей;
- расстановка бергштрихов;
- создание подписей горизонталей и отметок высот;
- контроль качества построения горизонталей;
- создание зарамочного оформления.

## Печать

Материалы, созданные в ЦФС «Талка», могут быть распечатаны на плоттере непосредственно из программы. В программе предусмотрены функции калибровки устройств вывода на печать.



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

Тел./факс: 336-76-90, 334-89-91  
E-mail: info@talka-tdv.ru  
Сайт: www.talka-tdv.ru

Консультации и покупка ЦФС «Талка»:  
Тел. 334-87-50  
E-mail: support@talka-tdv.ru

# СОБЫТИЯ

▼ **Семинар по вопросу взаимодействия геослужб органов архитектуры и градостроительства с органами Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по Краснодарскому краю (п. Ачуево, Славянский район, 8–9 сентября 2005 г.)**

В семинаре, организованном Комитетом по архитектуре и градостроительству Краснодарского края, приняли участие 56 работников геолого-геодезических служб архитектуры и градостроительства из 48 населенных пунктов Краснодарского края. Кроме того, на семинаре присутствовало около 20 представителей организаций, выполняющих топографо-геодезические и кадастровые работы (НИПИ «ИнжГео», НПК «ПАНХ», ИПИ «Топостройпроект» и «Юг-Гипросвязь») и предлагающих геодезическое оборудование и программное обеспечение («Геостройизыскания», НПК «ГеоЮг», Краснодарский филиал ФГУП ПО «УОМЗ», ГУП «МосЦТИСИЗ» и «Навгеоком-Кубань»).

Семинар проходил в заповедном месте, расположенном на берегу Азовского моря в условиях, близких к «полевым». Вероятно, это настраивало участников семинара и гостей на конкретную и деловую работу, и способствовало желанию поделиться знаниями и опытом. В частности, кроме главной темы семинара рассматривались вопросы нормативно-правового обеспечения инженерных изысканий и порядка их регистрации, порядок выполнения геодезических работ и ведения электронного топографического архива, создание опорных межевых сетей в МСК–23, обеспечение защиты режимной и конфиденциальной информации и др.

Значительное внимание на семинаре было уделено демонстрации нового геодезического

оборудования, программного обеспечения и технологий выполнения различных видов геодезических и кадастровых работ.

Все участники семинара получили очередной номер журнала «Геопрофи».

Большинство участников семинара отметили важность и необходимость таких семинаров и высказали пожелания о их регулярном проведении.

**В.В. Грошев** (Редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **V Международный семинар пользователей системы РНОТОМОД (Юрмала, Латвия, 13–16 сентября 2005 г.)**



Семинар был организован Фирмой «Ракурс» при участии Государственной Земельной службы Латвии и компании «Парнас» (Латвия). Информационными спонсорами семинара выступили журналы: GIM International и «Геопрофи», а также Каталог GeoTop (Санкт-Петербург) и ГИС-Ассоциация.

В настоящее время 250 компаний из 45 стран мира используют более 2300 рабочих мест системы РНОТОМОД. В семинаре приняло участие более 80 специалистов из 13 стран. Среди новых участников семинара следует отметить представителей следующих организаций: SPOT Image (Франция), ФГУП «Уралгеоинформ» (Екатеринбург), «Аэрогеофот» (Новосибирск), «Геоинформация» (Кемерово), Институт Аэрогеодезии (Литва).

На пленарных заседаниях было представлено 25 докладов пользователей РНОТОМОД и представителей Фирмы «Ракурс», а также презентации партнеров. Во время проведе-

ния мастер-классов на русском и английском языках демонстрировались текущая версия РНОТОМОД и возможности новой версии 4.0, коммерческий выход которой намечен на январь 2006 г.

В рамках семинара был проведен конкурс проектов, выполненных с помощью системы РНОТОМОД. Победителем конкурса стал проект по технической помощи Латвии Ираку в области документирования архитектурных и археологических памятников методами фотограмметрии, представленный Г. Голдбергсом, начальником отдела обработки пространственных данных Государственной Земельной службы Латвии. В качестве приза победителю конкурса был вручен ваучер на право покупки программного обеспечения РНОТОМОД со скидкой 50%.

Два аналогичных ваучера по традиции были разыграны в ходе лотереи. Среди иностранных пользователей третий год подряд ваучер достался представителю компании «ГИС-София» (Болгария), а среди русскоязычных впервые — К.Ю. Юзевовичу из Информационного центра земельно-кадастровых данных и мониторинга земель (Минск, Белоруссия).

Участники семинара получили возможность в неформальной обстановке пообщаться друг с другом, принять участие в состязаниях по боулингу, посетить живописную Сигулду и этнографический музей в Риге.

**Пресс-релиз  
Фирмы «Ракурс»**

▼ **Учебно-практическая конференция «Дни CREDO на Кубани» (Краснодар, 26–30 сентября 2005 г.)**

В конференции, организованной компаниями СП «Кредо-Диалог» (Минск, Белоруссия) и «Навгеоком-Кубань», приняли участие 163 специалиста из 64

# СТРАТЕГИЯ НАДЕЖНОСТИ

Официальные дилеры в России:

**ЗАО "Геостройизыскания"**

Адрес: 107023, г. Москва,  
ул. Малая Семеновская, д. 9, стр. 6.  
Т/ф: (095) 101-22-08 (многоканальный),  
e-mail: [gsi@gsi2000.ru](mailto:gsi@gsi2000.ru), <http://www.gsi2000.ru>

**ЗАО "Геосервисприбор"**

Адрес: г. Москва, Ш.Энтузиастов, 31, стр. 37  
Т/ф: (095) 777-42-47, 232-20-05, 232-06-28,  
e-mail: [mail@gspland.ru](mailto:mail@gspland.ru), <http://www.gspland.ru>



# SOKKIA

[WWW.SOKKIA.RU](http://WWW.SOKKIA.RU)

организаций Краснодар, Сочи, Ставрополя, Геленджика, Ростова-на-Дону, Новочеркасска и других городов региона.



Программа конференции включала презентации программных продуктов CREDO, семинары по различным направлениям использования комплекса, консультации и круглые столы, вводное обучение.

Обучающие семинары по системам CREDO ТОПОПЛАН 1.0 и CREDO\_GEO ЛАБОРАТОРИЯ 2.1 позволили специалистам, заинтересованным в использовании данных программных продуктов, приобрести практические навыки работы с ними.

Организаторы конференции уделили большое внимание непосредственному общению с участниками, стремясь предоставить наиболее полную и исчерпывающую информацию по интересующим пользователей вопросам.

Подводя итог, можно с полным правом назвать прошедшие на Кубани «Дни CREDO» успешными. Благодаря насыщенной и содержательной программе конференция вызвала серьезный интерес в профессиональном сообществе. Важно отметить, что среди участников было большое количество специалистов не знакомых с программными продуктами CREDO. Для них подробная информация о системах комплекса и технологиях их использования, полученная непосредственно от разработчиков, позволила сформировать четкие и профессиональные представления о способах эффективной автоматизации проектно-изыскательского производства. Несомненным достоинством «Дней CREDO», которые в этом году были проведены, кроме того, в Тюмени и Алма-Ате (Казахстан), является совмещение презентационных и обучающих семинаров.

В 2006 г. проведение таких конференций планируется в Си-

бири, на Украине и Дальнем Востоке.

СП «Кредо-Диалог»  
www.credo-gialogue.com

▼ **Презентационный семинар «Приборы и технологии лазерной локации, цифровой аэросъемки и геопозиционирования в геоинформатике, природопользовании, мониторинге природных ресурсов, земле- и лесоустройстве, инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканиях» (Томск, 26–27 сентября 2005 г.)**



Семинар был организован компанией «ГеоЛИДАР» и НПО «Сибгеоинформатика» (Томск) и прошел в Томском государственном университете. В нем приняли участие специалисты нефтегазового комплекса, промышленности, дорожного и городского хозяйства, преподаватели и научные сотрудники высших учебных заведений и научных центров, аспиранты и студенты.

В рамках семинара были проведены переговоры с представителями администрации города и области. По результатам переговоров подписано соглашение о сотрудничестве по использованию современных геоинформационных, в частности лазерно-локационных технологий для нужд городского хозяйства и ряда ведущих предприятий нефтегазовой и электроэнергетической отрасли.

Первым итогом этого мероприятия можно считать работу по наземной съемке с использованием лазерного сканера Riegl

в историческом центре Томска начатую в настоящее время компанией «ГеоПолигон». Финансирование этих работ осуществляет Управление архитектуры и градостроительства Томской области.

А.И. Рюмки  
(НПО «Сибгеоинформатика»)

▼ **Всероссийское совещание-семинар с международным участием «Дистанционные методы в лесоустройстве и учете лесов. Приборы и технологии» (Красноярск, 30 сентября 2005 г.)**

Совещание-семинар был организован и проведен компанией «ГеоЛИДАР», Институтом леса им. В.Н. Сукачева СО РАН и Международным институтом мониторинга лесных экосистем. В его рамках компания «ГеоЛИДАР» совместно с компаниями «Геокосмос» и «ГеоПолигон» с 30 сентября по 1 октября 2005 г. на базе института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН провели презентацию-семинар по теме «Приборы и технологии лазерной локации, цифровой аэросъемки и геопозиционирования в геоинформатике, природопользовании, мониторинге природных ресурсов, земле- и лесоустройстве, инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканиях».

В работе совещания и презентации приняли участие видные ученые и специалисты в области лесоустройства и дистанционных методов исследования лесов из многих регионов России и



из-за рубежа, представители Агентства лесного хозяйства МПР РФ и Администрации Красноярского края, научно-исследовательских и учебных заведений, лесоустроительных и аэросъемочных предприятий, крупных промышленных компаний и предприятий. Был обсужден широкий круг вопросов и проблем, касающихся использования дистанционных методов – космических- и аэроснимков в лесоустройстве и лесном хозяйстве, мониторинге лесов и лесопользовании, использовании и внедрении в практику инвентаризации и мониторинга лесов новейших методов и технологий дистанционного зондирования, в том числе — лазерной локации и цифровой аэрофотосъемки.

По итогам этих мероприятий к публикации готовится сборник

докладов, выход которого планируется в IV квартале 2005 г.

#### Пресс-релиз компании «ГеоЛИДАР»

#### Вышло из печати учебное пособие

Данилин И.М., Медведев Е.М., Мельников С.Р. **Лазерная локация Земли и леса: Учебное пособие.** — Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2005. — 182 с.

Презентация учебного пособия состоялась 30 сентября 2005 г. в Красноярске во время Всероссийского совещания-семинара «Дистанционные методы в лесоустройстве и учете лесов. Приборы и технологии».

В учебном пособии раскрываются сущность и принципы ла-



зерной локации, приводятся данные по оборудованию для воздушной и наземной лазерной съемки, а также результаты различных проектов выполненных в России и в зарубежных странах. На фактическом материале показаны преимущества новейших технологий лазерно-локационной съемки Земли и леса, приведены примеры трехмерного анализа земной поверхности, структуры и биомассы леса по данным лазерной локации и оборудованию для пространственной ориентации на основе глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС и GPS) и инерциальных систем.

Учебное пособие предназначено для выполнения студентами дипломных и курсовых работ, проведения лабораторных и практических занятий по направлениям подготовки и дисциплинам: «Землеустройство и земельный кадастр», «Городской кадастр», «Мониторинг природных ресурсов», «Лесное и лесопарковое хозяйство», «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве», «Фотограмметрия и дистанционное зондирование», «Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами», «Экология и природопользование», «Геоэкология», «Геодезия», «Прикладная геодезия», «Аэрофотогеодезия», «Картография», «Инфор-

## ПОСТАВКА И РЕМОНТ СОВРЕМЕННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ LEICA PENTAX TRIMBLE SOUTH VOIF FOIF SETL SOKOL

**Приглашаем к сотрудничеству  
региональных партнёров на  
выгодных условиях.**

Тел. (+7 095) 785-01-19, 785-01-20  
Наш адрес: 117638 Москва,  
ул. Сивашская, д.7,  
"ГГА", "Синий подъезд",  
3 мин. пешком  
от м-ро "Нахимовский пр-т"

[www.pngeo.ru](http://www.pngeo.ru) email: [png@sovintel.ru](mailto:png@sovintel.ru)

ЗАО «ПНГео»

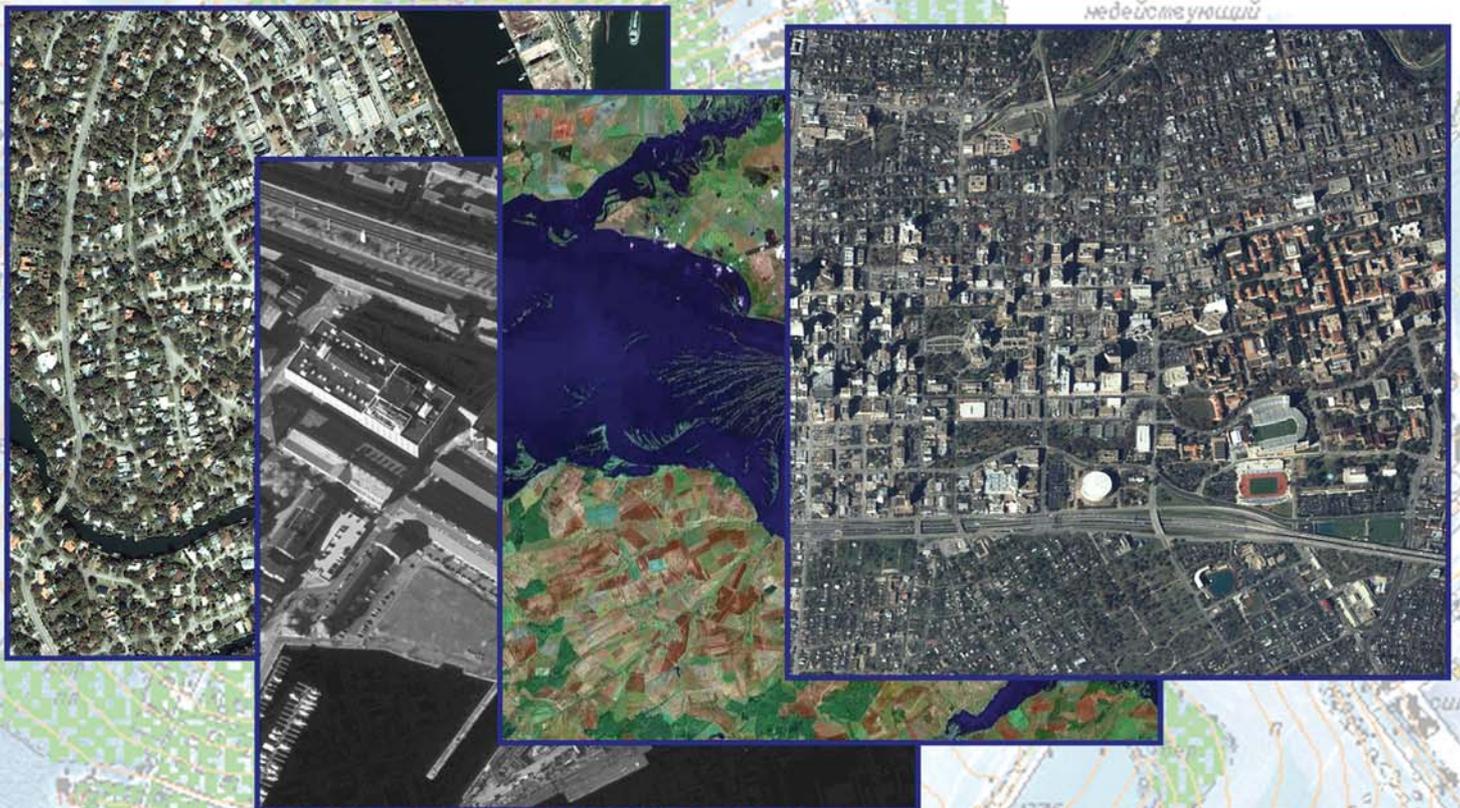
ООО «ПНГ - Сервис»

**ГРУППА КОМПАНИЙ ПРОМНЕФТЕГРУПП**



# Современные геоинф для землеустроительных

Поставка данных дистанционного зондирования космических аппаратов Quick Bird, Ikonos, SPOT, ASTER, Landsat 7 ETM+  
*Предоставление оптимального выбора характеристик космических изображений и стоимости, система гибких скидок!*



Комплекс инженерно - геодезических изысканий:  
высокоточные измерения GPS приемниками, топографическая съемка, создание крупномасштабных планов, услуги по построению опорно-межевых сетей, оформление межевых дел

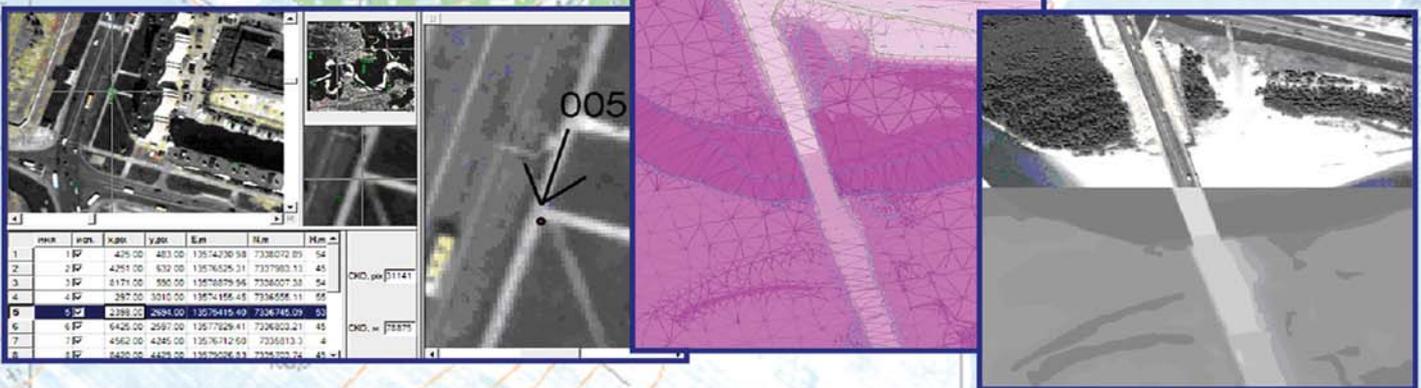


**Комплексное решение потребностей вашей организации!**

# Информационные технологии и инвентаризационных работ

«Глубокая» обработка космических изображений – гистограммная коррекция, мозаика, спектральный анализ, создание высокоточных DEM, ортотрансформирование по технологии «скользящего времени» на базе фотограмметрического комплекса «СТЕРЕОСКАН»  
(разработка ЗАО «Гео-Надир»)

**Применение новой технологии позволяет произвести ортотрансформирование снимков Quick Bird с плановой точностью до 1 метра!**



Создание и обновление векторных карт и планов всего масштабного ряда по материалам космической и аэрофотосъемки  
**Использование снимков Quick Bird позволяет на порядок снизить затраты на создание крупномасштабных векторных карт и планов 1:10 000 – 1:2 000!**



**ЗАО «Гео-Надир»**  
109390, г. Москва, ул. Артюхиной, д.6Б,  
тел./факс: (095)179 42 64, 178 36 48  
[info@geo-nadir.ru](mailto:info@geo-nadir.ru)

**DIGITALGLOBE**  
**Hitachi Software**  
Эксклюзивный дистрибьютор продукции  
Digital Globe в Азиатском регионе

мационные системы в геодезии и картографии», «Лазерная техника и лазерные технологии», «Лазерные системы в ракетной технике и космонавтике», «Опτικο-электронные приборы и системы».

Пособие может быть использовано специалистами, работающими в области лесного и сельского хозяйства, дистанционных методов зондирования земной поверхности, геодезии, картографии, экологии и природопользования, а так же преподавателями высших учебных заведений, научными работниками, аспирантами и студентами по перечисленным выше специальностям.

Книга подобного содержания издана в России впервые и, в настоящее время, представляет собой наиболее полное изложение сведений учебно-методического характера по лазерной локации.

Ведется работа по подготовке издания на английском языке.

**И.М. Данилин** (Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН)

▼ **Семинар «Современные геодезические приборы и технологии — 2005» (Великий Новгород, 27 октября 2005 г.)**



Семинар был организован ЗАО «Геодезические приборы» (Санкт-Петербург), Государственным университетом им. Ярослава Мудрого (Великий Новгород), ФГУП «Новгородское аэрогеодезическое предприятие», ОАО «Новгородинжпроект». На семинаре были продемонстрированы возможности современных электронных тахеометров, приемников GPS, программных комплексов и приборов поиска подземных коммуникаций, а также состоялся обмен опытом практического использования современного геодезического оборудования и технологий.

Это первый семинар по данной тематике в Великом Новгороде. Он вызвал большой инте-

рес у геодезической общественности города.

**В.И. Глейзер**  
(«Геодезические приборы»)

▼ **Компания «ГеоЛИДАР» подписала соглашение с НИПИ «ИнжГео»**



Компания «ГеоЛИДАР» объявила о том, что подписано соглашение о поставке компании НИПИ «ИнжГео» (Краснодар) цифрового аэросъемочного комплекса, включающего авиационный лазерный сканер ALTM-3100 с производительностью 100 тыс. импульсов в секунду. В комплект также входит цифровая топографическая аэрофотокамера Rollei, наземный лазерный сканер, программный пакет ALTEXIS и другое оборудование и программное обеспечение.

**Пресс-релиз**  
**компании «ГеоЛИДАР»**

# NovAtel DL-4 plus

Универсальный GPS приемник для решения любых задач геодезии и высокоточной навигации

- Встроенные жидкокристаллический экран и клавиатура
- Накопление данных на карточку типа Compact Flash
- Встроенное подавление многолучевости (технология "PAC")
- Частота измерений и выдачи данных до 20 Гц
- Повышенная защищенность от воздействия окружающей среды
- Возможность программной модернизации одночастотных приемников до двухчастотных и с поддержкой RTK
- Реализация режима RTK даже одночастотными приемниками
- Наилучшие характеристики захвата и отслеживания спутников при высокодинамических съемках
- Комплексное совмещение с инерциальными навигационными системами (технология "SPAN")



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ  
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ NovAtel, Inc.  
109388, г. Москва, ул. Полбина, д.3, стр.1  
Тел: (095) 232-28-70; Факс: (095) 354-02-04  
e-mail: info@GPScom.ru, web: www.GPScom.ru



# ПРИРАСТАЯ СИБИРЬЮ...

## *Неформальный отчет о региональных конференциях компании «ГеоЛИДАР» в Томске и Красноярске*

Мне всегда нравились сибирские города. Наверное, из-за своей благородной и неторопливой основательности, особенно заметной на фоне московской суеты. Томск я заметил сразу, как только появился здесь первый раз 11 лет назад, благодаря его особому обаянию, которое, как я потом понял, объясняется двумя главными причинами:

1) Томские женщины очень красивы.

2) В Томске каждый четвертый житель студент или учащийся (лучший показатель в России, а то и в мире!).

Т. е. в Томске много молодых красивых женщин, а ведь, это самое главное в геоинформационном бизнесе! Кстати, ничего плохого не могу сказать о томских мужчинах, и, тем более, о томских женщинах других возрастов. Напротив, много чего могу сказать хорошего. Но не буду.

Моими главными партнерами в Томске все эти годы были и остаются компания «Сибгеоинформатика» и ее бессменный директор Александр Иванович Рюкин. Вспоминаю фразу, сказанную о нем С.А. Миллером в далеком 95-м, когда мы познакомились: «Лучший специалист по геоинформатике в Сибири». И тогда, и сейчас я склонен согласиться с Сергеем Адольфовичем.

Вообще, полагаю, что всестороннее налаживание сотрудничества с региональной интеллектуальной элитой — это, как раз то, что нужно компаниям, развивающим и пропагандирующим

инновационные топографо-геодезические технологии (таким, например, как «Геокосмос» или «ГеоЛИДАР»). Вообще, нам надо чаще ходить в народ и желательнее поглубже! Не все же сидеть в Москве, а если и выезжать куда, так обязательно в Дюссельдорф или Новый Орлеан. А такие друзья, как специалисты, работающие в «Сибгеоинформатика», это — готовые налаженные связи с городской и областной администрацией, архитекторами, нефтяниками, и всеми, кто в регионе реально заинтересован в получении или обновлении геопространственных данных, максимально быстро и качественно.

Практические результаты конференции, организованной и проведенной совместно компаниями «ГеоЛИДАР» и «Сибгеоинформатика», не заставили себя ждать. Уже через пару недель по заказу Управления архитектуры и градостроительства Томской области компания «Геокосмос» начала работы по съемке исторического центра Томска, известного многочисленными памятниками русского деревянного зодчества XVIII–XIX веков. Естественно, работы проводятся с использованием наземных лазерных сканеров Riegl, которые кроме прочих достоинств наиболее хорошо приспособлены к непростым метеорологическим условиям Центральной Сибири. Полагаю, что это только начало.

Томск настолько мне любезен, что я готов со страниц журнала защищать его честь, вступив в за-

очную полемику с двумя виднейшими представителями русской культуры, а именно:

1) А.П. Чеховым, написавшем в очерке «Из Сибири», что «... женщины в Томске некрасивые, а мужчины поголовно пьяные...». Ну, право же, Антон Павлович, Вы что-то недоглядели!

2) Н.Г. Гариним-Михайловским, выдающимся русским литератором и одновременно видным геодезистом (Ну, почти как я! — *Прим. автора*). Как же можно было, дорогой Николай Георгиевич, проложить Транссиб в стороне от такого замечательного города! Ведь это, получается, по Вашей милости Томск из «столицы Сибири» превратился в обычный губернский город. Нехорошо!

А вот Красноярск занимает в моей судьбе совершенно особое место. Летом 2000 г., на рубеже тысячелетий, мы с моим другом профессором И.М. Данилиным (в то время еще доцентом) провели на территории Красноярского края «первый в России эксперимент по использованию лазерно-локационного метода для целей таксации леса». Примерно так это звучало в последовавших многочисленных научных публикациях. На самом деле, мы полетали с лидаром несколько часов на вертолете над тайгой, снимали. Эксперимент удался — таксационные характеристики надежно определялись по лазерно-локационным данным, с блестящей точностью вычислялся объем биомассы, строилось статистически достоверное распределение де-



ревьев по породам, надежно дешифровались границы гарей и незаконных вырубок... В общем, мы имели научный успех, который, как и полагается, привлек интерес общественности, но, к сожалению, не только научной. Нашими работами заинтересовалось «Всевидающее Око», которое усмотрело в наших действиях «преступное легкомыслие», если не сказать большего. Лично для меня это закончилось вызовами в «Большой Дом» ... История эта тянулась пару лет и так ничем вразумительным и не закончилась. Нас отпустили с миром со словами «Больше, ребята, так не делайте». И, слава Богу, а то не сидел бы я сейчас в своей уютной московской квартире, не писал бы эту заметку, а занимался бы каким-нибудь другим менее замысловатым видом деятельности. Ну да, довольно об этом.

В Красноярске в рамках Всероссийского совещания-семинара с международным участием «Дистанционные методы в лесоустройстве и учете лесов. Приборы и технологии» наконец-то получалась живая и неформальная дискуссия о пригодности наиболее

прогрессивных методов авиационного дистанционного зондирования (прежде всего, конечно, лазерной локации) для лесотехнических и лесоустроительных нужд. Все материалы совещания в виде отдельного издания уже в печати и будут доступны научной общественности в течение месяца, поэтому сейчас только одна короткая зарисовка о характере дискуссии. Единомыслие в России не наблюдалось во времена Козьмы Прутков, нет его и сейчас. Далеко не всем лазерно-локационный метод представляется самым перспективным в лесоустройстве.

«Так думают почти все в Германии, Швеции и Канаде?» — «Нам не указ, у нас во всем свой путь!»

«Вот почитайте только что вышедшую монографию И.М. Данилина, Е.М. Медведева и С.Р. Мельникова «Лазерная локация Земли и леса». Там много графиков и таблиц, все понятно, все можно увидеть самому...» — «Спасибо, почитаю, но я заранее знаю, что все это ерунда» и т. д.

Что ж, как сказал в заключении Игорь Михайлович Данилин: «Нас рассудит История». Конечно, кто же еще.

Приятно, что среди сторонников активного внедрения лазерно-локационных и других современных методов дистанционного зондирования в лесные дела оказался уважаемый отечественный специалист — академик РАН Александр Сергеевич Исаев, который, кстати, любезно согласился выступить редактором упомянутой выше монографии «Лазерная локация Земли и леса». Для нас большая честь иметь в союзниках фигуру такого масштаба.

Кроме А.С. Исаева в работе семинара, организованного компанией «ГеоЛИДАР» и Институтом леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, приняли участие академик РАН Е.А. Ваганов и ряд других выдающихся специалистов.

Заканчивая, хочется вспомнить слова нашего великого соотечественника, еще и еще раз подивившись его прозорливости: «Могущество России прирастает будет Сибирью». Да, Михаил Васильевич, и геоинформационное могущество тоже!

**Е.М. Медведев,**

*кандидат технических наук,  
evgeny\_medvedev@geolidar.ru*

# ГЕОЛИДАР

ЯВЛЯЕТСЯ ПОСТАВЩИКОМ АЭРОСЪЕМОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ



**Optech**

Авторизованным дистрибьютором аэросъемочных систем лазерного картографирования Optech Inc.

**Rollei**

Авторизованным дистрибьютором цифровых аэрофотокамер производства «Rollei Fototechnic GmbH»

**APPLANIX**  
A TRIMBLE COMPANY

Авторизованным дистрибьютором систем прямого геопозиционирования и ориентации POS производства «Applanix Corp.»

115035, Россия, Москва Софийская наб., д. 30, стр. 3  
Тел.: +7 (095) 953-01-00 Факс: +7 (095) 953-04-70  
E-mail: info@geolidar.ru http://www.geolidar.ru

# ИНТЕГРАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ GPS/IMU\*

Е.М. Медведев («ГеоЛИДАР»)

В 1986 г. окончил МЭИ. 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 июля 2005 г. — генеральный директор компании «ГеоЛИДАР». Кандидат технических наук.

А теперь настало время перейти к обсуждению наиболее интересных вопросов: «А как же все-таки работают такие системы, и как они могут обеспечить настолько высокий уровень точности?» По традиции начнем с опровержения заблуждений, главным из которых, применительно к теме обсуждения, является следующее: глобальные навигационные спутниковые системы GPS, а в равной степени и ГЛОНАСС позволяют определять только положение, но не ориентацию в геодезическом пространстве. Из этого делается убийственный вывод — один приемник GPS принципиально ничем не может помочь инерциальной системе в повышении точности определения параметров угловой ориентации, просто потому что он определяет координаты, а не углы.

Подобные доводы выглядят разумными только на первый взгляд, в действительности все происходит наоборот. В первой половине XX века инерциальные

системы активно применялись для целей навигации, но никто был не в состоянии предложить эффективного метода парирования собственных неустранимых погрешностей инерциальной системы, к которым, как известно, относятся следующие:

- шумы;
- дрейф («уход»);
- масштабные ошибки (scale factor misalignments).

Именно появление в конце XX века систем спутниковой навигации позволило создать алгоритмы, которые эффективно оценивают значение всех составляющих погрешностей инерциальной системы (в том числе в режиме реального времени) и, следовательно, добиться высокого уровня определения параметров угловой ориентации в современных комплексах GPS/IMU, которые приводились ранее.

Не хотелось бы также оставить без должного отпора заявления о том, что средствами GPS нельзя измерить никакие угловые параметры с приемлемой точностью. Такие несолидные заявления опровергаются опытом геодезической и аэросъемочной деятельности многих компаний. На практике три приемника GPS, работающих в фазовом режиме, при благоприятных обстоятельствах обеспечивают точность определения угловых параметров (опять же, в том числе и в режиме реального времени) на уровне лучше 1 мрад. Желая ознакомиться с этим вопросом более подробно, можно порекомендовать статью

«Методика высокоточного RTK-позиционирования морских судов» (см. Геопрофи. — 2005. — № 3. — С. 8–10).

Однако на практике реализация такого подхода сдерживается рядом причин, главными из которых являются следующие:

- габариты комплекса, реализующего такой подход измерений, оказываются значительными, что может составлять серьезную проблему (рис. 1);

- выдаваемые данные чрезвычайно критичны к качеству принимаемого GPS-сигнала.

Эти обстоятельства и предопределили недолгую судьбу подобных устройств. В настоящее время они полностью вытеснены приборами, работа которых построена на интегрировании данных GPS и IMU. Структурная схема навигационного комплекса GPS/IMU представлена на рис. 2.

Навигационный комплекс GPS/IMU включает следующие основные компоненты:

- двухчастотный (L1/L2) приемник GPS с опцией слежения за фазой несущей;

- встроенный бортовой вычислитель, который реализует функции контроллера обратной связи и аппаратного или программного фильтра Калмана;

- инерциальную систему (IMU).

Используя эти компоненты, навигационный комплекс обеспечивает получение интегрированного навигационного решения для траектории и ориентации носителя.



Рис. 1

Аэросъемочный комплекс FLI-MAP компании FUGRO с двумя разнесенными GPS-антеннами

\* Продолжение. Начало в № 3, 4-2005.

Основными принципами, используемыми при получении интегрированного навигационного решения, являются следующие.

1) Инерциальная система предоставляет данные в специализированный навигационный вычислитель, который вырабатывает данные по положению, скорости и ориентации. Существенным является тот факт, что инерциальная система является жестко связанной с корпусом носителя, точнее с рамой, на которую крепится то или иное аэрозъемное средство.

2) Приемник GPS используется для корректирования инерциальной навигационной системы путем оценки погрешностей, а также для инициализации интеграционного процесса. При отсутствии GPS-обеспечения, инерциальная навигационная система остается без GPS-коррекции.

3) Используется замкнутая система контроля погрешностей, обеспечивающая оптимальное управление.

Основная алгоритмическая нагрузка возложена на специализированный бортовой вычислитель, который в режиме реального времени получает решение уравнений движения Ньютона, описывающих положение, скорость и ориентацию сенсора IMU в системе координат WGS-84 с учетом вращения Земли в физическом пространстве. Вычисления выполняются на основе данных, получаемых с помощью гироскопов и акселерометров, которые являются механически жестко связанными с корпусом носителя. По этой причине определяемые значения координат, скоростей и углов ориентации для сенсора IMU могут быть аналитически трансформированы в любую другую точку носителя, в частности, в точку центра сканирующего зеркала локатора. Для корректного перехода необходимо знать параметры взаимного положения и ориентации точки центра сканирования и сенсора IMU.

Работа в дифференциальном GPS-режиме также может обеспечивать формирование навигационного решения в режиме реального времени. Однако для

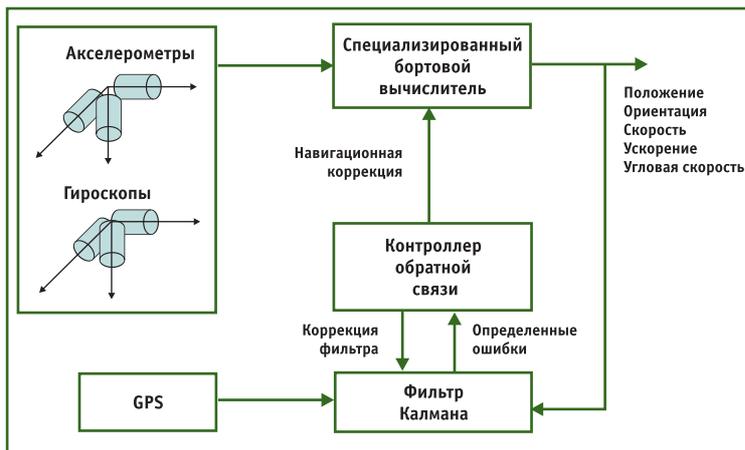


Рис. 2  
Структурная схема навигационного комплекса GPS/IMU

этого необходимо использовать режим реального времени (RTK), который крайне трудно реализовать в условиях съемки с использованием летательных аппаратов. На практике реализация дифференциального GPS режима чаще предполагает съемку с использованием одной или нескольких референсных (базовых) GPS-станций, по данным которых в процессе наземной постобработки выполняется дифференциальная коррекция траектории носителя, зарегистрированная бортовым приемником GPS. Именно эта траектория используется при реализации алгоритма определения полного навигационного решения.

Режим полномасштабной наземной постобработки GPS и инерциальных данных является дальнейшим развитием дифференциального GPS-режима. Он может быть реализован только в камеральных условиях. В этом режиме для определения траектории носителя используются как данные GPS после процедуры дифференциальной коррекции, так и инерциальные данные, предоставляемые гироскопами и акселерометрами.

При описании принципов функционирования бортового навигационного комплекса необходимо выделять два уровня информационного обмена внутри комплекса.

1) Базисный информационный уровень составляют данные,

непосредственно вырабатываемые входящими в комплекс приемником GPS и инерциальной системой. Следует отметить, что функционирование этих устройств на физическом уровне происходит независимо. Информация, получаемая на этом уровне, используется двойко. Во-первых, на основе этой информации выполняется инициализация системы, а во-вторых, она подвергается алгоритмической обработке на следующем информационном уровне.

2) На уровне генерации навигационного решения с помощью аппаратных средств либо аналогичных программных процедур вырабатывается законченное навигационное решение, включающее координаты траектории носителя и параметры его угловой ориентации для произвольного момента времени. Получаемые на этой стадии результаты, естественно, опираются на данные, накопленные на базисном уровне.

*Продолжение следует*

**RESUME**

This article continues discussion started in Geoprofi No. 2 & 3, 2005 on the design features of navigation complexes consisting of GPS receivers and an inertial system. A theoretical grounding is given for using these systems in order to determine parameters of the angular stabilization of the carrying platforms while conducting aeroimaging.

Компания «ГЕОПОЛИГОН» и первая российская команда в FIA Grand Touring «Russian Age Racing» представляют

# РУССКОЕ ВРЕМЯ НА РУССКОЙ ЗЕМЛЕ



Компания ГЕОПОЛИГОН – мастер-дистрибьютор геодезического оборудования Trimble; эксклюзивный дистрибьютор наземных лазерных сканирующих систем RIEGL; официальный дистрибьютор оборудования для гидрографии OHMEX Instrumentation.

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

Russian Age Racing ("Русское Время") – первая российская команда в FIA GT, выступающая с российской лицензией (выданной Российской Автомобильной Федерацией для выступлений в FIA GT). Пилотами команды являются российские автогонщики Алексей Васильев и Николай Фоменко, чемпионы FIA Grand Touring в классе N-GT, и трехкратный чемпион FIA Grand Touring француз Кристоф Бушу.

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

119017 Москва, ул. Б.Ордынка, д.14, стр.1.  
Тел. (095)959-4087. Факс (095)959-40-88.  
E-mail: [info@geopolygon.ru](mailto:info@geopolygon.ru)  
Интернет: [www.geopolygon.ru](http://www.geopolygon.ru)

**ГЕОПОЛИГОН®**

# НАВИГАЦИОННО-ПИЛОТАЖНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АЭРОСЪЕМОЧНЫХ РАБОТ

**О.С. Сальчев** (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

В 1976 г. окончил приборостроительный факультет МГТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «системы автоматического управления». После окончания института работал научным сотрудником кафедры «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» МГТУ им. Н.Э. Баумана. С 1987 г. по настоящее время профессор этой кафедры, руководитель специализации «Инерциальная навигация», профессор кафедры Geomatic Engineering университета Калгари (Канада). Разработчик теории комплексирования ИНС/GPS-систем. Руководитель проектов: гравиметрический комплекс авиационного базирования, передвижной навигационно-геодезический комплекс, высокоточная ИНС наземного базирования.

**В.В. Воронов** (ООО «Текнол»)

В 1986 г. окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «приборы и системы навигации, ориентации и стабилизации». Участвовал в разработках: инерциальная обзорно-геодезическая система, наземный навигационно-геодезический комплекс, авиационный гравиметрический комплекс, ИНС/GPS интегрированная система. В настоящее время — ведущий научный сотрудник ООО «Текнол».

С 1994 г. по 2001 г. авторы принимали участие в проекте, организованном кафедрой Geomatics Engineering университета Калгари (Канада) и компанией Newmont Mining Corp. (США). Проект включал проведение геофизической съемки с борта самолета над нефтяными полями провинции Альберта (Канада) и над районами залегания золотоносных пород на севере штата Невада (США).

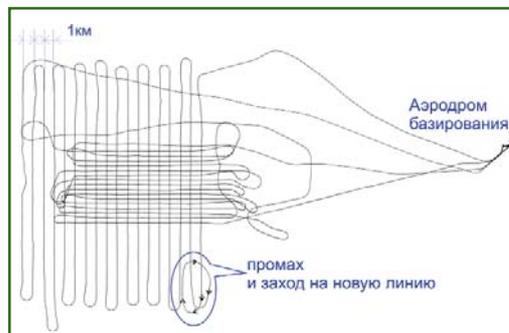
Аэрогеофизическая съемка является дорогостоящим способом разведки полезных ископаемых, но компании, несмотря на серьезные расходы по организации и проведению съемки, идут на это, так как аэросъемке нет альтернативы по эффективности и производительности. Основными видами съемки являются магнитометрическая и гравиметрическая, по результатам которых создаются геофизические карты.

Технология аэрогеофизической съемки включает облет района по параллельным базовым линиям с интервалом от 1 км при гравитационной съемке и до

50 м при магнитометрической. Затем облет проводится в перпендикулярном направлении (связующие линии). Таким образом, траектории полетов образуют сетку (рис. 1). В зависимости от удаленности от аэродрома и возможностей летательного аппарата (ЛА) полет длится от двух до четырех часов.

Во время съемки пространственные координаты самолета, а следовательно и каждого измерения, должны определяться с достаточно высокой точностью. В данном проекте они определялись с помощью приемника GPS, имевшегося на самолете, в дифференциальном режиме относительно базовой станции, установленной на земле в районе съемки. Точность определения пространственных координат составляла до 1 м. После полета результаты измерений обрабатывались, и по ним строилась карта гравитационных аномалий.

Следует отметить, что качество получаемых геофизических данных во многом определяется мастерством пилота и условиями



**Рис. 1**  
Сетка линий аэрогеофизической съемки

полета: наличием порывов ветра, воздушных ям, неточностью следования заданной траектории полета и др.

При съемке пилоту приходится решать ряд задач, в числе которых:

- точный заход на линию, иногда в условиях ограниченного пространства для маневрирования (доруливание над зоной съемки недопустимо — это прямая потеря данных);

- удержание ЛА на заданном курсе при воздействии бокового ветра (при аэромагнитной съемке требуется еще и стабилизация ЛА по углам крена и тангажа в

пределах допустимых значений);

— контроль путевой скорости ЛА на грани скорости «сваливания», так как для получения более «плотной сетки данных» приходится выполнять пилотирование при минимальной скорости ЛА;

— контроль высоты полета, причем при гравиметрической съемке требуется строго горизонтальный полет по геодезической высоте, а при магнитометрической — самолет должен следовать рельефу местности, выдерживая, по возможности, постоянную высоту над поверхностью (для этого самолет оснащается лазерным или радиовысотомером).

Отсюда видно, что пилотирование при выполнении аэрогеофизической съемки принципиально отличается от полета из точки в точку. Даже специально обученный пилот на ЛА, оснащенном стандартным набором цифро-шкальных приборов и единственным навигационным средством в виде приемника GPS, закрепленного на штурвале самолета, не застрахован от ошибок пилотирования при проведении съемки.

В последнее время ряд зарубежных производителей авиационной техники оснащают самолеты электронными системами с жидкокристаллическими дисплеями, на которых отображаются подвижная карта и пилотажная информация. Безусловно, эти системы придают ка-

бине современный вид, но по сути остаются простыми индикаторами положения самолета.

С нашей точки зрения, для выполнения аэрогеофизической съемки пилоту требуется специальное оборудование, которое не просто объединяло бы функции навигационной системы и пилотажных приборов, но и обладало свойствами прогнозирования движения ЛА, могло подсказывать пилоту правильные действия для достижения желаемых параметров полета.

Таким средством может быть автономное пилотажно-навигационное средство (ПНС-А), выпускаемое с 2004 г. компанией «ТеКнол». Оно представляет собой электронную систему определения и индикации навигационной информации и параметров движения летательного аппарата. В состав ПНС-А входит малогабаритная интегрированная навигационная система «Компанав-2», приемник GPS и персональный компьютер планшетного типа Panasonic CF-18 (рис. 2).

Данная система уже успешно применяется в качестве привносимого оборудования, обеспечивая независимо от штатных приборов выполнение сложных маршрутных полетов на самолетах и вертолетах.

При подготовке полетного задания ПНС-А не просто обеспечивает ввод и отображение на подвижной цифровой карте маршрута в виде линий, а рассчитывает полет с учетом рельефа и характеристик ЛА, строит схемы заходов, обеспечивая оптимальную траекторию. Но главные достоинства ПНС-А реализуются на стадии выполнения полета. В отличие от обычной цифро-шкальной индикации в ПНС-А используется «образная индикация», т. е. не только индицируются текущие показания датчиков, но и прогнозируется развитие полетной ситуации с учетом динамических характеристик конкретного ЛА. Алгоритмической основой образной индикации являются математические



**Рис. 2**  
Общий вид комплекта ПНС-А

модели для прогнозирования траектории движения как ЛА в целом, так и отдельных параметров движения (скорости, высоты, траекторных углов) с использованием различных гипотез движения в зависимости от времени прогнозирования движения и характера маневра, рельефа, заданной траектории полета ЛА (рис. 3). Таким образом, ПНС-А на летательном аппарате не просто дублирует функции навигационного комплекса, но и обеспечивает лучшую пространственную ориентировку летчика. Как показали экспериментальные полеты, ПНС-А обеспечивает повышение точности пилотирования в 4–5 раз по сравнению с пилотированием по штатным приборам.

Авторам известен случай, когда крупная международная компания, проводящая аэрогеофизическую разведку, в течение одного сезона потеряла два самолета в Южной Америке из-за столкновений с рельефом в тумане, постоянно накрывающем влажные экваториальные леса. Дело в том, что установленное на борту геофизическое оборудование требовало продолжительных залетов на линии для обеспечения заданных параметров фильтрации при обработке измерительной информации. Поэтому пилотам приходилось максимально использовать пространство для маневра самолета: издалека заходить на линию и оставаться на ней как можно



**Рис. 3**  
Основной пилотажный дисплей ПНС-А

дольше до завершения пролета.

Использование ПНС-А позволяет повысить безопасность полетов за счет реализации в нем функции предупреждения столкновения с поверхностью Земли. Это достигается за счет наличия цифровой карты рельефа местности и автоматического построения линии мажоранты, определяемой, соотносясь с рельефом и параметрами полета (рис. 4).

Следует отметить, что основным элементом оборудования ПНС-А является малогабаритная интегрированная навигационная система (МИНС) «КомпаНав-2» (см. «Геопрофи». — 2003. — № 3. — С. 16–17 и Геопрофи. — 2004. — № 2. — С. 42–44). Она выполняет функции определения пилотажных параметров, главными среди которых являются углы ориентации летательного аппарата: курс, крен и тангаж. Проведенные в июне 2005 г. ООО «ТеКнол» совместно с ЛИИ им. М.М. Громова и 29-м НИИ МО РФ летные испытания показали, что в режиме крейсерского полета по линии значения углов тангажа и крена определяются с помощью МИНС «КомпаНав-2» с точностью лучше 18'. Причем, после камеральной обработки точность этих значений может быть увеличена до 6'. Это позволяет использовать значения параметров ориентации ЛА, определяемых с помощью «КомпаНав-2», для коррекции данных, получаемых геофизическим и аэросъемочным оборудованием. Например, для коррекции данных при аэромагнитной съемке, когда в показаниях аппаратуры необходимо компенсировать изменение магнитного поля, вызванное собственным движением ЛА.

Другим применением системы «КомпаНав-2» является аэросъемка для целей картографирования территории земной поверхности. В классических случаях аэросъемочное оборудование устанавливается на гиростабилизированной платформе для

его обеспечения в горизонтальном положении во время аэросъемки. МИНС «КомпаНав-2» обеспечивает получение в любой момент времени точной непрерывной информации об углах ориентации ЛА и, следовательно, аэросъемочного оборудования относительно плоскости горизонта. Это позволяет тематически трансформировать отдельные снимки и создать ортофото отснятой территории. Кроме того, в этом случае существенно снижается стоимость аэросъемочных работ за счет автономности «КомпаНав-2». Небольшие габариты и низкое эле-

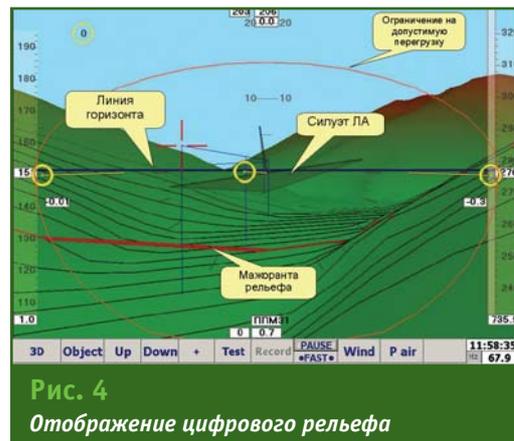


Рис. 4  
Отображение цифрового рельефа

тов ЛА в сложных погодноклиматических условиях и ограниченной видимости.

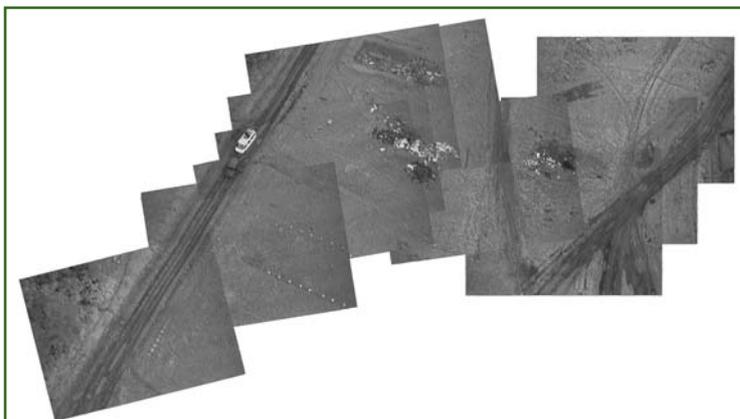


Рис. 5  
Ортофотоплан территории

ктропотребление позволяют установить МИНС «КомпаНав-2» на любом ЛА, включая и беспилотные (БПЛА). На рис. 5 приведен ортофотоплан территории, построенный по результатам цифровой аэрофотосъемки с борта БПЛА, оснащенного МИНС «КомпаНав-2». При его увеличении видно, что автомобильная колея на грунтовой дороге переходит без сдвига и искажения с одного кадра на другой, что свидетельствует о точности сшивки на уровне 10–20 см.

Разработанное и производимое ООО «ТеКнол» пилотажно-навигационное оборудование может быть эффективным средством при проведении различных видов аэросъемки, повышая точность получаемых данных и обеспечивая безопасность поле-



117556, Москва, Варшавское шоссе, 79 стр. 2  
Тел: (095) 718-95-77  
Факс: (095) 119-58-05  
E-mail: contact@teknol.ru  
Интернет: www.teknol.ru

**RESUME**

Technical characteristics and flight test results are considered for the autonomous flight and navigation system — PNS-A — being produced since 2004 by the Teknol Company. Expediency of its application is expediency for conducting aerogeophysical digital imaging aimed at large territories mapping.

# ИМПОРТ ДАННЫХ ИЗ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ В ГИС «КАРТА 2005»

**А.Г. Демиденко** (Топографическая служба ВС РФ)

В 1989 г. окончил факультет прикладной математики Харьковского ВВКИУРВ им. Н.И. Крылова. Сфера деятельности — математическое моделирование местности. В настоящее время является руководителем проекта.

Применение цифровых геодезических приборов, обладающих высокой точностью получения результатов и возможностью автоматизированного сохранения данных, позволяет существенно сократить время на полевое обследование объектов землепользования с одновременным повышением точности измерений. Сокращение сроков камеральных работ напрямую связано с уровнем развития программных средств для обработки данных.

При разработке любых программных средств конечным результатом должна быть программа, с одной стороны, универсальная, позволяющая решать максимально сложные, изменяющиеся в зависимости от текущей ситуации, задачи, без вмешательства программиста; и в то же время простая, т. е. максимально автоматизированная, и позволяющая работать с ней на интуитивном уровне даже неопытному пользователю.

Для соблюдения этих условий при разработке программных средств импорта данных из геодезических приборов необходимо учитывать объективные и субъективные факторы. Объективными факторами является разнообразие цифровых геодезических приборов и, как следствие, большое количество форматов хранения данных. К субъективным факторам можно отнести правила ведения съемки при выполнении полевых работ, или, вернее, их отсутствие.

Для того, чтобы корректно считать данные, программе необходимо:

- определить структуру формата данных;
- восстановить последовательность полевых измерений, используя параметры конкретной структуры;
- определить конфигурацию измерений;
- урвать прямые и обратные измерения;
- преобразовать считанные

данные во внутренний формат программы.

Наибольшие затруднения вызывает процесс определения конфигурации измерений. В одном файле могут одновременно присутствовать данные по нескольким теодолитным ходам (возможно с взаимными пересечениями) и большим количеством станций с полярными измерениями. При этом данные могут быть представлены двойными и бракованными измерениями одной и той же пикетной точки. Если при регистрации измерений не соблюдались определенные требования к вводу данных с клавиатуры прибора (отсутствуют координаты опорных пунктов, пропущены имена измеряемых точек и т. п.), выполнить автоматическое считывание информации будет довольно затруднительно.

Чтение данных из памяти геодезического прибора происходит при подключении его к COM-порту компьютера по протоколу



**Рис. 1**

Схема импорта данных из геодезических приборов в ГИС «Карта 2005»

обмена с помощью специального программного обеспечения, которое поставляется совместно с прибором. Программы импорта различных ГИС и САПР чаще всего не работают напрямую с геодезическими приборами, а обрабатывают данные, занесенные в память компьютера.

В ГИС «Карта 2005» для импорта данных из геодезических приборов реализована следующая схема (рис. 1).

На этапе выполнения полевых работ (рис. 1) наиболее существенно влияющие субъективные факторы. Для снижения величины их влияния на последующую обработку данных геодезисты должны выполнять измерения пикетных точек по определенным правилам, в соответствии с которыми необходимо вводить:

- имена опорных пунктов;
- координаты опорных пунктов;
- имена станций (точек стояния);
- имена (номера) измеряемых точек.

Большинство приборов при измерении на текущей станции автоматически, путем инкрементального увеличения счетчика, присваивают номера измеряемым точкам. Эта весьма удобная методика «расслабляет» исполнителей полевых измерений, которые вообще перестают вводить имена точек, будь то измеряемая точка или станция. Геодезистов можно понять: находиться под открытым небом, особенно в условиях ненастной погоды, не очень-то приятно. Поэтому они стараются максимально сократить время на выполнение съемки, считая, что в камеральных условиях довольно быстро введут недостающие данные. Однако практика показывает, что в большинстве случаев съемка, выполненная с нарушением указанных выше правил, приводит к значительному увеличению времени камеральных работ. В этом случае обработка результатов оператором в

офисе невозможна без участия геодезиста, выполнявшего измерения.

На этапе чтения (рис. 1) выполняются коммутация прибора к компьютеру и сохранение данных из памяти геодезического прибора на жестком диске компьютера. Информация в файлах хранится в структуре данных, определяемой форматом геодезического прибора. Указанные файлы находятся в ASCII-кодировке и могут быть просмотрены и при необходимости отредактированы любым текстовым редактором. Многие геодезисты самостоятельно выполняют операцию редактирования, вводят те самые данные, которые не ввели в поле. К сожалению, при этом практически никогда не удается выдержать структуру файла. В результате файлы получают видоизмененную структуру, чтение которой программами импорта ГИС становится невозможным.

В ГИС «Карта 2005» реализована схема конвертирования данных, в том числе и недостающих, во внутренний формат и последующего ввода недостающей информации в диалоге соответствующего режима.

Для преобразования данных из структуры прибора во внутренний формат (рис. 1) в ГИС «Карта 2005» предназначена прикладная программа «Импорт геодезических измерений» (рис. 2).

Окно диалога программы разделено на четыре части. В левой верхней части отображаются информация и элементы управления, относящиеся к входным данным. В правой верхней части — информация и элементы управления, относящиеся к формируемому результату обработки входных данных. В правой нижней части — схема съемки по результатам обработки входной информации (линии ходов, подписи точек и т. д.). В левой нижней части — таблица точек текущего хода (если включена опция отображения только текущего хода) или таблица всех то-

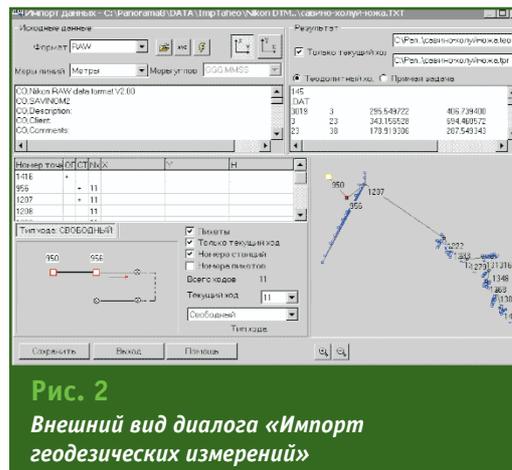


Рис. 2  
Внешний вид диалога «Импорт геодезических измерений»

чек, присутствующих в исходных данных. Кроме того, в левой нижней части диалога отображается тип текущего хода (список типов и схематичное отображение текущего типа), а также группа опций, относящихся к объему данных, отображаемых на схеме ходов.

Методика и алгоритм функционирования программы заключается в последовательном выполнении следующих операций:

- 1) открытие исходного (входного) файла;
- 2) чтение информационных строк и определение конфигурации измерений;
- 3) визуализация схемы измерений;
- 4) преобразование данных во внутренний формат ГИС.

В процессе открытия исходного файла (1) автоматически определяется его формат. После открытия файла его содержимое и параметры отображаются в окне «Исходные данные», и выполняется обработка файла. В процессе обработки (2) проводится чтение заголовка и информационных строк данных, дополнение недостающих данных автоматическими методами, определение конфигурации измеряемых данных, а также предварительное уравнивание прямых и обратных измерений. Тип текущего хода определяется автоматически. Результат определения типа хода отображается в нижней левой части окна диалога. Однако, если программа не смог-

ла однозначно идентифицировать тип хода или определение типа проведено неверно, пользователь самостоятельно может указать тип текущего хода: разомкнутый (классический), замкнутый, сомкнутый, с одним примычным углом, свободный (висячий) или с координатной привязкой.

Программа максимально автоматизирует чтение данных и дополняет недостающие значения имен и координат точек значениями по умолчанию. Естественно эти данные не соответствуют действительности, но позволяя восстановить структуру формата и корректно считать исходный файл. Для наглядного отображения считанных данных в диалоге предусмотрена визуализация схемы измерений (3). Можно просматривать данные как всех измерений, присутствующих в файле, так и по отдельным информационным блокам, соответствующих текущему теодолитному ходу.

В случае если координаты опорных точек, описанных в обрабатываемом (исходном) файле, хранятся в отдельном каталоге (файле), загрузку координат можно выполнить нажатием кнопки «XYZ». Если координаты опорных точек в исходном файле (или в дополнительно подгруженном каталоге) представлены в правой системе координат (X — вправо, Y — вверх), следует включить соответствующую кнопку в окне «Исходные дан-

В процессе конвертирования (4) входной файл преобразуется в файл теодолитных ходов (формат ТЕО) и файл «полярок», содержащий данные для решения прямой геодезической задачи (формат ТРР). В окне «Результат» отображается содержимое выходного файла (ТЕО или ТРР, в зависимости от того, как выставлен «переключатель»).

Кроме того, в окне «Результат» пользователь может включить опцию «Только текущий ход». В этом случае в файлы ТЕО и ТРР после нажатия кнопки «Сохранить» запишутся только результаты, относящиеся к текущему ходу. Текущий номер хода (если их в исходном файле несколько) можно установить (выбрать из списка) в левой нижней части окна диалога программы.

Для получения координат измеренных точек необходимо файлы во внутренней структуре (ТЕО, ТРР) открыть в соответствующих диалогах геодезического блока ГИС «Карта 2005» и выполнить расчет и уравнивание (рис. 1). Для этих целей предназначены модули «Построение теодолитного хода» и «Прямая геодезическая задача». В диалогах данных режимов (рис. 3) можно ввести недостающую информацию, откорректировать считанные с прибора данные, выполнить расчет, нанести на карту точечные объекты по полученным координатам пикетов, а также сформировать ряд отчетных ведомостей. Кроме того, вызов процедуры «Импорт геодезических измерений» можно выполнить напрямую из указанных режимов. В этом случае, по окончании процедуры преобразования данных и закрытия диалога «Импорт геодезических измерений», автоматически происходит загрузка конвертированных данных в элементы того диалога, который инициировал вызов процесса импорта.

В ходе выполнения расчетов в диалогах указанных модулей для автоматизации ввода недостающих данных можно исполь-

зовать функции задачи «Каталог координат». Получение координат из каталога выполняется следующим образом:

— имя точки вводится в соответствующий элемент окна диалога;

— курсор устанавливается на элементе с именем точки и после щелчка правой кнопкой «мыши», появляется всплывающее (контекстное) меню;

— в этом меню необходимо выбрать пункт «Вставить из каталога», щелкнув левой кнопкой «мыши» на строке меню «Вставить из каталога».

Программа автоматически найдет в каталоге координат точку с указанным именем и передаст ее координаты в форму. Координаты X и Y, выбранные из каталога, будут занесены в соответствующие элементы окна диалога. Аналогично рассчитанные координаты точек можно занести в «Каталог координат».

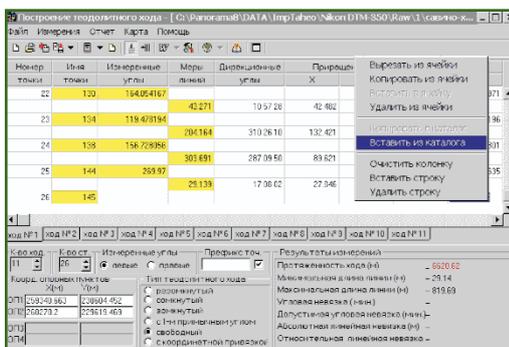
Таким образом, процедура «Импорт геодезических измерений», применяемая в комплексе с остальными модулями геодезического блока ГИС «Карта 2005», является мощным инструментом для обработки результатов топографо-геодезических работ, выполненных при помощи цифровых геодезических приборов.



Москва, Б. Толмачевский пер., 5  
Тел.: (095) 739-02-45  
Факс: (095) 739-02-44  
E-mail: kb@gisinfo.ru  
Интернет: www.gisinfo.ru

### RESUME

A detail description is given for the import and processing of in situ data measured by various electronic geodetic instruments using the Karta-2005 GIS. It is marked that the algorithm developed and implemented in this geoinformation system needs no exact sequence of conducting field measurements.



**Рис. 3**  
Внешний вид диалога «Построение теодолитного хода»

# ОДНОЧАСТОТНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ ПРИЕМНИК GPS LEICA SR20 ДЛЯ ГЕОДЕЗИИ И ГИС

**О.В. Евстафьев** («Лейка Геосистемз»)

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

Спутниковые методы определения пространственных координат в настоящее время широко используются в навигации, геодезии, строительстве, межевании земель и других областях. Производители спутниковой аппаратуры предлагают разнообразные модели приемников — от недорогих персональных GPS-навигаторов до высокоточных геодезических спутниковых приборов. В России с каждым годом увеличивается количество малых предприятий, выполняющих топографо-геодезические работы, для которых недорогие одночастотные приемники могут оказаться чрезвычайно полезными и эффективными особенно при создании опорного обоснования для проведения крупномасштабных топографических съемок.

Компания Leica Geosystems (Швейцария) предлагает различные типы спутникового оборудования — от высокоточных двухчастотных приемников серии 1200 до одночастотных компактных приемников субметровой точности GS20. Так, в конце 2004 г. Leica Geosystems представила спутниковый приемник SR20, который стал первым персональным одночастотным приемником с возможностями выполнения геодезических измерений и получения данных для ГИС.

▼ **SR20 — это простой, и в то же время многофункциональный приемник GPS**

По внешнему виду он похож на персональный GPS-навигатор, но является универсальным приемником с мощным набором функций (рис. 1). В небольшом корпусе находится 12-канальный фазовый (L1) приемник GPS, способный выполнять геодезические измерения в режимах «Статика» и «Кинематика Stop-and-Go», определять и записывать координаты объектов с их атрибутами и описаниями, уточнять координаты в режиме реального времени, принимая дифференциальные поправки от наземных станций или от спутников SBAS (Satellite Based Augmentation Systems), таких как WAAS и EGNOS. SR20 может быть использован в качестве базовой GPS-станции, вырабатывая дифференциальные поправки в формате RTCM-104. И конечно, этот приемник можно применять как простой навигатор, например, для идентификации объектов и поиска утраченных опорных пунктов.

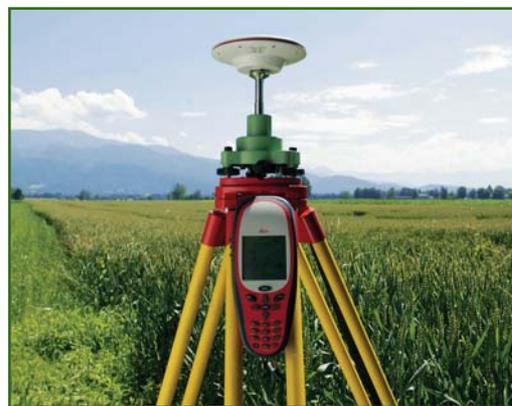
▼ **Три уровня точности**

SR20 обеспечивает три уровня точности, что позволяет характеризовать его как «три приемника в одном». При работе в абсолютном режиме он обеспечивает навигационную точность определения местоположения, т. е. 5–10 м. В дифференциальном режиме, при приеме поправок в реальном времени (DGPS), точность определения координат составляет 40 см, а после постобработки записанных в память прием-

ника кодовых измерений — 30 см. Точность координат после обработки данных, полученных при съемке с записью фазовых измерений, в режиме «Статика» составляет 10 мм + 2 мм/км и в режиме «Кинематика» — 20 мм + 2 мм/км.

▼ **Что нового в одночастотном приемнике GPS Leica?**

Компания Leica Geosystems создала универсальный спутниковый приемник для различных приложений. Один и тот же прибор можно «превратить» в приемник GS20, предназначенный для картографирования и сбора данных для ГИС-приложений, или приемник SR20 для геодезических измерений и съемок. Изменение типа приемника и его функций осуществляется программно. Также программно можно добавить новые возможности, такие



**Рис. 1**  
Спутниковый приемник GPS Leica SR20

как расчет площадей или прием RTCM-поправок для SR20.

#### ▼ Особенности Leica SR20

Особенностью приемника SR20 является то, что он имеет встроенную микро-полосковую антенну, а также возможность подключения внешней геодезической GPS-антенны Leica AT501. Приемник оснащен дисплеем (240x240 точек) и алфавитно-цифровой клавиатурой, что создает удобство при работе в кинематическом режиме и не требует подключения дополнительного контроллера.

Клавиатура SR20 выполнена в стиле мобильного телефона (рис. 2). Сбоку на корпусе имеются дополнительные клавиши ввода и управления курсором. Сбор данных осуществляется на карту памяти типа CompactFlash, также как в двухчастотных приемниках GPS и электронных тахеометрах серии 1200 компании Leica Geosystems. SR20 имеет съемный литий-ионный аккумулятор. Внизу корпуса находятся два разъема типа Lemo: интерфейсный последовательный порт RS232 и коаксиальный порт для внешней антенны. Кроме того, приемник оснащен встроенным устройством беспроводной связи Bluetooth, которое служит для соединения с GSM-модемами при приеме дифференциальных поправок или с лазерным дальномером DISTO Plus для определения местоположения недоступных точек.

Полевое программное обеспечение приемника SR20 содержит функции настройки, выполнения съемки, разбивки и управления данными. Также имеется набор прикладных программ для различных геодезических расчетов (преобразование координат, решение обратной геодезической задачи, расчет хода, вычисление координат точек методом засечек), импорта и экспорта файлов отчетов.

Русифицированное меню приемника достаточно простое и обладает удобной системой настройки прибора для различных видов работ. Пользователь может задать параметры съемки, такие



Рис. 2  
Удобная клавиатура SR20

как угол отсечки спутников, DOP-фильтр, интервал записи данных, высота антенны, и записать их в файл конфигурации (Configuration set). В последующем достаточно войти в меню настройки, выбрать файл конфигурации, и прибор автоматически установит все параметры. Можно заранее создать несколько файлов конфигурации и пользоваться ими для перенастройки прибора при выполнении различных видов измерений. По умолчанию в SR20 имеются файлы настроек «STATIC», «KINEMAT», «POSTPROC» — для работы с записанными данными при постобработке, «BEACON», «SBAS», «RACAL», «RTNET» — для приема дифференциальных поправок в режиме реального времени и «REFOUT» — для работы приемника в качестве базовой станции.

В приемнике SR20 имеется возможность настройки параметров отслеживания спутниковых сигналов для достижения максимально эффективного результата при выполнении полевых работ. Существуют следующие уровни отслеживания: Max Accuracy — для достижения максимальной точности, когда приемником записываются сигналы спутников только с большим уровнем мощности после фильтрации переотраженных сигналов, Max Trak и Hyper Trak — для работы в трудных условиях приема спутниковых сигналов, например, в густой листве.

#### ▼ Комплектация

При покупке данного прибора можно выбрать отдельно прием-

ники, внешние антенны, аксессуары и программное обеспечение. Для удобства пользователей Leica Geosystems предлагает несколько вариантов готовых комплектов на основе одного или двух приемников SR20, включающих необходимые аксессуары. Комплект из двух приемников содержит внешние геодезические антенны, антенные кабели, аккумулятор, зарядное устройство, карты памяти емкостью 32 Мбайта, держатели на вехе, интерфейсный кабель, адаптер карты памяти (PCMCIA), руководство пользователей на русском языке и жесткий транспортировочный кейс.

В комплект также входит программный пакет Leica Geo Office, включающий модуль обработки данных GPS-измерений, выполненных приемником SR20. Это программное обеспечение может быть расширено модулями преобразования координат, уравнивания сетей, обработки данных двухчастотных приемников, импорта данных в формате RINEX и экспорта результатов в различные САПР и ГИС.

Таким образом, компания Leica Geosystems предлагает универсальное недорогое решение для сбора пространственных данных. Спутниковый приемник SR20 подходит для организаций, выполняющих различные виды работ — от топографических съемок и учета объектов недвижимости до создания опорных геодезических сетей. Наряду с прочным исполнением и простотой использования SR20 обладает мощным набором функций и предоставляет все преимущества GPS-технологий Leica, проверенных временем.

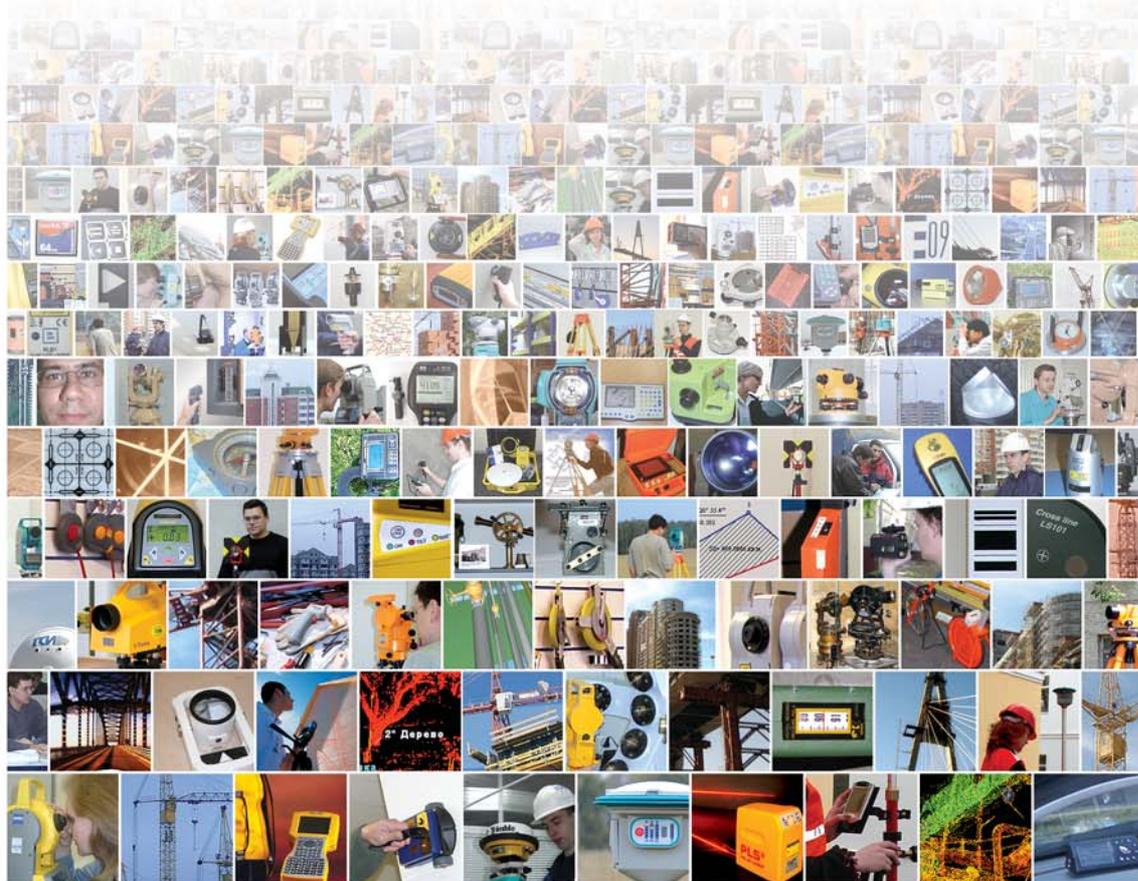
#### RESUME

Design features and capabilities of the new single-frequency GPS receiver Leica SR20 are considered. It is marked that this simple but multifunctional satellite receiver is of use for organizations fulfilling the most various types of works including topographic survey and real estate accounting and up to the creation of the geodetic control networks.

# ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ

ПОСТАВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
ОБУЧЕНИЕ

геодезическое оборудование   приборы неразрушающего контроля   программное обеспечение для геодезии   периферийные устройства ПК



ЗАО "ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ"

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

Т/ф: (095) 101-22-08 (многоканальный), e-mail: [gsi@gsi2000.ru](mailto:gsi@gsi2000.ru), <http://www.gsi2000.ru>

# РУЧНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ LEICA DISTO™ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А.Н. Свиридов («Лейка Геосистемз»)

В 1984 г. окончил Инженерно-физический факультет Харьковского политехнического института. После окончания института работал на приборостроительных предприятиях Минатома России. С 2004 г. по настоящее время — менеджер ООО «Лейка Геосистемз».

В 1993 г. компания Leica Geosystems (Швейцария) представила первый в мире ручной лазерный дальномер. Его появление стало революцией в области измерения небольших расстояний с достаточно высокой точностью. Прибор моментально привлек внимание специалистов и потенциальных потребителей. Он стал лауреатом Международной строительной выставки BATIMAT (Франция), где впервые экспонировался в 1993 г. В этом же году он появился в России. С того времени приборы Leica DISTO™ пользуются высоким спросом среди различных групп потребителей: строителей, инженеров, архитекторов, сотрудников БТИ, инспекторов ГИБДД и многих других.

В 2005 г. Leica Geosystems начала выпуск уже 6-го поколения ручных лазерных дальномеров Leica DISTO™. Новое поколение приборов отличается от своих предшественников, прежде всего, малыми размерами и весом, а, следовательно,



Рис. 1  
Внешний вид Leica DISTO™ A5

еще большим удобством для потребителей. Кроме яркого привлекательного вида и оригинального дизайна максимальное внимание разработчиков было обращено на основное предназначение прибора — измерение расстояний с высокой точностью как внутри помещений, так и вне их на расстояниях от 0,05 до 200 м.

На рис. 1 представлена основная модель приборов нового поколения Leica DISTO™ A5, которая заменит наиболее популярную в России Leica DISTO™ Classic 5a. Она отличается, прежде всего, универсальностью. Стандартная модель Leica DISTO™ A5 имеет совершенно новую деталь — специальную позиционную скобу, размещенную в нижней крышке прибора (рис. 2). Благодаря этой уникальной детали можно выполнять измерения от острых внутренних углов любых конструкций, всевозможных кромок и выступов. Позиционная скоба имеет три положения, причем прибор автоматически распознает каждое из них и соответственно ему выставляет точку отсчета измерения.

Как и в предыдущих моделях, присутствуют такие опции как измерения максимальных и минимальных расстояний, таймер, калькулятор и многие другие. Значительно расширены функции обмера помещений. Выполнив всего лишь три измерения, можно рассчитать площадь пола, потолка и стен, периметр и



Рис. 2  
Позиционная скоба —  
уникальная деталь прибора  
Leica DISTO™ A5

объем помещения. Причем имеется возможность сохранить эти данные в памяти прибора для 20 различных помещений.

Существенно расширены возможности косвенных измерений. Эта функция весьма полезна для обмера труднодоступных деталей или находящихся в потенциально опасных для присутствия человека местах, например, определение размера кровли высотного здания или высоты мачтовой конструкции. Для измерения вне помещений прибор оснащен двукратным встроенным оптическим визиром новой конструкции.

Прибор имеет небольшое и удобное меню. Для наиболее часто используемых функций предусмотрены так называемые «прямые» кнопки, т. е. каждой кнопке соответствует функция, обозначенная на ней соответствующей пиктограммой. Поэтому у исполнителя нет необходимости запоминать сложные алгоритмы одновременного нажатия нескольких кнопок для вызова той или иной функции.

## Технические характеристики ручных лазерных дальномеров Leica DISTO 6-го поколения

Наименование характеристики	Leica DISTO™ A5	Leica DISTO™ A3	Leica DISTO™ plus
Точность, мм	±2	±3	±1,5
Дальность измерений, м	0,05–200	0,05–100	0,2–200
Возможность измерения периметра и площади стен	есть	нет	нет
Возможность выполнения косвенных измерений	есть	нет	есть
Константы	1	нет	10
Память, количество запоминаемых величин	20	19	15
Интерфейс	нет	нет	Bluetooth
Программное обеспечение	нет	нет	PlusDraw/PlusXL
Позиционная скоба	есть	нет	нет
Интегрированный оптический визир	есть	нет	есть

**Примечание.** Все модели позволяют вычислять площадь и объем измеряемого объекта; выполнять непрерывные измерения максимального и минимального расстояния; оснащены пузырьковым уровнем.

Остается лишь добавить, что по сравнению с предыдущими поколениями приборов существенно сократилось минимальное расстояние, которое позволяет измерять прибор — с 20 до 5 см.

Следующего представителя этой серии приборов Leica DISTO™ A3 можно считать правопреемником Leica DISTO™ Lite5. Это самый маленький лазерный дальномер. Небольшой размер в сочетании с простотой использования — вот основные признаки, характеризующие эту модель. Благодаря «прямым» кнопкам для выполнения сложения и вычитания измеренных расстояний, а также для вычисления площадей и объемов, работать с ним достаточно просто. Новой в наборе функций является функция непрерывного измерения минимального и максимального измерений. При создании данной модели разработчики учли одно из главных пожеланий работников БТИ, риэлтеров и архитекторов — прибор легко помещается в кармане или даже в дамской сумочке (рис. 3).

Наиболее многофункциональная модель Leica DISTO™ plus пока будет выпускаться без существенных изменений. Од-

нако и она в ближайшем будущем уступит место прибору нового поколения.

Основные технические характеристики приборов Leica DISTO™ нового поколения приведены в таблице.

Представленные модели по запросу потребителей могут быть укомплектованы широким спектром аксессуаров. Это всевозможные приспособления, которые используются для того, чтобы сделать процесс измерений максимально комфортным — специальные очки, визирные пластины, сумки и т. п. Потребитель, который приобрел прибор у авторизованного дилера, совершенно избавлен от проблем, связанных с обслуживанием и поверкой приборов. Все лазерные рулетки серии Leica DISTO™ включены в Государственный реестр средств измерений и сертифицированы. В редких случаях поломки прибора, потребителю нет необходимости ждать, когда прибор отремонтируют. Согласно процедуре ремонта, авторизованный дилер просто обменяет прибор на новый. В течение гарантийного срока (2 года) обмен осуществляется бесплатно.

Более подробную информацию о приборах серии Leica



**Рис. 4**  
Небольшой размер — отличительная черта прибора Leica DISTO™ A3

DISTO™ и их технических характеристиках можно найти на сайтах [www.disto.com](http://www.disto.com) и [www.disto.ru](http://www.disto.ru).

## RESUME

It is marked that the first in the world hand laser range meter put into market by the Leica Geosystems in 1993 has gained acknowledgement of various specialists. In 2005 this company launched production of the sixth generation of the Leica DISTO™ range meters. Classification of this series instruments together with their technical and operation characteristics are given.

# Leica DISTO™ A3 Leica DISTO™ A5

НОВАЯ СЕРИЯ  
ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ



 **SWISS Technology**  
by Leica Geosystems

## Авторизованные дилеры Leica DISTO™ в России:

ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», 107023, г. Москва, ул. М. Семеновская, д. 9, стр. 6,  
т/ф: (095) 101 22 08, [www.gsi2000.ru](http://www.gsi2000.ru), [gsi@gsi2000.ru](mailto:gsi@gsi2000.ru)

ООО Фирма «Г.Ф.К.», 109004, г. Москва, Шелупутинский пер., д. 6,  
т/ф: (095) 911 13 56, [www.gfk-leica.ru](http://www.gfk-leica.ru), [info-gfk@leica-gfk.ru](mailto:info-gfk@leica-gfk.ru)

ООО «БМТ-Сервис», 127018, г. Москва, Складочная, д. 3, стр. 5,  
т/ф: (095) 363 17 47, [www.bmt-service.ru](http://www.bmt-service.ru), [bmt-service@mtu-net.ru](mailto:bmt-service@mtu-net.ru)

- when it has to be **right** 

# ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ГИС «Pocket Нева»

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 является менеджером разработки и внедрения перспективных технологий Группы компаний «Геотехнологии».

Обновление крупномасштабных топографических планов земель поселений в настоящее время — задача в равной степени актуальная для муниципальных администраций, владельцев корпоративной недвижимости, инвесторов, служб коммунального хозяйства, строителей, проектировщиков и иных дееспособных структур, занятых развитием среды обитания человека.

Рассмотрим отдельные технологические достоинства, созданного для этих целей программного обеспечения ГИС «Pocket Нева» (см. «Геопрофи». — 2005. — № 4. — С. 42–43).

Представим типовую задачу обновления крупномасштабного плана масштаба 1:500, который ранее был создан в векторном виде. Идеальный случай, если план создан в формате ГИС «НЕВА». Если план подготовлен в MapInfo, ArcGIS, ГИС «Карта 2005» или других топологических ГИС, поддерживающих целостность баз данных и графики, также неплохо. Данные конвертируются в ГИС «НЕВА» без ущерба для исходной информации.

В стандартный карманный персональный компьютер (КПК) IPAQ2210 с памятью 32 Мбайта помимо операционной системы и редактора ГИС «Pocket Нева» легко размещаются: векторная карта Москвы масштаба 1:10 000, часть карты Подмосковья масштаба 1:100 000 и планшеты крупномасштабного плана объекта, на котором выполняется

обновление. В нашем случае было размещено 10 планшетов масштаба 1:500 (стандартный объем для подмосковного поселка городского типа). При этом половина памяти КПК осталась свободна.

Архитектура ГИС «Pocket Нева» аналогична стационарной версии ГИС «НЕВА» и предусматривает работу с векторными картами разных масштабов внутри одного. На рис. 1 показано как меняется масштаб отображения: по кнопке численного выбора масштаба или свободным увеличением фрагмента (кнопка справа).

Кроме того, наличие режима навигации (рис. 2) позволяет легко ориентироваться по обзорной карте при перемещении в район, где будет проводиться топографическая съемка. В качестве

навигационного устройства можно подсоединить любой приемник GPS, имеющий протокол обмена NMEA. Наличие в КПК соединений COM, USB, Bluetooth или Compact Flash позволяет работать с любым внешним датчиком. В нашем случае было отдано предпочтение спутниковому приемнику с устройством Bluetooth. Расположив приемник на полке у заднего стекла обычного седана, а КПК с картой на «торпеде», достаточно удобно наблюдать за движением по карте. И ноги к педалям проводами не примотаны, и неба для устойчивого приема спутников хватает.

Активизировав режим навигации ГИС «Pocket Нева» с помощью правой верхней пиктограммы, курсор помещают в текущую позицию на карте и указывают

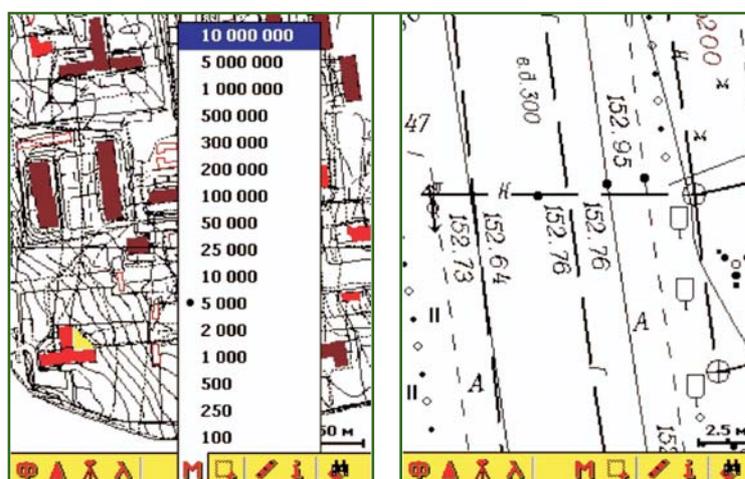
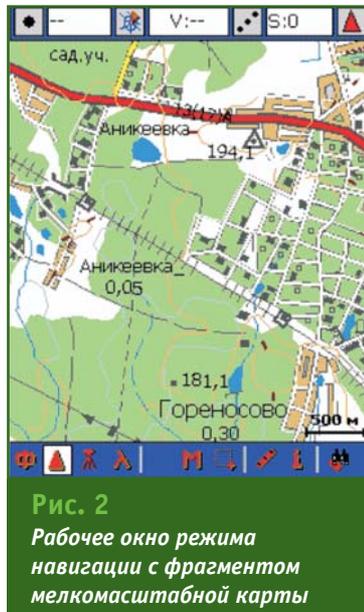


Рис. 1

Фрагменты плана в ГИС «Pocket Нева»: слева — в масштабе 1:10 000, справа — 1:500



направления движения. Информационные окна в верхней части панели показывают количество спутников или их состояние и путевую скорость. Если в дороге нечем себя позабавить, а процесс пометок объектов по ходу движения «про запас» для себя — имеет практическое значение, можно воспользоваться кнопкой маркера точки и меню выбора типа объектов. Классификатор объектов и в режиме навигации позволяет выбрать нужный топографический точечный объект и редактировать его семантику.

Если скорость движения не позволит вводить необходимую информацию с помощью клавиш, можно воспользоваться встроенным диктофоном, не забывая сообщать номера объектов. При необходимости зафиксировать траекторию перемещения, можно использовать флажок «записать маршрут» в меню параметров управления.

Выбор оптимального маршрута движения и сообщения о ближайших к маршруту объектах также возможен, но только в том случае, если используется специально подготовленная база данных маршрутной карты, а не просто векторная карта, взятая из ГИС «НЕВА» или другой ГИС.

Функциональных возможностей навигационного интерфейса ГИС «Pocket Нева» вполне доста-

точно для ведения работ по обновлению карт мелкомасштабного ряда от 1:50 000 до 1:10 000 включительно. Вносимые дополнения и изменения в рабочую карту в навигационном режиме диалога предусматривают работу в проекте с одной или несколькими рабочими картами.

Вновь созданные объекты в составе навигационной рабочей карты (точки, траектории, семантика) легко импортируются в ГИС «НЕВА» стандартными операциями ее интерфейса. Картографическая коррекция положения объектов съемки осуществляется собственным модулем ГИС «НЕВА». После коррекции работа с объектами обновления и исходной картой проводится по технологии, знакомой пользователям ГИС «НЕВА». Можно добавлять в карту фрагмент, переносить объекты послойно или «встраивать в существующие» с сохранением их прежней семантики, или задавать новую.

Таким образом, используя навигационные возможности ГИС «Pocket Нева», мы постепенно приближаемся к объекту топографических работ. Навигационное меню сообщает о наличии более детальной информации о текущем местоположении и предлагает ей воспользоваться. Подключение изображения более крупного масштаба и активизация режима геодезической точности позволяет совместить функции отображения движения по плану с возможностью съемочных работ более высокого класса точности, чем навигация. Причем режим «инфо-объект» также доступен, как и при режиме «навигация». При включении кнопки «I» имеется возможность поиска выбранного объекта и изменения его семантики. ГИС «Pocket Нева» при подключении геодезического режима позволяет активизировать внутреннюю файловую систему спутникового приемника, используемого для проведения топографической съемки.

Технология обновления векторных карт (планов) с примене-

нием ГИС «Pocket Нева» и спутниковых приемников приведена на рис. 3.

Не останавливаясь на технологии измерений координат с помощью спутниковых приемников, следует отметить следующее. ГИС «Pocket Нева» позволяет осуществлять контроль качества измерений с помощью спутникового приемника.

В программе предусмотрена оценка вероятного числа общих эпох у «базового» и «подвижного» приемников по анализу альманаха спутника и текущего «захвата подвижным приемником созвездия». Используя результаты этой оценки, в окне счетчика эпох показывается оптимальное время измерений, а расположенный рядом цветной индикатор информирует о качестве измерений.

При съемке точечного объекта, когда подвижным приемником накоплено число эпох, достаточное для разрешения неоднозначности, цвет индикатора меняется с белого на зеленый. В этом случае можно уверенно фиксировать точку и перемещаться к следующему объекту.

При съемке контура объекта (например, кустарника) достаточно активизировать кнопку «линия» и, двигаясь по контуру, записать в подвижный приемник трек движения с заданной дискретностью. Курсор навигационного положения будет перемещаться по карте. Траектория движения может быть отображена или нет (по усмотрению пользователя). Не удивляйтесь, если контуры исходной карты не совпадут с траекторией движения. На экране в режиме измерения отображается только навигационная точность. После постобработки будут введены необходимые поправки.

Завершив обход контура, можно воспользоваться ГИС «Pocket Нева» с целью контроля качества записи движения. Если цветовой индикатор сменил цвет на красный, и в нем появилась цифра, сопоставимая в секундах со временем движения, скорее

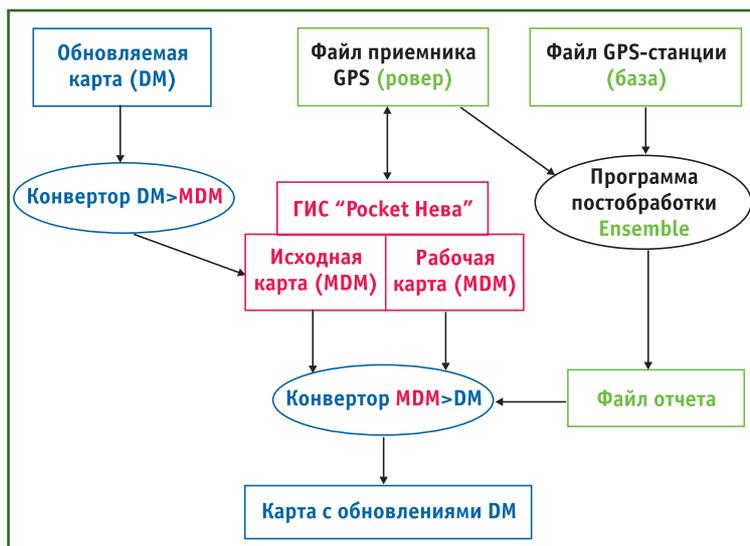


Рис. 3

Технология обновления векторных карт (планов) с применением ГИС «Pocket Neva» и спутниковых приемников

всего, вы все это время лежали на приемнике сверху, то открывая то закрывая его, или по дороге зашли куда-то под крышу столько раз, сколько показано на индикаторе. Если вы все же работали, то число в красном окошке будет невелико (до 10) за минуты движения, и трек будет решен с соответственным числом пропусков. Идеальный случай съемки — зеленое окно индикатора: все точки трека опишет движение.

При определении координат объектов, имеющих большие поверхности отражения (углы зданий, массивные опоры ЛЭП и мостов), целесообразно воспользоваться внецентренным способом измерения координат объекта. ГИС «Pocket Neva» позволяет создавать и редактировать объекты, определенные независимыми геометрическими промерами, например, створами и перпендикулярами. При определении координат опорных точек, относительно которых выполнены построения, объект можно переместить и развернуть.

Время, затрачиваемое на измерение координат, целесообразно использовать для занесения семантической информации об объектах. В ГИС «Pocket Neva» каждый объект имеет собствен-

ный набор характеристик базы данных, формализованный в виде бланка семантики. Семантика объектов — многоуровневая и имеет встроенные таблицы свойств объектов для выбора характеристик из списка, вместо ручного ввода.

Заполнение в полевых условиях характеристик объекта в бланках семантики не менее утомительно, чем ведение абриса, однако имеет весьма существенную пользу. Бланки семантики, отличные от стандартного набора сведений по объектам, желательно сконфигурировать в камеральных условиях и передать в ГИС «Pocket Neva» в составе классификатора рабочей карты.

Атрибутивная информация на векторизованных картах (планах) в виде цифр, названий объектов, условных знаков и т. п., осложняет работу и необходима только при представлении карты в печатном виде. В данной ГИС можно «выключать» и «включать» атрибутивную информацию, используя фильтры и выборки, по желанию пользователя, без какого-либо ущерба принятым условным обозначениям и информации о них. При выводе на печать атрибутивная информация примет вид стандартизированных условных знаков и

надписей данного масштаба.

Графика исходной карты в процессе работы выполняет роль векторного вьюера. Все можно «потрогать», но ничего нельзя изменить. Семантика же исходной карты доступна для просмотра и редактирования.

Например, при инвентаризации инженерных коммуникаций координируют и вводят необходимые технические характеристики новых смотровых колодцев и проверяют записи, сделанные ранее, или вносят недостающие характеристики существующих.

Если памяти подвижного приемника окажется недостаточно, а работа еще не завершена, в меню управления файлами имеется опция, позволяющая записать файл из приемника в КПК. Освободившийся от измерений приемник опять готов к работе.

Полученные в результате работы файлы измерений передают для обработки. В камеральных условиях обработка результатов спутниковых измерений проводится с помощью программы Ensemble, в результате чего формируются файлы отчета по точкам и трекам. Затем конвертор данных соединяет эти отчеты и рабочую карту в проект, который обрабатывается в ГИС «НЕВА».



117049, Москва,  
ул. Мытная, 28, корп. 1  
Тел: (095) 771-69-23  
Факс: (095) 959-80-48  
E-mail: 4all@gtcomp.ru

#### RESUME

Updating maps and plans with the ground techniques is the most labor intensive and at the same time widely spread task. The article considers the technology of updating small-scale maps and large-scale plans using the «Pocket Neva» GIS software, a pocket field computer and the satellite methods of measuring spatial coordinates.

# ОПЫТ ПРОГНОЗА ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ПАВОДКАХ И НАВОДНЕНИЯХ

**С.В. Серебряков** (ФГУП «Уралгеоинформ», Екатеринбург)

В 1984 г. окончил НИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». Работал в Союзмаркштресте (Челябинск) инженером аэрофотогеодезистом. С 1993 г. — начальник Челябинского центра цифрования карт предприятия «Уралмаркшейдерия», с 1998 г. — начальник отдела маркетинга предприятия «Уралмаркшейдерия». С 2001 г. работает в «Уралгеоинформ», в настоящее время — главный инженер.

**А.Н. Гущин** (ФГУП «Уралгеоинформ», Екатеринбург)

В 1976 г. окончил Уральский государственный университет по специальности «физика». С 1977 г. работал в Институте электрохимии УНЦ АН СССР, с 1984 г. — в ПКБ АСУ. С 2005 г. — руководитель научно-исследовательской лаборатории «Уралгеоинформ».

**М.Е. Коршунов** (ФГУП «Уралгеоинформ», Екатеринбург)

В 2003 г. окончил теплоэнергетический факультет Уральского государственного технического университета по специальности «прикладная математика». После окончания института работает в «Уралгеоинформ», в настоящее время — инженер-программист.

**В.В. Гусев** (ФГУП «Уралгеоинформ», Екатеринбург)

В 1980 г. окончил факультет «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» Свердловского горного института по специальности «горный инженер-геофизик». После окончания института работал в «ГипрогдорНИИ» геофизиком, затем в Среднеуральской геологоразведочной экспедиции, геофизической партии — начальником отряда. С 1994 г. работает в «Уралгеоинформ», в настоящее время — главный инженер проекта.

Ежегодно значительные территории во многих странах, не исключая и Россию, оказываются в зоне паводка, на ликвидацию последствий которого расходуются значительные средства. Прогноз рисков затопления является одной из задач, которую приходится решать подразделениям гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (ГО и ЧС). Это сложная, комплексная задача, для решения которой требуется большое количество информации и работа многих специалистов.

Основная идея, на основе которой, как правило, реализуется моделирование паводкоопасной ситуации, заключается в построении пересечения поверхности рельефа с зеркалом поднимающейся воды. Сложность ее реализации связана с характером исходных данных, на которые прихо-

дится опираться, а также с выбором методики моделирования поверхности рельефа.

В технологии прогнозирования, применяемой в Территориальном центре мониторинга и прогноза ЧС Главном Управлении по делам ГО и ЧС Свердловской области, высотные данные, используемые для моделирования поверхности рельефа, берут с электронной карты масштаба 1:200 000, подготовленной ФГУП «Уралгеоинформ». Поверхность рельефа на картах такого масштаба описывается горизонталями сечением 20–40 м. Метеорологические данные представляют собой набор высотных отметок уровня воды, определенных по данным наблюдений на гидропостах.

При выборе способа моделирования поверхности рельефа были испробованы известные

классические способы, применяемые для представления рельефа на электронных картах: регулярная сеть высотных отметок, нерегулярная сеть высотных отметок (триангуляция), горизонтали (изопараметрические в поле высот линии) с фиксированным шагом. Известные способы не позволили получить нам требуемые в конкретном случае результаты.

Был выбран аппарат В-сплайн поверхностей 3-го порядка, теоретические основы которого подробно изложены в работах [1–4]. В случае использования такого типа модельной функции для представления поверхности рельефа, задача построения модели сводится к определению значений коэффициентов, входящих в уравнение В-сплайн поверхностей 3-го порядка. Эти коэффициенты зада-

ют размер равномерной сетки В-сплайнов, чтобы результирующая поверхность наилучшим образом описывала входные данные. Существующие методы подбора коэффициентов сдающей сетки сплайна могут быть разделены на глобальные и локальные.

Глобальные методы подразумевают решение системы линейных уравнений, порождаемой набором исходных данных.

Очевидно, что такая система совсем не обязательно имеет решение. Поэтому, решение ищется в смысле наименьших квадратов. Однако, как известно, метод наименьших квадратов неустойчив как по отношению к погрешности исходных данных, так и к ошибкам вычислений. Поскольку объемы обрабатываемой информации при моделировании весьма велики, приходится применять методы повышения устойчивости. Обычно для этих целей используется классический метод регуляризации Тихонова [5], состоящий в подмене задачи минимизации квадрата невязки задачей минимизации функционала, что позволяет сузить множество функций, среди которых ищется решение до множества гладких функций, имеющих непрерывную вторую производную. В итоге эта задача приводит к системе  $mn$  линейных уравнений с  $mn$  неизвестными вида:

$$(B^T B + \alpha E) F = B^T z,$$

где  $B$  — разреженная матрица размера  $Nmn$ ;  $E$  — матрица, порождаемая сглаживающим членом функционала размера  $(mn) \times (mn)$ ;  $\alpha$  — параметр регуляризации;  $z = (z_1, z_2, \dots, z_N)^T$  — вектор высот точек исходных данных;  $\Phi = (\phi_{1,1}, \phi_{2,1}, \dots, \phi_{m,1}, \phi_{1,2}, \dots, \phi_{m,n})^T$  — вектор искоемых коэффициентов задающей сетки сплайнов.

Существуют достаточно быстрые методы решения таких систем, учитывающие специфику матрицы. В данном случае использовался метод квадратного

корня [5], затраты машинного времени которого составляют порядка  $O(mn)$ . Также следует учесть затраты на построение матрицы уравнения. В целом машинного времени на этапе построения расходуется порядка  $O(n+mn)$ .

На рис. 1 приведен пример векторной карты, а на рис. 2 — трехмерная модель рельефа, построенная на основе этого участка карты. Исходные данные содержат около 50 000 точек, размер задающей сетки сплайна порядка  $100 \times 100$ . Ошибка модели по отношению к исходным данным не превышает 0,5 м. Средняя ошибка модели составляет порядка 0,01 м. Размер карты — примерно  $15 \times 15$  км. Значение параметра регуляризации  $\alpha$  выбиралось порядка  $1.e-3$ .

Построенная таким образом модель позволяет получить высокую точность при моделировании границ территорий, подверженных затоплению.

Разработанная специалистами ФГУП «Уралгеоинформ» технология прогноза зон затопления при паводках и наводнениях входит в состав геоинформационной системы «Информационно-аналитическая система управления рисками чрезвычайных ситуаций», которая в течение ряда лет эксплуатируется в Территориальном центре мониторинга и прогноза ЧС Главном Управлении по делам ГО и ЧС Свердловской области.

Прогноз зон затопления включает следующие этапы:

- подготовка данных для построения цифровой модели рельефа;
- построение цифровой модели рельефа;
- построение трехмерных наклонных плоскостей, приближенно описывающих зеркало поднявшейся воды;
- определение пересечения плоскостей с цифровой моделью рельефа и нахождение зоны затопления, построение зоны

на цифровой карте в виде площадного объекта.

Исходными данными для построения модели рельефа служат объекты цифровой карты, имеющие атрибутивную характеристику «высота абсолютная» — горизонтали рельефа, отметки высот, пункты ГГС, отметки урезов воды, береговые линии озер и др. Плоскость, описывающая зеркало поднявшейся воды, задается по данным наблюдений на гидропостах.

Выполненные по данной технологии прогнозы рисков показали высокую надежность. По данным Главного Управления по делам ГО и ЧС Свердловской области точность прогноза составляет около 90%.

Тем не менее, предлагаемая технология имеет ряд проблем.

Они связаны, во-первых, с корректностью исходных данных — для задания наклонной плос-

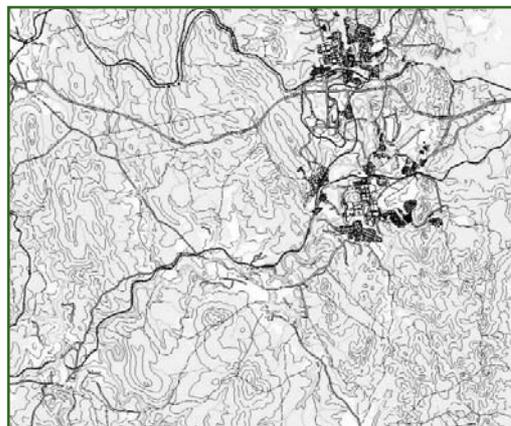


Рис. 1  
Пример векторной карты (ГИС «ИнГЕО»)

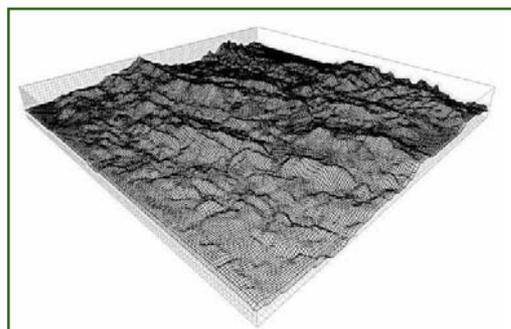
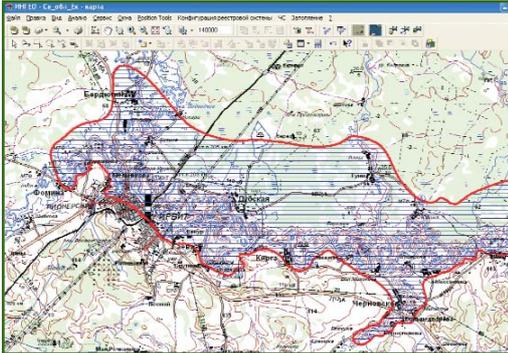


Рис. 2  
Трехмерная модель рельефа, построенная в виде В-сплайна 3-го порядка с поиском коэффициентов по глобальной схеме



**Рис. 3**  
Прогноз зоны затопления на участке р. Ница с использованием карты масштаба 1:200 000

кости, аппроксимирующей поверхность воды при затоплении, необходимы данные с двух гидропостов, расположенных друг от друга на расстоянии, в пределах которого угол наклона поверхности воды не изменяется.

Во-вторых, имеется сложность реализации математической модели — необходимость параметризации (выбор коэффициента  $\alpha$ ), большая трудоемкость вычислений и, наконец, невозможность прямого контроля точности модели на этапе ее построения.

Хотя эти недостатки имеют очевидный способ устранения — повышение мощности ком-

пьютеров, в настоящее время ведется работа по улучшению методики, в частности, по использованию многоуровневых B-сплайнов с подбором коэффициентов задающей сетки по локальной схеме, разработанной и детально описанной в работе [3].

Кроме того, следует отметить достаточно высокую экономическую эффективность данной методики. Стандартные методы прогноза затопления, используемые, например в ArcView, требуют высокоточного цифрового рельефа, получение которого весьма трудоемко и требует больших временных и финансовых затрат. В предлагаемой модели используются данные с доступных в настоящее время в России цифровых карт масштаба 1:200 000 (рис. 3).

▼ **Список литературы**

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы компьютерной графики. — М.: «Мир», 2001.
2. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения. — М.: Мир, 1989.
3. S. Lee, G. Wolberg, S. Y. Shin, Scattered Data Interpolation with Multilevel B-Splines, IEEE Transactions on Visualisation and Computer Graphics. — Vol. 3. — NO.

3, July — September, 1997. — P. 228–244.

4. J. R. Sulebak, O. Hjelle Multiresolution Spline Models and Their Applications in Geomorphology, Concepts and Modelling in Geomorphology: International Perspectives, TERRA-PUB, Tokyo, 2003. — P. 221–237.

5. Арсенин В.Я., Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач. — М.: «Наука», 1979.



**ФГУП «Уралгеоинформ»**

620078, Екатеринбург,  
ул. Студенческая, 51  
Тел: (343) 374-80-03/04/06/07  
Факс: (343) 374-80-02  
E-mail: ugi@ugi.ru  
Интернет: www.ugi.ru

**RESUME**

The article gives a theoretical grounding and presents an experience of retrieving a terrain model in the form of a B-spline of the 3rd order in order to forecast flooded areas during high water and flooding. The studies have shown that the model error relative to the initial data does not exceed 0,5 m and the mean error comprises about 0,01 m.



**25 ЛЕТ**  
ПЕРВОМУ РОССИЙСКОМУ  
ТАХЕОМЕТРУ

**Предложение от**  
**УОМЗ**  
Только до конца 2005 г.

**Тахеометр электронный ЗТа5Р**

- ▲ встроенная карта памяти на 1 Мбайт
- ▲ контроль корректности ввода значений температуры воздуха и атмосферного давления
- ▲ средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом:
 

- горизонтального угла	5" (1,5 мгон)
- вертикального угла	7" (2,2 мгон)
- наклонного расстояния	5+3 x 10 <sup>-6</sup> D
- ▲ увеличение зрительной трубы 30x



тахеометр **ЗТа5Р**  
по специальной цене  
**99 900\*** руб.  
Подробности на сайте  
**www.uomz.ru**

Купоны на скидку -  
в наших филиалах

Единый информационный центр:  
**(343) 224-88-70**

\* с НДС при условии 100% предоплаты

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
"ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
"УРАЛЬСКИЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД"  
www.uomz.ru **УОМЗ**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СБЛИЖЕНИЯ МЕРИДИАНОВ И СКЛОНЕНИЯ МАГНИТНОЙ СТРЕЛКИ

**В.С. Кусов** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В 1958 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК, затем работал в системе Роскартографии, с 1966 г. — в МИИГАиК, с 1977 г. — на кафедре картографии и геоинформатики МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — профессор кафедры картографии и геоинформатики МГУ им. М.В. Ломоносова.

Несмотря на постепенное сокращение продолжительности летних учебных практик по геодезии студентов I курса трех факультетов МГУ им. М.В. Ломоносова — географического, геологического и почвоведения, за последнее десятилетие удалось поставить на полевых практиках ряд учебных заданий с портативными спутниковыми приемниками (приемоиндикаторами). Начало таким полевым занятиям было положено летом 1995 г., а не в 2002 г., как это сообщалось в журнале «Геопрофи» №6-2003, с. 51–55 (см. рисунок). Знакомство студентов и преподавателей МГУ с техническими средствами определения местоположения с помощью глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS практиковалось и ранее, но нерегулярно. В конце 1994 г., когда в распоряжение кафедры картографии поступили два спутниковых приемника фирмы Trimble Navigation (США), занятия стали регулярными.

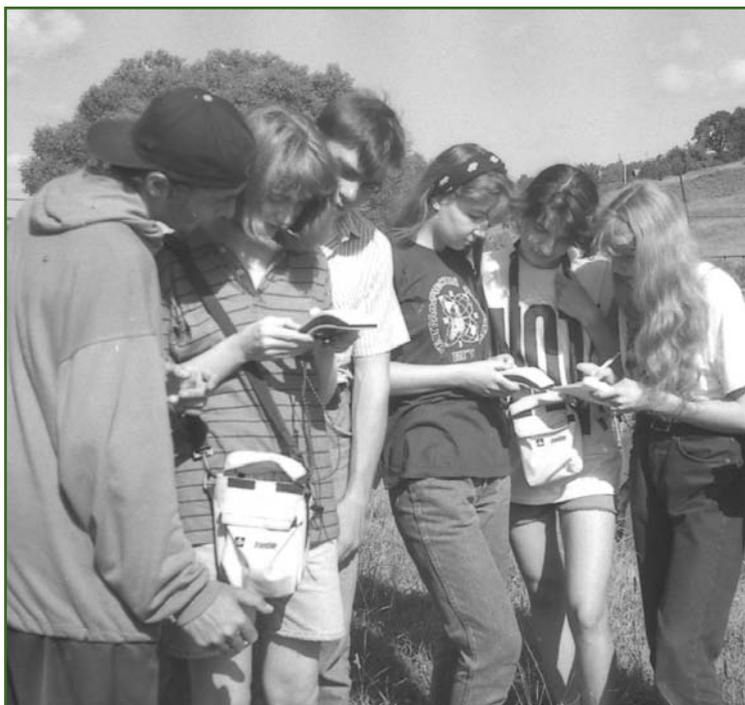
Итак, применяя спутниковые приемники для определения местоположения в целях повышения точности, мы применяем разную методику — увеличиваем время непрерывных наблюдений, выполняем их по несколько серий в разное время суток, используем синхронные измерения вторым приемником на пункте с известными координатами (DGPS), естественно, для обработки заметных массивов получаемых результатов активно используем компью-

тер и т.п. Этим вопросам посвящено огромное количество публикаций. Интересные рекомендации по использованию спутниковых приемников содержатся и в пространственных описаниях фирм-производителей оборудования (главным образом, это различные варианты решения традиционных геодезических задач — прямой и обратной).

Применительно к полевым практикам по геодезии студентов I курса уместно предложить задачу, связанную с исходными ориентирными направлениями на местности. В этом случае совместное применение теодолита с

буссолью и спутникового приемника позволяет существенно расширить понимание таких понятий, как геодезический, магнитный и осевой меридианы, освоить самостоятельный прием получения величин сближения меридианов и склонения магнитной стрелки ( $\gamma$  и  $D$ ).

В руководствах фирм об этих важных величинах толкуется несколько сбивчиво. Например, «величина сближения меридианов достаточно мала и не приводит к значительным ошибкам при перемещении по земной поверхности» (русскоязычное описание приемников компании Garmin



*Первый полевой сезон со спутниковыми приемниками GeoExplorer (Калужская обл., июнь 1995 г.)*

(США). Разве погрешность в целые градусы не существенна? И когда же, наконец, не останется авторов, не знающих разницу между «ошибками» и «погрешностями»? Погрешности присутствуют при любых измерениях, но ошибки «при перемещении» иногда оканчиваются трагически.

Итак, располагая персональным приемником и оптическим теодолитом средней точности с буссолью, студенческая бригада в течение примерно часа решает задачу по определению величины  $D$  на заданной точке местности следующим образом. Теодолит устанавливают над заданной точкой, определяют два значения магнитного азимута ( $A_m$ ) на две цели (желательно, в диаметрально противоположных направлениях и удаленных от теодолита на расстояние 700–800 м). Затем с помощью приемников на каждой из этих целей определяют и заносят в память приемника их координаты. Далее, решая обратную гео-

дезическую задачу, находят дирекционные углы ( $\alpha$ ) двух линий на две выбранные цели. Переключив приемник на показание в геодезической системе координат, записывают значения широт и долгот с округлением до целых минут. Зная долготу осевого меридиана данной зоны ( $L_0$ ) и широту точки ( $B$ ), находят значение сближения меридианов:

$$\gamma = (L_i - L_0) \cos B.$$

Располагая значениями  $\alpha$ ,  $\gamma$  и  $A_m$ , вычисляют искомую величину:

$$D = \alpha + \gamma - A_m.$$

Обычное расхождение двух значений  $D$  на одной точке наблюдений составляет 20–30' (в условиях Солнечногорского района Московской области). Заметное расхождение, в основном, обусловлено влиянием недостаточной точности определения угла  $\alpha$ . Влияние выбора модели эллипсоида и прямоугольной системы координат существенно ниже. Среднее из двух значений  $D$  при условии выбора целей примерно в створе будет в

существенной степени точнее за счет исключения большей части погрешности за «центрирование», что также полезно освоить на практике. Но главная польза данного практического занятия — проникновение в суть ориентировочных углов на местности, поскольку эта задача весьма трудно воспринимается в аудитории при теоретическом изучении топографической карты.

### RESUME

An experience of conducting practical training in geodesy for the first-year students at the three departments of the Lomonosov Moscow State University — geographical, geological and soil sciences — is described. It is marked that it is more reasonable to make students to master techniques of determining values of the meridian convergence and the inclination angle by themselves. A task for such applied studies is described for using a theodolite with an azimuth compass and a satellite GPS receiver.



информационные технологии

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



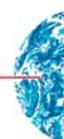





125367, Москва, ул. Габричевского, д.2  
 тел.: (095) 725 44 32/33;  
 факс: (095) 725 44 34  
 e-mail: info@primegroup.ru  
 www.primgroup.ru  
 www.quickbird.ru

DIGITAL GLOBE

SPOT  
IMAGE



## НОЯБРЬ

## ▼ Москва, 1–3

10-я Всероссийская учебно-практическая конференция «**Организация, технология и опыт ведения кадастровых работ**» ГИС-Ассоциация  
Тел/факс (095) 135-76-86, 137-37-87  
E-mail: gisa@gubkin.ru  
Интернет: www.gisa.ru

▼ Санкт-Петербург,  
28 ноября — 2 декабря\*

Учебно-практическая конференция «**Дни CREDO**» СП «Кредо-Диалог»  
Тел/факс: (1037517) 281-68-83, 281-68-93  
E-mail: market@credo-dialogue.com  
Интернет: www.credo-dialogue.com

▼ Московская обл.,  
30 ноября — 2 декабря\*

2-я международная конференция «**Земля из космоса — наиболее эффективные решения**»

ИТЦ «СканЭкс», «Совзонд», НП «Прозрачный мир»  
Тел: (095) 939-42-84, 246-25-93  
E-mail: conference@scanex.ru  
Интернет: www.transparent-world.ru, www.scanex.ru

## ДЕКАБРЬ

## ▼ Москва, 8–9\*

5-я Международная конференция по современным аэросъемочным и геодезическим технологиям и системам картографирования **реального времени**

Международная картографическая ассоциация, МИИГАиК, СГГА (Новосибирск)  
Тел: (095) 959-40-81  
E-mail: conference@rsprs.ru  
Интернет: www.rsprs.ru

## МАРТ

## ▼ Москва, 14–17

3-й Международный специализированный форум в области геодезии, картографии, навигации, геоинформационных систем, инженерной геологии **GEO-FORM+ 2006**

Выставочный холдинг MVK, Роскартография  
Тел/факс: (095) 105-34-81, 105-34-86  
E-mail: ksv@mvk.ru  
Интернет: www.geoexpo.ru

## АПРЕЛЬ

## ▼ Новосибирск, 24–28

2-я Международная специализированная выставка и научный конгресс «**ГЕО-СИБИРЬ — 2006**»  
Выставочное Общество «Сибирская Ярмарка», СГГА  
Интернет: www.sibfair.ru



## 5-я Международная конференция и выставка “Лазерное сканирование и цифровая аэросъемка. Сегодня и завтра”

8-9 Декабря 2005, Москва, Россия

■ МЕЖДУНАРОДНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ (ICA)

■ СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ (СГГА)

■ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ (МИИГАИК)

Генеральные спонсоры:

www.geokosmos.ru  
**ГЕОКОСМОС**

www.geolidar.ru  
**ГЕОЛИДАР**

www.geopolygon.ru  
**ГЕОПОЛИГОН**

Спонсоры:

www.dimac-camera.com  
**DIMAC**  
DIGITAL MODULAR AERIAL CAMERA

www.prin.ru  
**ПРИН**

Медиа партнеры:

**GIM** INTERNATIONAL  
Magazine for Geo-IT Professionals

**ГЕОПРОФИ**

**GeoTop**

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ**

**GIS DEVELOPMENT**

**WORLD GEO**  
COM

Тел./Факс: +7 (095) 959-4081, E-mail: conference@rsprs.ru, http://www.rsprs.ru

**Журнал «Геопрофи»**  
[www.geoprofi.ru](http://www.geoprofi.ru)

**«GeoTop»**  
[www.geotop.ru](http://www.geotop.ru)

**«GEOFORM+»**  
[www.geexpo.ru](http://www.geexpo.ru)

**«Геостройизыскания»**  
[www.gsi2000.ru](http://www.gsi2000.ru)

**Компания «Геокосмос»**  
[www.geokosmos.ru](http://www.geokosmos.ru)

**НПП «Навгеоком»**  
[www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

**Laserbuild**  
[www.laserbuild.ru](http://www.laserbuild.ru)

**«Талка-ТДВ»**  
[www.talka-tdv.ru](http://www.talka-tdv.ru)

**«ГеоПолигон»**  
[www.geopoligon.ru](http://www.geopoligon.ru)

**«ГеоЛИДАР»**  
[www.geolidar.ru](http://www.geolidar.ru)

**«Совзонд»**  
[www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)

**«Геосервисприбор»**  
[www.gspland.com](http://www.gspland.com)

Кто говорит, что наш мир мал,  
тот никогда не делал съемку

Серьезная работа требует комплексных геодезических систем. Точных, быстрых, полностью совместимых. Trimble, признанный лидер в области оборудования для геодезии, создает инструменты, которые полностью изменяют технологию вашей работы. Весь комплекс наших инструментов и программ нацелен на увеличение производительности вашего труда, снижение затрат на обучение и упрощение самого процесса работ. Наше оборудование разработано геодезистами и для геодезистов, поэтому вы можете быть уверены, что получите самое точное мерило всего, включая и ваш успех.



*Technology Solutions for  
the Right Place and Time*

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

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

**Мастер-Дистрибьюторы:**

**ЗАО НПП "Навгеоком"**  
Тел.: (095) 781-77-77  
факс: (095) 747-5130  
E-mail: [info@navgeocom.ru](mailto:info@navgeocom.ru)  
[www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

**ООО "ГеоПолигон"**  
Тел./факс: +7 (095) 959-40-88  
E-mail: [sales@geopolygon.ru](mailto:sales@geopolygon.ru)  
[www.geopolygon.ru](http://www.geopolygon.ru)

**ЗАО "Геостройизыскания"**  
Тел.: 101-22-08  
E-mail: [gsi@gsi2000.ru](mailto:gsi@gsi2000.ru)  
[www.gsi2000.ru](http://www.gsi2000.ru)

**Nikon**

# Геодезические приборы и технологии

Разработан для России

## Тахеометр Nikon серия 302



- Водозащищенность соответствует формату IPX6
- Работа без подзарядки батареи до 27 часов
- Буквенно-цифровая клавиатура
- Память на 10 000 точек
- Интерфейс и руководство пользователя на русском языке
- Быстрый доступ к основным функциям
- Точность измерения углов 5", 3"
- Точность измерения расстояний 3+2 мм/км
- Дальность измерения по одной призме до 2300 м
- Дальность измерения без отражателя до 200 м (модель NPL)
- Работа при низкой температуре (-30° C)

Традиционное качество Nikon

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



**НАВГЕОКОМ**

НПП «Навгеоком»  
129626, Москва, ул. Павла Корчагина, 2  
тел.: (095) 781-7777, факс: (095) 747-5130  
[info@navgeocom.ru](mailto:info@navgeocom.ru), [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

«Навгеоком-Кубань»  
350004, Краснодар, ул. Кропоткина, 50, оф. 401  
тел.: (861) 211-1866, факс: (861) 211-1865  
[kuban@navgeocom.ru](mailto:kuban@navgeocom.ru), [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

Геодезические приборы  
и технологии

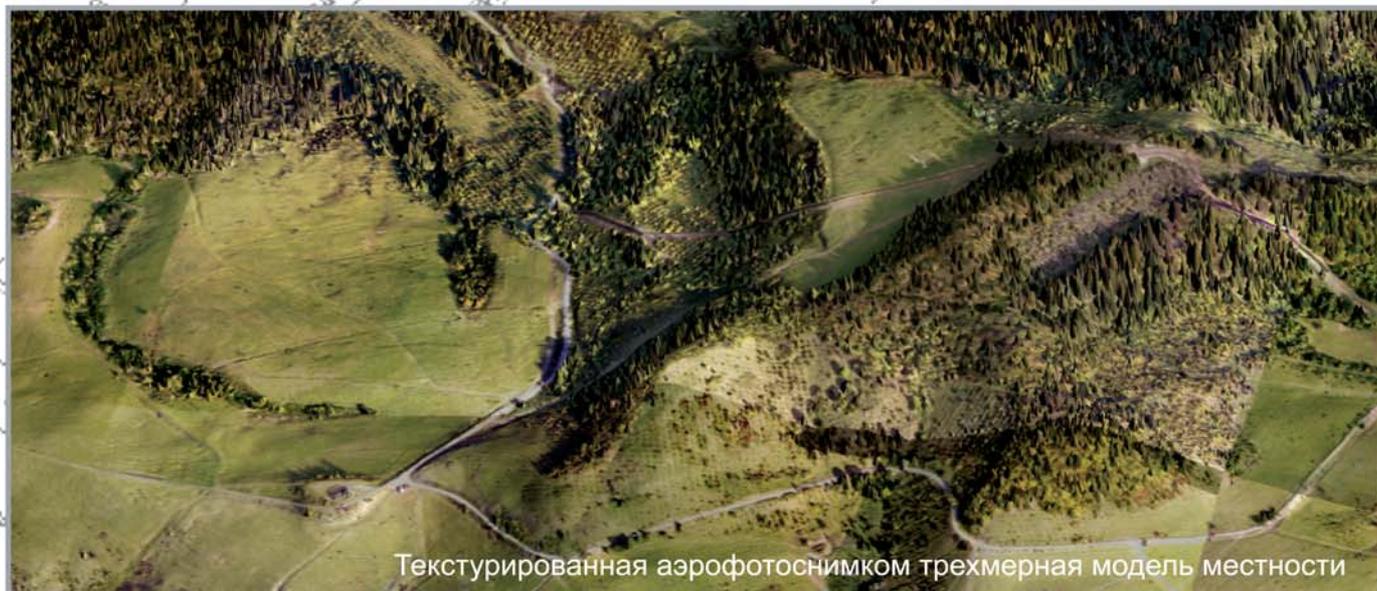
«Навгеоком-Нижний Новгород»  
603127, Н. Новгород, ул. Б. Печерская, 31/9, оф. 2223  
тел.: (8312) 16-4633, факс: (8312) 16-4633  
[nnovgorod@navgeocom.ru](mailto:nnovgorod@navgeocom.ru), [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

«Навгеоком-Омск»  
644099, Омск, ул. Красногвардейская, 40, оф. 51  
тел.: (3812) 24-3370, факс: (3812) 24-3370  
[omsk@navgeocom.ru](mailto:omsk@navgeocom.ru), [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

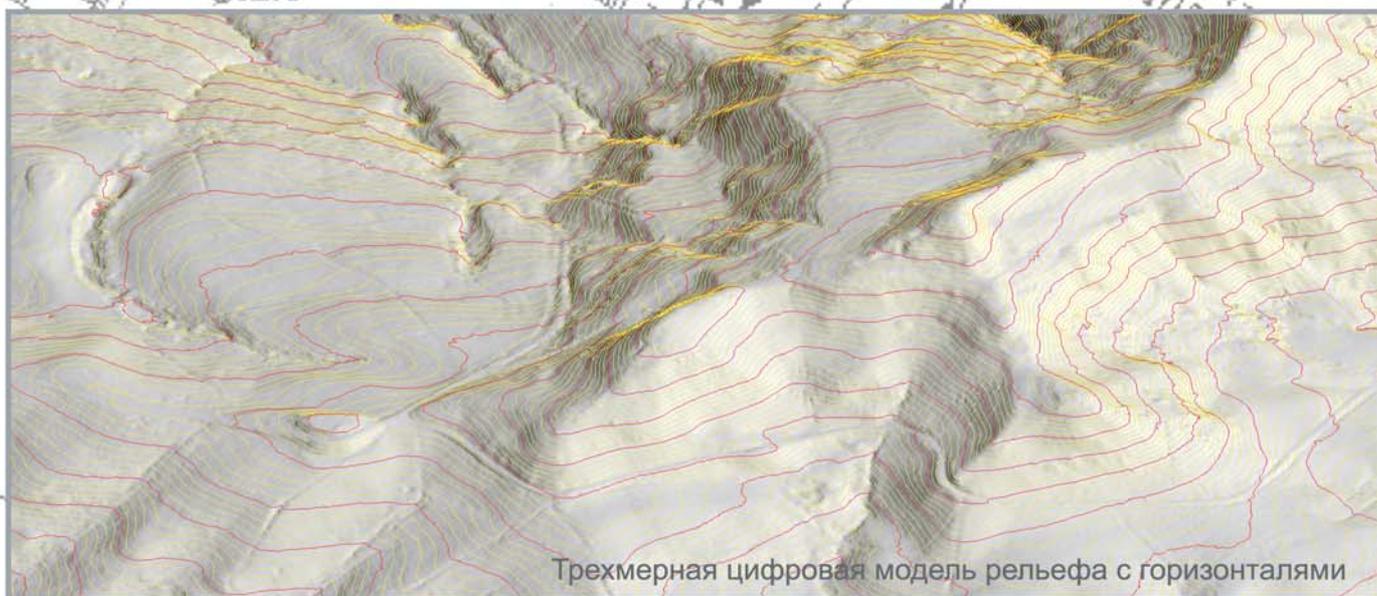
«Навгеоком Северо-Запад»  
199178, Санкт-Петербург, 11 линия В. О., 66а, оф. 486  
тел.: (812) 325-4776, факс: (812) 325-4779  
[spb@navgeocom.ru](mailto:spb@navgeocom.ru), [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

«Навгеоком-Красноярск»  
660028, Красноярск, ул. Телевизионная, 1/37, оф. 204  
тел.: (3921) 90-3356  
[cras@navgeocom.ru](mailto:cras@navgeocom.ru), [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)

«Навгеоком-Урал»  
625026, Тюмень, ул. Малыгина, 84, стр.1, оф. 308  
тел.: (3452) 49-9777, факс: (3452) 49-9784  
[ural@navgeocom.ru](mailto:ural@navgeocom.ru), [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru)



Текстурированная аэрофотоснимком трехмерная модель местности



Трехмерная цифровая модель рельефа с горизонталями

**МЫ УДОВЛЕТВОРЯЕМ ПОТРЕБНОСТИ КЛИЕНТОВ** в получении и применении точных и достоверных пространственных данных в интересах их бизнеса, **СОЗДАВАЯ И ПРЕДЛАГАЯ** крупномасштабные цифровые планы, карты и трехмерные модели местности и инженерных объектов **НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ** инновационных технологий сбора и обработки геодезической информации.

119017, Россия, Москва,  
ул. Большая Ордынка, д. 14, стр. 1.  
Тел. +7 (095) 959 4080/4090.  
Факс +7 (095) 959 4093.  
E-mail: info@geokosmos.ru