

#6  
2006



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

ГЕОПРОФИ

GEOFORM+ 2007  
13–16 МАРТА

ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЯ

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГОРОДСКОЙ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ

СЕРВИС EGNOS

ВОЗМОЖНОСТИ ИК-СЪЕМКИ

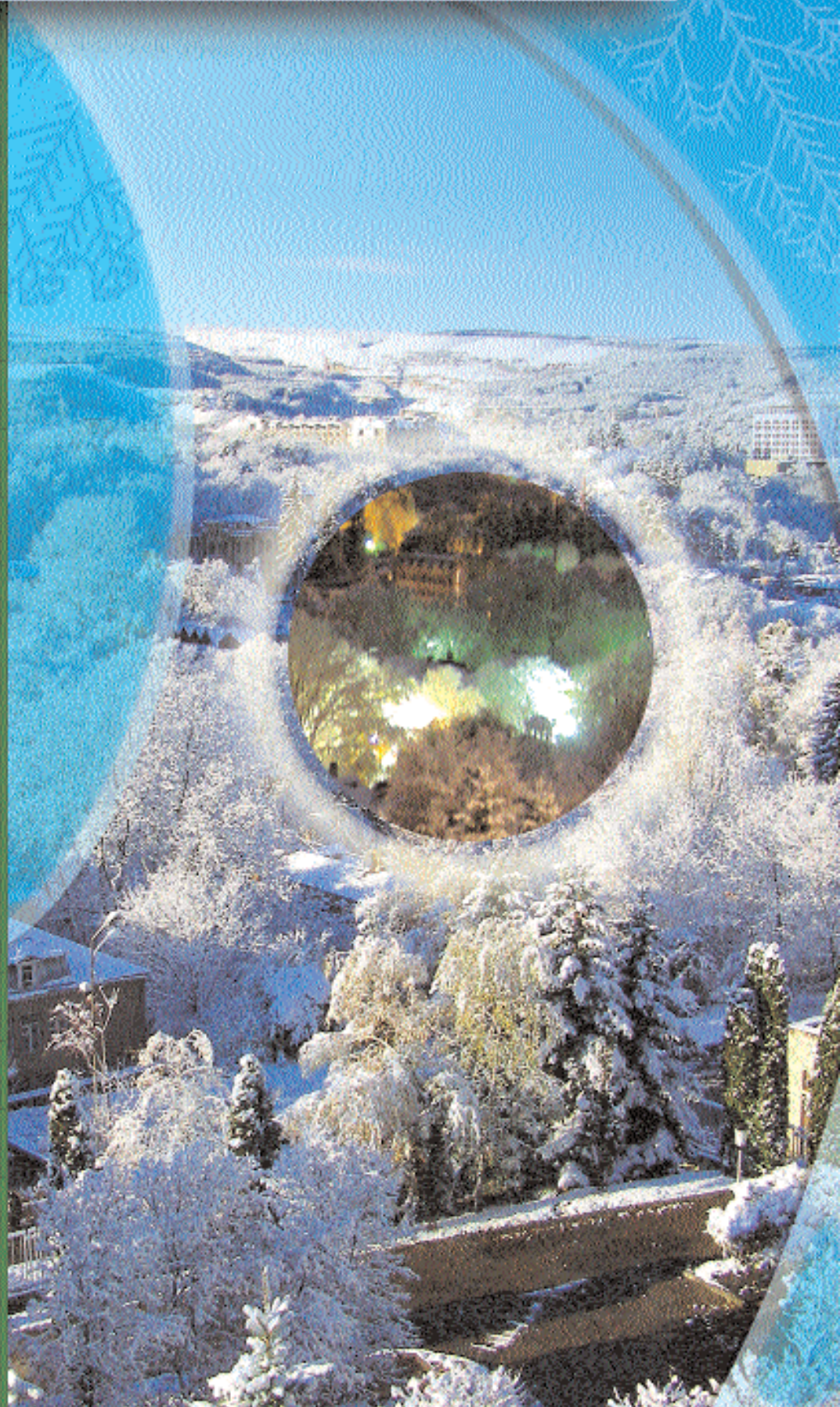
СТЕРЕОКАМЕРА  
PRISM СПУТНИКА ALOS

ОТОБРАЖЕНИЕ  
ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ

АИИС — ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ИЗЫСКАТЕЛЕЙ

ОБРАЗОВАНИЕ И БИЗНЕС

К 150-ЛЕТИЮ  
В.В. ВИТКОВСКОГО





### Уважаемые коллеги!

В последнем номере журнала года принято подводить итоги. Мы не стали нарушать традицию, и открываем журнал статьями, посвященными цифровой фотограмметрии — одному из этапов развития фотограмметрии.

Хорошо известный международному сообществу геодезистов и специалистов в области фотограмметрии И.С. Кацарский (Болгария) в обзорной статье рассматривает технические и технологические изменения, произошедшие в цифровой фотограмметрии за последние 15–20 лет, и делится взглядом на перспективы ее дальнейшего развития, опираясь на международный опыт (с. 4). Продолжает эту тему Е.М. Медведев, подводя итоги основных технологических тенденций, проявившихся и укрепившихся в России в 2006 г. в области воздушной лазерной локации и цифровой аэрофототопографии (с. 9).

Создание высокочувствительных цифровых датчиков температуры позволило выполнять цифровую аэросъемку в инфракрасном (ИК) диапазоне. И.О. Бугаенко, Е.В. Каршаков и В.В. Макаров знакомят читателей с программно-аппаратным комплексом и результатами цифровой ИК-съемки подземных инженерных сооружений и участков местности (с. 47).

Повышается точность и, как следствие, расширяются области применения данных ДЗЗ из космоса и воздушного лазерного сканирования. В статье М.А. Болсуновского и А.В. Беленова представлены результаты тестирования космических изображений, полученных с помощью оптической системы PRISM, установленной на КА ALOS (с. 28). Авторы отмечают, что космические изображения могут использоваться для создания ортофотопланов масштаба 1:10 000 и ЦМР с точностью, не хуже 3 м. О технологии создания ЦМР и цифрового топографического плана масштаба 1:2000 по данным воздушного лазерного сканирования рассказывается в статье А.А. Сухова (с. 50).

Достижения цифровой фотограмметрии обеспечивают применение интегрированных систем, включающих лазерные сканеры и цифровые фотокамеры, при воздушных и наземных съемках. С одной из методов калибровки неметрических цифровых камер, используемых совместно с наземными лазерными сканерами, знакомит статья Д.В. Комисарова и А.В. Комисарова из Новосибирска (с. 32).

Спутниковые методы определения пространственных координат находят все более широкое применение в практике геодезических измерений государственных организаций и частных компаний. М.А. Костин и Ю.Б. Грибов (Самара) рассказывают об измерениях, выполненных спутниковыми геодезическими приемниками при реконструкции геодезической сети г. Чебоксары, временных затратах на выполнение полевых и камеральных работ, а также о результатах оценки точности созданной спутниковой городской геодезической сети (с. 16). Е.В. Погореленко (Волоколамск) делится опытом использования сервиса EGNOS при проведении полевых топографо-геодезических работ в режиме реального времени (с. 12).

Основой любого геоинформационного проекта является цифровая карта. О методах ускорения процесса отображения цифровых карт, используемых в программном обеспечении «ЦФС-Талка» (с. 21), подробно рассказывают А.И. Алчинов, В.Б. Кекелидзе, С.А. Труханов и В.В. Костин, а о визуализации таксационной информации на электронной карте в ГИС «Карта 2003» (с. 25) — А.Н. Фадеев и О.А. Зимица (Йошкар-Ола).

В разделе «Образование» представлены:

— инновационная образовательная программа геоинформационного обеспечения органов власти и бизнеса, авторы: И.М. Головных, С.Ф. Мазуров и Л.А. Пластинин из Иркутска (с. 60);

— центр обучения компании «Совзонд», авторы: М.А. Болсуновский, А.С. Черепанов и О.Н. Колесникова (с. 57).

В разделе «Профессиональные объединения» президент Координационного совета Ассоциации «Инженерные изыскания в строительстве» М.И. Богданов знакомит читателей с ассоциацией изыскателей, созданной в 2006 г. (с. 69).

В 2006 г. исполнилось 150 лет со дня рождения русского ученого-геодезиста В.В. Витковского (1856–1924). Этому событию в разделе «Путешествие в историю» посвящена статья С.Г. Пантелеева (Санкт-Петербург) о работах, выполненных по восстановлению астрономо-геодезического пункта «Суримьяки», на котором В.В. Витковского в 1885–1886 гг. проводил астрономо-геодезические наблюдения (с. 64).

В разделе «Новости» подробно представлены события, произошедшие за последние два месяца 2006 г.: различные мероприятия (с. 35), проекты компаний (с. 40) и новые издания (с. 42).

Подводя итоги 2006 г., хотелось бы поблагодарить наших авторов, рекламодателей и подписчиков! Желаем всем в Новом 2007 году успехов, чистого ясного неба над головой и личного благополучия!

Приглашаем 13–16 марта 2007 г. посетить наш стенд на выставке GEOFORM+2007 и принять участие в 3-й Международной научно-практической конференции «Геопространственные технологии и сферы их применения».

Редакция журнала



ЛАЗЕРНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ DISTO

## ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛОВ

ШВЕЙЦАРСКАЯ Технология  
on Leica Geosystems



ВСЕ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД

**Редакция благодарит компании, поддерживавшие издание журнала:**

Группа компаний «Геотехнологии», «Геокосмос», «Геостройизыскания», «ИнжГеоГИС», LaserBuild, Группа компаний «Талка», «Дженэс», «Геотрейд», «Геодезические приборы», CSoft, Magellan, Trimble Navigation, Sokkia, «Геокад плюс», «ГеоЛИДАР», «GPScom», «Совзонд», Центр прикладной геодинамики, «ПРАЙМ ГРУП», «ЭСТИ МАП», Группа компаний «Промнефтегрупп», «Нева Технолджи»

Учредитель  
**В.В. Грошев**

Главный редактор  
**М.С. Романчикова**

Редактор  
**Т.А. Каменская**

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

Дизайн макета  
**И.А. Петрович**

Дизайн обложки  
**В.А. Богоутдинов**

Интернет-поддержка  
**А.С. Князев**

**Редакция:**

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

**Интернет-версия**  
www.geoprofi.ru

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

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

Периодичность издания —  
шесть номеров в год.

**Индекс для подписки**

в объединенном каталоге Агентства  
«Роспечать» **85153.**

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать  
15.01.2007 г.

**Предпечатная подготовка**  
Информационное агентство «ГРОМ»

**Печать** Издательство «Проспект»

**ТЕХНОЛОГИИ**

- И.С. Кацарский  
**О ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ** 4
- Е.М. Медведев  
**ЦИФРОВАЯ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЯ. ИТОГИ 2006 ГОДА** 9
- Е.В. Погореленко  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСА EGNOS ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ** 12
- М.А. Костиц, Ю.Б. Грибов  
**РЕКОНСТРУКЦИЯ ГОРОДСКОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ Г. ЧЕБОКСАРЫ** 16
- А.И. Алчинов, В.Б. Кекелидзе, С.А. Труханов, В.В. Костин  
**МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ В ПО «ЦФС-ТАЛКА»** 21
- А.Н. Фадеев, О.А. Зимица  
**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС «КАРТА 2003» В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ** 25
- М.А. Болсуновский, А.В. Беленов  
**ВОЗМОЖНОСТИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СТЕРЕОКАМЕРЫ PRISM СПУТНИКА ДЗЗ ALOS** 28
- Д.В. Комиссаров, А.В. Комиссаров  
**МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ ЦИФРОВЫХ НЕМЕТРИЧЕСКИХ КАМЕР ДЛЯ НАЗЕМНЫХ ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРОВ** 32
- И.О. Бугаенко, Е.В. Каршаков, В.В. Макаров  
**ЦИФРОВАЯ ИНФРАКРАСНАЯ АЭРОСЪЕМКА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ** 47
- А.А. Сухов  
**ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЦМР И ЦММ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ** 50

**НОВОСТИ** 35

**ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ** 53

**КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ** 55

**ОБРАЗОВАНИЕ**

- М.А. Болсуновский, А.С. Черепанов, О.Н. Колесникова  
**ЦЕНТР ОБУЧЕНИЯ КОМПАНИИ «СОВЗОНД»** 57
- И.М. Головных, С.Ф. Мазуров, Л.А. Пластинин  
**ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНОВ ВЛАСТИ И БИЗНЕСА** 60

**ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ**

- С.Г. Пантелеев  
**ВОССТАНОВЛЕНИЕ АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПУНКТА «СУРИМЯКИ» (К 150-ЛЕТИЮ В.В. ВИТКОВСКОГО)** 64

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ**

- М.И. Богданов  
**СООБЩЕСТВО ИЗЫСКАТЕЛЕЙ РОССИИ — АССОЦИАЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ». ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ** 69



# О ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

И.С. Кацарский («ГИС-София», Болгария)

В 1956 г. окончил Университет архитектуры, строительства и геодезии (София, Болгария) по специальности «магистр-инженер по геодезии, фотограмметрии и картографии», а в 1978 г. получил ученую степень доктора. Стажировался в Германии (Дрезден, Лейпциг, Йена, Оберкохен) и СССР (Москва). Занимал различные производственные и административные должности, в том числе, был научным сотрудником Болгарской Академии Наук, экспертом ООН в Индии, научным секретарем и руководителем секции в Научно-исследовательском институте по геодезии и фотограмметрии (София), начальником Главного управления «Кадастр и геодезия» (София). Избирался Генеральным секретарем (1982–1984) и вице-президентом (1985–1988) Международной федерации геодезистов (FIG), а также вице-президентом (1988–1992) Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS). Автор более 270 публикаций в изданиях Болгарии и других стран, в том числе трех учебников. В настоящее время — консультант муниципального предприятия «ГИС-София».

Исторические этапы развития фотограмметрии как науки охватывают несколько периодов. Согласно классификации почетного профессора Ганноверского университета (Германия) и президента Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS) в 1984–1988 гг. Г. Конечного (Gottfried Konecný), эти периоды (в приблизительных границах) можно обозначить следующим образом:

— **мензуральная фотограмметрия** (1850–1900), часто называемая «Метод Лосседа», по имени топографа, инженер-майора Корпуса инженеров французской армии Эме Лосседа (Aime Laussedat, 1819–1907), первого в мире использовавшего фотокамеру для составления топографических планов местности;

— **аналоговая фотограмметрия** (1900–1960), которая характеризуется началом использования стереоскопии при фотосъемке с летательных аппаратов;

— **аналитическая фотограмметрия**, которая началась в 1960 г. с изобретения ЭВМ и широкого практического использования аналитических методов;

— **цифровая фотограмметрия** (с 1980 г. по настоящее время). Этому периоду предшествовал запуск первого искусствен-

ного спутника Земли (1957 г.), а позже — спутников дистанционного зондирования Земли из космоса (Landsat, 1972 г.).

## ▼ Основы цифровой фотограмметрии

Современное развитие компьютерных технологий, а также теоретические исследования в области обработки изображений сделали возможным применение цифровых методов. Сформировалась цифровая фотограмметрия, где фотограмметрические процессы полностью автоматизированы за счет использования цифровых изображений, получаемых путем сканирования фотоснимков или непосредственно с помощью цифровых метрических камер.

В общем виде цифровая фотограмметрия понимается как новое направление в фотограмметрии, которое основывается на цифровых изображениях, в отличие от общеизвестной фотограмметрии, базирующейся на фотоснимках.

В отличие от аналоговой и аналитической фотограмметрии в цифровой фотограмметрии метрическая и семантическая информация для сфотографированного объекта выводится не по фотографическому изображению при помощи измерений аналоговой или аналитической

аппаратурой, а по цифровому изображению, введенному в компьютер и полученному непосредственно цифровой камерой или путем сканирования снимка, полученного фотокамерой.

Системы (оборудование и программное обеспечение), применяемые в цифровой фотограмметрии, обеспечивают не только измерительные процессы, но и могут заменить традиционное фотограмметрическое оборудование, такое как, например:

— устройство для маркировки и перенесения опорных точек на фотоснимки;

— моно- или стереокомпараторы;

— аналоговые или аналитические стереоаппараты;

— ортофотосистемы.

Системы, применяемые в цифровой фотограмметрии, позволяют полностью выполнять или обеспечивать автоматизацию ряда фотограмметрических процессов, включая:

— фототриангуляцию;

— создание модели рельефа или местности (DEM/DTM);

— составление элементов ситуации;

— ортофотоскопию;

— картографические и репродукционные задачи;

— издание карт.

Таким образом, цифровые системы позволяют выполнять все

процессы создания карт после проведения соответствующих предварительных работ (аэро- съемка и определение координат опорных пунктов). Кроме того, в изображения, получаемые с помощью цифровых систем, можно вводить коррекцию по данным спутниковых измерений, выполненных как в воздухе, так и на земле.

При использовании цифровых методов в фотограмметрии, для получения метрической и семантической информации о сфотографированном объекте, т. е. для создания его цифрового изображения, применяются следующие способы.

1. Фотографирование объекта цифровой метрической камерой. В этом случае световые лучи, идущие от объекта съемки, попадают на фокальную плоскость цифровой камеры и регистрируются с помощью датчиков камеры.

2. Сканирование фотоснимков, полученных с помощью метрических фотокамер. Пока этот способ более распространен из-за наличия на производстве большого количества аэрофотокамер, высококачественных фотографических материалов, а также высокой стоимости цифровых метрических камер.

Полученная одним из этих способов исходная информация вводится в компьютер и обрабатывается специальными программными средствами, с помощью которых генерируется цифровое моно- или стереоизображение, доступное для распознавания человеческим глазом.

Черно-белое цифровое изображение можно представить в виде двумерной матрицы  $G$  с элементами  $g(m, n)$ , которые меняются одновременно с изменением координат изображения

$x, y$ . Число пикселей и соответствующее им число пар координат, конечно, а не непрерывно, как на снимке. Поэтому координаты в цифровом изображении могут быть только дискретными. Место каждого элемента в матрице  $G$  определяется по координатам изображения:

$$x = x_0 + m\Delta x, y = y_0 + n\Delta y,$$

где  $m = 0, 1, 2, \dots, M$ ;

$$n = 0, 1, 2, \dots, N;$$

$\Delta x$  и  $\Delta y$  — интервалы между соседними точками изображения (размер пикселя).

На практике принимается  $\Delta x = \Delta y$  и  $N = M$ . Для элементов  $g(m, n)$ , соответствующих одному пикселю матрицы  $G$ , применимы только дискретные величины.

Матрицу  $G$ , элементами которой являются значения  $g(m, n)$ , можно представить так, как показано на рисунке.

Матрица  $G$  является точным цифровым изображением снимаемого объекта. Каждому ее элементу соответствует один пиксель. Величина  $g(m, n)$ , отнесенная к конкретному пикселю, обозначает его положение в матрице  $G$ .

В цифровой фотограмметрии носителем информации является пиксель (pixel — PICture ELeMent). Размер пикселя зависит от характеристик регистрирующей аппаратуры (разрешения цифровой камеры или фотограмметрического сканера, применяемого для сканирования фотоснимка). При черно-белых съемках изображение пикселя имеет серый цвет. При цветных съемках создаются три матрицы изображения  $G$ , полученные в разных спектральных диапазонах с одним и тем же размером, т. е. существует блок из трех слоев изображения. При наложении трех изображений создается такое цветное изображение, какое привык видеть человеческий глаз. Цветное изображение занимает в 3 раза больше памяти компьютера, чем черно-белое изображение.

При использовании цифровых изображений в фотограмме-

три следует иметь в виду, что для получения точности измерения по цифровому изображению, соответствующей аналитической фотограмметрии, размер пикселя должен составлять несколько микрон. Когда задача требует высокой точности, а получение результата существенно не зависит от временных затрат, начальным носителем информации для цифровой фотограмметрии во многих случаях все еще остаются аэрофотоснимки.

#### ▼ Технические средства для цифровой фотограмметрии

Для использования цифровых изображений в фотограмметрии необходимо специальное техническое оборудование и программное обеспечение, а также соответствующая технология.

Технические средства, используемые при цифровой фотограмметрии следующие:

- цифровая метрическая камера;
- фотограмметрический сканер;
- цифровая фотограмметрическая рабочая станция.

**Цифровая метрическая камера** служит для регистрации пространственных объектов в двумерном поле датчиками камеры. По сравнению с метрическими фотокамерами, применение цифровых метрических камер позволяет:

- достичь более высокого радиометрического разрешения;
- получить цветное изображение;
- снизить затраты на получение цифрового изображения по сравнению со снимком;
- сократить время, затрачиваемое на сканирование снимка (негативного фильма или диапозитивов);
- быстро получить цифровое изображение (без сканирования снимка).

Датчиками цифровых метрических камер преимущественно являются матрицы типа CCD (Charge Coupled Device). Они имеют маленькие размеры, на-

$$G = \begin{vmatrix} g(0, 0) & g(0, 1) & \dots & g(0, N-1) \\ g(1, 0) & g(1, 1) & \dots & g(1, N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g(M-1, 0) & g(M-1, 1) & \dots & g(M-1, N-1) \end{vmatrix}.$$

дежны и стабильны при эксплуатации. Цифровые метрические камеры с такими датчиками называются CCD-матрицами (ПЗС-матрицами. — *Прим. ред.*).

Если на XIX Конгрессе ISPRS в 2000 г., проходившем в Амстердаме (Голландия), полноформатные цифровые камеры представляли только фирмы Zeiss/Intergraph Imaging (Германия/США) и Leica Helava Systems (США), то на XX Конгрессе ISPRS в 2004 г. в Стамбуле (Турция) к ним добавились Vexcel Imaging (Австрия/США), Rollei Fototechnik (Германия), Wehrli and Associates (США) и НПП «Геосистема» (Geosystems, Украина). В настоящее время более 20 компаний из различных стран разработали и предлагают цифровые аэрокамеры.

**Фотограмметрические сканеры** предназначены для преобразования фотографического изображения снимка (негатив, диапозитив) в цифровое изображение. Существенным конструктивным элементом любого сканера является CCD-матрица. Датчик представляет собой прецизионную подвижную CCD-матрицу, которая перемещается по полю снимка, размером, например, 23х23 см. Чаще всего в фотограмметрическом сканере осуществляется прецизионное передвижение фильма. В этом случае, перед CCD-матрицей зафиксирован каждый последовательный кадр. Таким образом, в сканере можно сканировать как отдельный снимок, так и фильм, благодаря чему нет необходимости копировать диапозитивы или «нарезать» фильм на отдельные кадры.

Первые фотограмметрические сканеры PS 1 (Zeiss/Intergraph Imaging) и VA 3000 (Vexcel Imaging) появились в 1989 г. В настоящее время можно перечислить около шести наименований фотограмметрических сканеров, которые используются в цифровой фотограмметрии.

**Цифровые фотограмметрические рабочие станции** явля-

ются новой продукцией из фотограмметрических средств для вывода метрической и семантической информации и предназначены для формирования цифрового изображения сфотографированного объекта. Их основой являются аналитические фотограмметрические алгоритмы. В отличие от аналитических систем у цифровых фотограмметрических рабочих станций нет оптических и механических элементов, так как все действия осуществляются посредством компьютерной обработки цифровых изображений.

Цифровая фотограмметрическая станция представляет собой процессор с периферийным оборудованием, таким как, например:

- монитор с высокой разрешающей способностью;
- устройство для стереонаблюдения;
- измерительные устройства различного типа: трэк-бол, роллер, специальная мышь, ручные колеса и педали.

Для представления цифровых стереоизображений на мониторе цифровой рабочей станции применяются следующие способы.

1. Показ одновременно двух изображений на экране, разделенном на две части, и их наблюдение при помощи стереоскопа.
2. Показ двух совмещенных цветных изображений на весь экран и их стереоскопическое наблюдение при помощи анаглифических очков.
3. Одновременный показ двух изображений на весь экран при частоте 100 Гц и их стереоскопическое наблюдение с помощью специальных очков, одновременно пропускающих и блокирующих свет. Для синхронизации работы между экраном и очками необходима связь. Механическая версия работы с такими очками заменена очками с жидкокристаллическим затвором.
4. Одновременное генерирование двух изображений и их синхронизированный показ на поля-

ризованном экране. Чтобы достичь стереоэффекта оператор должен смотреть на экран при помощи поляризационных очков.

Первые цифровые фотограмметрические рабочие станции были разработаны и изготовлены следующими компаниями: Leica Helava Systems, Zeiss/Intergraph Imaging и Supresoft (Китай). В настоящее время количество таких станций, разработанных различными компаниями, насчитывает несколько десятков.

#### ▼ **Итоги 48-й, 49-й и 50-й фотограмметрических недель**

Рассмотрение и обсуждение разнообразных вопросов во время 48-й (2001 г.), 49-й (2003 г.) и 50-й (2005 г.) фотограмметрических недель, проходивших в Штутгарте (Германия), позволяет сделать следующие выводы.

Подчеркнуто, что будущее, несомненно, за цифровой фотограмметрией, которая во многих странах полностью заменила аналоговую, а в некотором смысле и аналитическую фотограмметрию. Цифровая фотограмметрия утвердилась как производственная технология.

Расширилась номенклатура цифровых метрических камер. В 2005 г. в производстве находилось примерно 100 цифровых камер с различными возможностями и областями применения, тогда как в 2002 г. их количество составляло только семь.

Несмотря на сравнительно широкое распространение цифровых камер, некоторые вопросы все еще остаются открытыми. Одним из них, например, является проблема калибровки цифровых камер. Калибровка фотокамер выполняется согласно утвержденным международным стандартам, сертификаты о калибровке унифицированы, что дает возможность сравнивать параметры разных фотокамер. Что касается калибровки цифровых камер, то в настоящее время нет установленного стандарта, и каждая фирма выполняет калиб-

ровку собственным способом. В результате фирмы представляют такие технические характеристики камер, которые не позволяют сравнить цифровые камеры различных производителей. Пока надежным способом сравнения цифровых камер остается оценка точности по результатам съемки экспериментальных участков.

Использование фотокамер остается значительным.

Продолжает совершенствоваться качество фотопленок их ведущими производителями, из-за чего на производстве сохраняется использование фильмо-вых камер.

Современная аэросъемка выполняется исключительно в цветном режиме.

Ожидается параллельное использование аналоговых и цифровых камер еще примерно 10 лет (как это было в любительской фотографии).

Значительно возросла производительность работ, выполняемых с помощью цифровой фотограмметрии.

Расширяется применение метода воздушного лазерного сканирования (лазерной локации) для получения трехмерной информации о местности.

Усиливается совместное (интегрированное) использование лазерного сканирования и стереофотограмметрии (при воздушной и наземной съемках).

Появились новые направления в развитии аэротриангуляции, в частности, программные модули космической триангуляции. Например, компания Intergraph (США), кроме существующего модуля для аэротриангуляции ImageStation Automatic Triangulation, создала отдельный модуль ImageStation Satellite Triangulation.

Все чаще на практике при аэросъемках продольное перекрытие увеличивается с 60% до 80%, а в некоторых случаях увеличивается и поперечное перекрытие с 30% до 60%. С увеличением перекрытия достигается более

эффективное использование центральных частей аэроснимков, что имеет существенное значение при изготовлении карт и ортофотопланов населенных пунктов со сравнительно высокими зданиями.

Утверждается мнение, что окончательным результатом цифровой фотограмметрии является преимущественно ортофотоплан. Это, по всей вероятности, происходит потому, что он изготавливается в значительной степени быстрее, чем топографическая карта и является более дешевым по сравнению с ней. Следует иметь в виду, что объем семантической информации цветного ортофотоплана значителен, но его метрические качества ниже, чем на карте.

Продолжает расширяться применение трехмерной визуализации при отображении городской среды, архитектурных и археологических памятников.

Увеличивается использование космических снимков преимущественно для обновления мелкомасштабных и среднемасштабных топографических карт.

Начинается применение мелких и средних систем для аэросъемки, состоящих из комбинации нестандартного летательного аппарата и видеокамеры. Примером тому является система DigiFLY компании IGI (Германия), подходящая для фотографирования линейных объектов. Уже есть первый многообещающий опыт использования этих систем.

#### ▼ Перспективы внедрения цифровой фотограмметрии

При решении вопроса о внедрении цифровой фотограмметрии в производство следует уточнить следующее:

— ожидаемый объем и вид фотограмметрической продукции;

— фактическое наличие фотограмметрической съемочной и измерительной аппаратуры;

— состояние существующей нормативно-технической базы

для цифровой фотограмметрии;

— технические характеристики и стоимость предлагаемых цифровых съемочных и обрабатывающих систем;

— готовность специалистов заниматься организацией и выполнением работ методом цифровой фотограмметрии.

В связи с этим хотелось бы дать некоторые рекомендации.

1. Внедрение цифровой фотограмметрии в производство необходимо начинать, прежде всего, с приобретения цифровой фотограмметрической рабочей станции.

2. Затем нужно определиться со способом съемки объектов: с помощью фотокамеры или цифровой камеры.

Съемка с помощью цифровой камеры является предпочтительнее из-за ряда технических и экономических причин. С другой стороны, этот способ съемки предполагает, что в производстве будут использоваться только цифровые фотограмметрические рабочие станции.

Съемка с помощью фотокамеры дает возможность при значительном объеме продукции часть ее обработать с использованием аналогового оборудования, но для цифровой обработки требуется наличие фотограмметрического сканера.

Нельзя исключать возможность привлечения сторонней (например, иностранной) компании для съемки цифровой камерой или фотокамерой, для чего будет необходимо решить ряд организационно-правовых вопросов.

3. При выборе аппаратуры для цифровой фотограмметрии (камеры, сканера, фотограмметрической рабочей станции) нельзя опираться только на объявленные производителями и дистрибьюторами номинальные качества. Нужно учитывать отзывы, публикуемые в профессиональных международных изданиях.

4. Для государства со сравнительно небольшой площадью и ограниченными экономически-



ми возможностями достаточно иметь цифровую фотограмметрическую рабочую станцию. Затем необходимо приобрести фотограмметрический сканер (из-за его высокой производительности), а потом и цифровую метрическую камеру.

При подготовке статьи автором использовалась следующая литература:

1. Аванесов Г.А., Ю.П. Киенко. Цифровые аэросъемочные комплексы // Геопрофи. — 2004. — № 1. — С. 8–12.
2. Кацарский И.С. Цифровая фотограмметрия и ее состояние в Болгарии // Геодезия, картография, землеустройство. — 2004. — №3–4.
3. Олейник С.В., Гайда В.Б. Цифровые камеры для аэрофотосъемки. // Геопрофи. — 2006. — № 4. — С. 45–51.
4. Fritsch / Spiller (Eds.). Photogrammetric Week'01. Heidelberg, Herbert Wichmann

- Verlag, 2001.
5. Fritsch, D. (Ed.). Photogrammetric Week'03.
6. Fritsch, D. (Ed.). Photogrammetric Week'05. Heidelberg, Herbert Wichmann Verlag, 2003. Heidelberg, Herbert Wichmann Verlag, 2005.
7. Graham, R., A. Koh. Digital aerial survey. Theory and practice. Caithness (U. K.), Whittles Publishing, 2002.
8. Katzarsky, I. Digital photogrammetry, but how? International symposium on Modern technologies, education and professional practice in geodesy and related fields, Papers, Sofia, 2004.
9. Konecny, G. Geoinformation – Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems. London and New York, Taylor & Francis, 2003.
10. Petrie, G. Airborne Digital Frame Cameras. Emmelord (The Netherlands), Geoinformatics, 7, 2003.
11. Schenk, T. Digital

Photogrammetry, Vol. 1. Laurelville (Ohio), Terra Science, 1999.

12. The Fundamentals of Digital Photogrammetry. Vancouver, I.S.M. International System Corporation, 1996–2000.

**RESUME**

A short review of the development of photogrammetry is followed by an outline of the fundamentals of digital photogrammetry. Among the issues considered in this article are digital systems, manners of approach, digital photogrammetric images and their creation, information carriers, technical means. Conclusions related to the 48th, 49th and 50th Photogrammetric Weeks in Stuttgart (2001, 2003 and 2005) are drawn. Circumstances to be taken into account prior to implementation of digital photogrammetry in production are examined as well as how this implementation should be materialized in the practice.

**Аэрофотосъемка**

**Фотограмметрия**

**Лазерное сканирование**

**3D моделирование**

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

# ЦИФРОВАЯ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЯ. ИТОГИ 2006 ГОДА

**Е.М. Медведев («ГеоЛИДАР»)**

В 1986 г. окончил факультет автоматики и вычислительной техники Московского энергетического института по специальности «электронные вычислительные машины». После окончания института работал в ГосНИИ Авиационных систем, с 1997 г. — в ЗАО «Оптэн Лимитед», с 2002 г. — в Компании «Геокосмос». С 2005 г. по настоящее время — генеральный директор компании «ГеоЛИДАР». Одновременно является доцентом кафедры «Прикладная геодезия» МИИГАиК. Кандидат технических наук.

Компания «ГеоЛИДАР» в 2006 г. осталась верна себе и поддержала статус одного из лидеров российского рынка в развитии и внедрении передовых аэро съемочных технологий. Более подробно с результатами деятельности компании «ГеоЛИДАР» можно ознакомиться на обновленном сайте [www.geolidar.ru](http://www.geolidar.ru), который открылся для посетителей как раз в канун Нового 2007 года.

Думаю, будет правильно поговорить об итогах года в части основных технологических тенденций, проявившихся или укрепившихся в России за отчетный период. Не могу сказать на «российском рынке геоинформационных технологий», так как считаю, что этот рынок до сих пор не сложился. К сожалению.

Итак, о технологических итогах.

Средства **воздушной лазерной локации** по основным параметрам — производительности и точности — в 2006 г. заметно продвинулись. Главные производители — Optech, Inc. (Канада) и Leica Geosystems (Швейцария) объявили о выходе новых воздушных лазерных сканеров ALTM Gemini и ALS50-II, соответст-

венно, с частотой зондирующих импульсов более 150 кГц и дальномерной точностью на уровне первых сантиметров. Также весьма впечатляющие заявления по этому поводу сделали компании TopoSys (Германия) и Reigl (Австрия). С большой долей вероятности можно предположить, что в 2007 г. появятся приборы, на практике обеспечивающие производительность более 200 кГц.

В значительной степени разработчикам удалось преодолеть ограничение, связанное с невозможностью выполнения высокочастотного сканирования с больших высот. До недавнего времени это ограничение выражалось формулой:

$$F \times H < 150 \text{ кГц} \cdot \text{км.}$$

Т. е. для частоты зондирующих импульсов  $F = 100$  кГц высота съемки должна была выбираться в пределах 1500 м, при частоте  $F = 150$  кГц — в пределах 1000 м и т. д.

В практическом плане это ограничение стало составлять серьезную проблему в последние годы. Действительно, увеличение производительности сканера вызывает естественное стремление полетать по-

выше, увеличив захват и сократив издержки. Как раз этого и не удавалось сделать по указанным выше причинам. Но вот теперь компания Optech анонсировала и реализовала в модели ALTM Gemini технологию Multipulse, которая позволяет приемнику не дожидаться возврата предыдущего зондирующего импульса для излучения текущего. А именно с этим и было связано описанное выше ограничение «частота-высота». О наличии подобной возможности объявила и компания Leica Geosystems, но автор об этом не располагает подробностями. Появление технологии Multipulse ожидалось давно. Удивляет только, что нужное и не самое сложное в техническом плане решение не появилось раньше.

Другим заметным достижением явилось начало использования различных цифровых методов обработки лазерно-локационного сигнала. Так, компания Optech, начиная с 2006 г., в качестве опции к ALTM предлагает блок Digitizer, позволяющий, кроме всего прочего, значительно повысить как дальномерную точность, так и разрешение по дальности.



В 2006 г. активно обсуждали: возможность создания двулучевых лазерных локаторов; достижение в скором времени частоты импульсов в 1 ГГц; уменьшение размеров сканера до микроволновой печи и многое другое. Что ж, подождем. Лазерная локация перестала рассматриваться как экзотическая технология, что, с одной стороны, грустно, так как романтический период ее истории прошел, но, с другой — говорит о наступившей зрелости.

**Цифровая аэрофототопография** продолжает развиваться, оказывая заметное влияние на лазерную локацию и одновременно подвергаясь влиянию с ее стороны. Внимание специалистов, особенно тех, кто не равнодушен к проблемам современного дистанционного авиационного зондирования, в последние год-два в заметной степени переключилось с лазерных локаторов на цифровые аэрофотоаппараты. По срокам окончательной «цифровизации» России нет единства мнений. Пессимисты полагают, что это случится не раньше, чем через 8–10 лет, когда полностью выработают ресурс классические RC-30, LMK и другие аналоговые камеры, которых «более, чем достаточно для удовлетворения потребности отрасли в национальном масштабе». Другие предрекают в ближайший год появление ажиотажного спроса именно на цифровые аэрофотокамеры.

Я склонен согласиться с последними. Россия почти всегда повторяет зарубежный опыт с опозданием на несколько лет, а там окончательный перелом наступил в 2005–2006 гг. Значит, нам осталось подождать 1–2 года и

работать аналоговыми камерами станет «не престижно», «дурным тоном» и признаком технологической отсталости. Полагаю, что этот психологический момент плюс бесспорные технологические преимущества цифровой аэрофотограмметрической техники в ближайшее время приведет к радикальному повышению спроса на цифровые аэросъемочные камеры. Хотя уже и сейчас этот спрос не мал. За последний год компания «ГеоЛИДАР» осуществила поставку или подписала соглашения о поставке на территории бывшего СССР четырех цифровых камер UltraCamD и UltraCamX компании Microsoft Vexcel (США), эксклюзивным дистрибьютором которой является. Следует отметить, что именно в 2006 г. была анонсирована камера UltraCamX, имеющая кадр размером 136 Мпикселей с минимальным интервалом фотографирования 1,3 с — в настоящее время наиболее производительная в мире (см. Геопрофи. — 2006. — № 3. — С. 24–26).

В отличие от прикладной лазерной локации цифровая аэрофотосъемка еще далека от периода зрелости. Во многом из-за этого накал дискуссий по вопросу применимости и целесообразности использования этой техники по-прежнему велик. Диапазон мнений достаточно широк, а прогнозы различных экспертов различаются диаметрально. Технология находится в стадии переходного процесса, а потому, стараясь оставаться хоть чуть-чуть добросовестным исследователем, выдавать конкретные прогнозы опасно для собственной репутации.

Поэтому, без ложного пафоса и претензий на окончательность суждений, просто пере-

числю основные темы ведущихся дискуссий:

— Когда же цифровая аэрофотосъемочная техника вытеснит аналоговую? Через год или через 10? По мнению автора — скоро.

— Есть ли будущее у авиационных методов съемки при столь стремительном прогрессе методов ДЗЗ из космоса? По мнению автора — вопрос сформулирован некорректно, так как с помощью этих методов дистанционного зондирования решаются разные задачи. Это многим понятно «там», а скоро будет понятно всем и «здесь».

— Будет ли цифровая аэрофотосъемочная техника дешевле? Это основной вопрос, но есть еще и группа производных к нему вопросов:

а) Стоит ли уже сейчас покупать цифровые аэрофотоаппараты или еще немного подождать?

б) Какого класса прибор выбрать, ведь они различаются в цене на порядок?

На последнем аспекте проблемы хотелось бы остановиться чуть подробнее. Так будут ли они дешевле и чего вообще ждать специалистам? С моей точки зрения, ситуация в цифровой аэрофототопографии намного интереснее, чем, например, в той же лазерной локации.

Постараюсь пояснить свою мысль. Производство лазерных локаторов, равно как и автомобилей, самолетов, пароходов под силу только крупной (по меркам нашей отрасли) компании. А вот собрать цифровой фотоаппарат и объявить его аэросъемочным может и изобретатель-одиночка. Причем я вовсе не утверждаю, что это будет нечто неуклюжее. Напротив, 2006 г. подарил нам много весьма изящных разра-

боток в этой области. Эта тенденция представляется мне настолько занятой, что я тоже решил попробовать себя в данном ремесле. Обещаю в ближайшее время обязательно сотворить какую-нибудь поделку и громко заявить о ней всему прогрессивному человечеству.

Почему так происходит? Потому что стремительно прогрессирует бытовая цифровая фотоаппаратура. Одаренный изобретатель имеет под рукой почти все необходимые ему компоненты. По сути, остается только дописать необходимое программное обеспечение. И здесь можно с успехом заимствовать то, что уже написано за последние 20 лет активного совершенствования алгоритмов обработки изображений. Но это все только моя версия.

Конечно, и в области производства цифровой аэрофото-съемочной техники есть гранты, к которым я бы отнес компании Vexcel, Leica Geosystems и Optech. Они производят «серьезное» и, естественно, дорогое оборудование.

Однако всевозможных поделок (добросовестных и не только) становится все больше, что запутывает ситуацию, не позволяя однозначно ответить на вопрос: «Что же такое хороший цифровой аэрофотоаппарат и стоит ли его приобретать уже сейчас?»

Стремительно приближающийся 2007 год не позволяет мне поделиться с читателями размышлениями о судьбах систем прямого геопозиционирования, спектрзональных сканеров, технологии компенсации летающих лабораторий, разработок программ-

ного обеспечения и многих других вопросов, относящихся к компетенции компании «ГеоЛИДАР».

Поэтому спешу поздравить читателей журнала с Новым Годом, который по всем приметам должен стать успешней предыдущего как в личных, так и в общественных делах. Пусть все ваши начинания оканчиваются благополучно. Тем из вас, кто имеет хоть какое-нибудь отношение к авиационному дистанционному зондированию, мы обязательно будем помогать или, по крайней мере, не мешать.

#### RESUME

The main tendencies in the technology development and usage in Russia in 2006 are given for such a field as the laser location and digital aerial phototography.

# ГЕОЛИДАР®

## СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ АЭРОСЪЕМОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ



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

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

Эксклюзивные права на поставку аэросъемочного оборудования ведущих мировых производителей:

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



115035, Россия, Москва Софийская наб., д. 30, стр. 3  
Тел.: +7 (495) 953-01-00 Факс: +7 (495) 953-04-70  
E-mail: info@geolidar.ru http://www.geolidar.ru



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСА EGNOS ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Е.В. Погореленко** («Земус плюс», Волоколамск)

В 2006 г. окончил землеустроительный факультет Ивановской государственной сельскохозяйственной академии по специальности «землеустройство». С 2003 г. работал геодезистом в ООО «Омега» (Иваново). С 2006 г. работает в ООО «Земус плюс», в настоящее время — инженер-геодезист.

Сервис широкозонных систем спутниковой дифференциальной навигации (см. Геопрофи. — 2005. — № 3. — С. 12–14. — *Прим. ред.*), таких как WAAS и EGNOS, в силу ряда причин пока малоизвестен геодезистам, маркшейдерам, землеустроителям и топографам, выполняющим работы с помощью спутниковых геодезических приемников. Рекомендации, изложенные в данной статье, основаны на практическом опыте использования сервиса при проведении полевых работ в 2003–2006 гг. на территории Ивановской, Владимирской и ряда других областей.

Использование этого сервиса при полевых топографо-геодезических работах позволяет значительно сократить затраты времени. При этом спутниковые измерения выполняются в режиме реального времени. Роль базовой станции, передающей дифференциальные поправки на подвижный приемник, исполняют геостационарные спутники, а координаты определяются в кинематическом режиме. Отпадает необходимость выполнять окончательную обработку результатов спутниковых наблюдений в камеральных условиях с целью получения пространственных координат геодезических пунктов. Координаты измеряемых точек вычисляются в приемнике во время сеанса наблюдений и по окончании из-

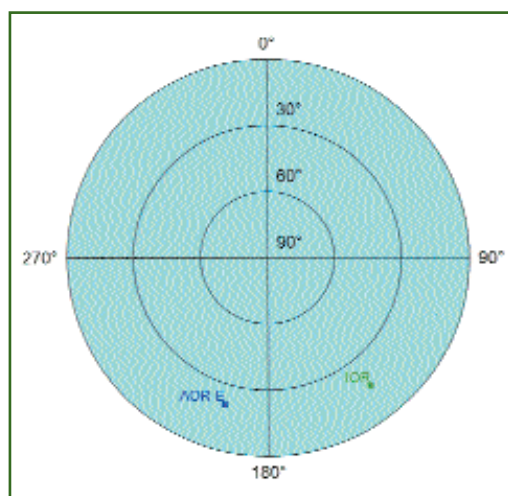
мерений без проблем экспортируются из накопителя спутникового приемника в компьютер, для последующего использования.

Сервис WAAS (Wide Area Augmentation System) был разработан по заказу Федеральной службы авиации США и предназначен для обеспечения навигации и работы автоматизированных систем посадки в гражданской авиации. Он позволяет повысить точность определения пространственных координат, целостность и доступность основных сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) NAVSTAR (GPS) на территории континентальной части США, побережья Канады и Мексики. Сервис WAAS включает два спутника, находящиеся на геостационарных орбитах. Поправки, вычисленные наземными станциями, направляются на эти спутники и передаются ими на частоте L1. Поправки могут приниматься спутниковыми приемниками, аналогично сигналу GPS.

В 1993 г. был разработан сервис EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services), направленный на улучшение работы ГНСС GPS на территории Европы. Этот сервис также имеет два спутника: AOR-E (Atlantic Ocean Region — East) и IOR (Indian Ocean

Region). Они полностью повторяют работу спутников WAAS, только сигналы поправок передаются для территории Европы. Этот сервис поддерживают некоторые спутниковые геодезические приемники, например, Trimble R3 и GeoExplorer CE XT производства Trimble Navigation (США) и др.

Перед началом работ с использованием сервиса EGNOS необходимо ознакомиться с положением его спутников на небесной сфере. На рис. 1 показано положение спутников EGNOS для точки наблюдения в районе Санкт-Петербурга со следующими координатами на небесной сфере: широта  $59^{\circ}59'$  и долгота  $29^{\circ}42'$ . Возвышение спутников над горизонтом для этой точки наблюдений для



**Рис. 1**

Положение спутников AOR-E и IOR на небесной сфере для района Санкт-Петербурга

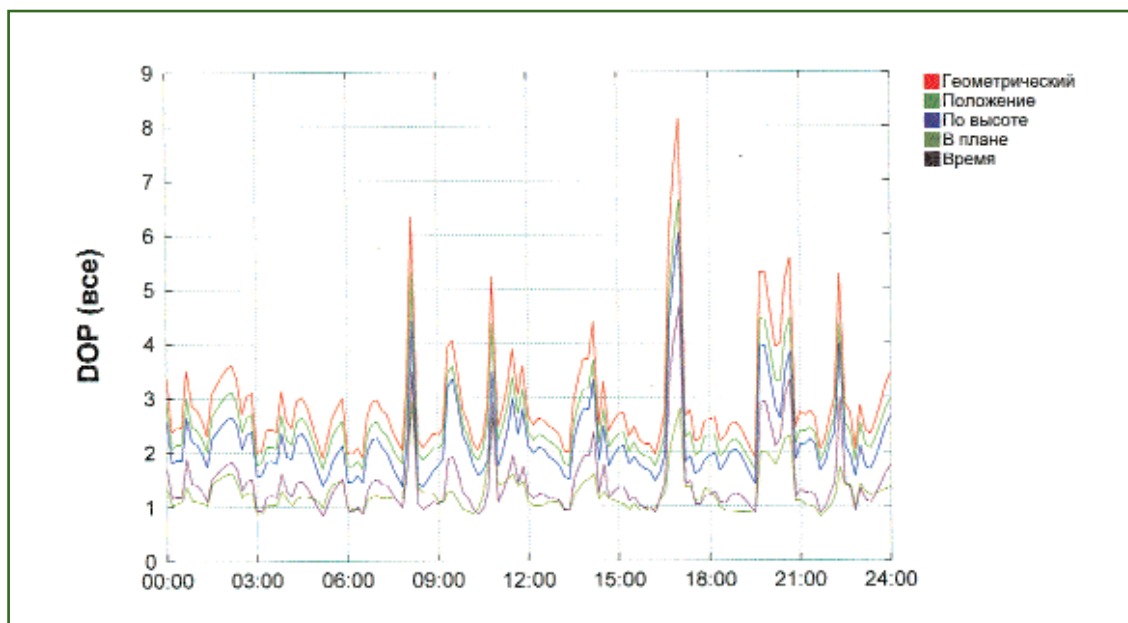


Рис. 2

График прогнозируемых значений факторов снижения точности DOP для района Санкт-Петербурга

спутника AOR-E составляет  $22^\circ$ , для спутника IOR —  $17^\circ$ . Для точки наблюдения в районе Волоколамска с широтой  $56^\circ 02'$  и долготой  $35^\circ 51'$  возвышение над горизонтом для спутника AOR-E составляет  $24^\circ$ , для спутника IOR —  $22^\circ$ . Местоположение спутников с течением времени не меняется.

С местоположением спутников EGNOS необходимо ознакомиться, для прогнозирования возможной потери сигнала спутника в процессе съемки из-за закрытия его искусственными или естественными препятствиями.

С помощью утилиты Planning рассчитывается значение коэффициента потери точности DOP, на основании которого выбирается благоприятный временной интервал спутниковых определений, когда можно одновременно наблюдать не менее четырех спутников GPS. При значении DOP больше шести не рекомендуется проводить измерения, так как могут быть получены некачественные (ошибочные) данные. На рис. 2 представлен график значений факторов DOP на 9 декабря 2006 г. для района Санкт-Петербурга,

откуда видно, что измерения не рекомендуется проводить в 8 и 17 часов (DOP равен 8). Причем в 17 часов выполнить качественные спутниковые измерения будет невозможно.

Топографо-геодезические работы еще часто выполняются на основе систем координат, использующих эллипсоид Красовского (СК-42, СК-63). Поэтому перед началом работ необходимо в программное обеспечение спутникового приемника ввести параметры координатных преобразований из системы WGS-84 в СК-42 (СК-63). Согласно пункту 4.2 [1], преобразование координат из системы WGS-84 в координаты референчных систем, принятых в РФ, должно осуществляться последовательным преобразованием координат первоначально в систему ПЗ-90, а затем в координаты референчной системы.

Однако последовательные преобразования не могут быть реализованы в таких программах обработки спутниковых наблюдений, как, например, Trimble Digital Fieldbook или TerraSync. Опираясь на опыт выполнения работ в европейской

части России, рекомендуем использовать следующие значения параметров координатных преобразований из WGS-84 в СК-42 (или СК-63):

- $DX = +26,600$  м;
- $DY = -134,800$  м;
- $DZ = -77,300$  м;
- $RX = -0,17000''$ ;
- $RY = -0,39000''$ ;
- $RZ = -0,83000''$ ;

— коэффициент масштабного перехода (ppm)  $-0,06$ .

Эти параметры координатных преобразований из WGS-84 в СК-42 (СК-63) не противоречат, а только подтверждают положения, изложенные в [2]. Необходимо добавить, что приведенные выше параметры координатных преобразований применимы и в программах обработки результатов спутниковых измерений, таких как Trimble Geomatics Office, GPS Pathfinder Office, Ashtech Solutions, и в программах для постобработки спутниковых определений.

Кроме того, в программное обеспечение приемника необходимо ввести параметры координатной зоны: значение осевого меридиана зоны, величину сдвига условного Y (для СК-42 —  $-500\,000,000$  м), величину



сдвига условного **X** (для СК-42 — 0,000 м). Номер зоны не вводится, и координаты отображаются без значения номера координатной зоны. Аналогично выполняется ввод значений параметров координатной зоны для СК-63.

Таким образом, при условии введения поправок в числовые значения параметров координатной зоны, точность определения координат на точках будет порядка  $\pm 3$  м. Эта поправка представляет собой сдвиг на некоторую величину условного ноля координатной зоны по осям **Y** и **X**. Корректировка параметров координатной зоны выполняется на пункте ГГС или точке с известными значениями координат. Необходимость выполнения процедуры корректировки обусловлена рядом факторов, на которых мы не будем останавливаться.

Величина сдвига определяется как разница между результатами измерений пространственных координат с приемом поправок EGNOS на пункте ГГС или точке с известными координатами и его (ее) известными значениями. Величина сдвига подсчитывается как обычная невязка в геодезии: «то, что есть, минус то, что должно быть». Обычно величина этой поправки не превышает  $\pm 5$  м и носит локальный характер для определенного района работ. Поэтому и применять поправку необходимо только для района, где она определялась. Размер района равен площади круга, радиусом около 80 км, вокруг пункта ГГС или точки, на которых выполнялась корректировка.

После этого можно приступать к полевым работам. Как уже отмечалось, измерения пространственных координат точек выполняются в кинематическом режиме определения местоположения. Перед инициализацией в приемнике необходимо включить опцию приема

(регистрации) поправок EGNOS. Применять можно один из следующих вариантов кинематического режима измерений: «стой-иди» («stop&go» positioning survey) или непрерывной кинематики (continuous kinematic).

Вариант кинематического режима измерений «стой-иди» предусматривает кратковременную, для фиксирования всего нескольких эпох, остановку на измеряемой точке. Однако этот вариант требует, чтобы при перемещении от одной точки к другой сохранялась постоянная и непрерывная связь не менее, чем с четырьмя спутниками. В противном случае, при прерывании связи со спутниками, на этой точке необходимо оставаться до полного разрешения неоднозначности, или, как еще принято говорить, «выполнить переинициализацию приемника». На некоторых спутниковых приемниках, например GeoExplorer CE XT, инициализацию и переинициализацию можно выполнять в движении. Время, необходимое для проведения инициализации, зависит от технических характеристик конкретного типа приемника. У приемника GeoExplorer CE XT это время обычно составляет 12 мин, а у приемников Trimble R3 и Ashtech ProMark 2 — от 20 до 30 (а иногда и более) мин. При применении режима «стой-иди» на измеряемой точке фиксируются 3–4 записываемые эпохи, продолжительность каждой из них составляет 1 с.

Вариант непрерывной кинематики предусматривает выполнение спутниковых определений, при которых для приема сигналов не требуется останавливаться. Сигналы записываются в память приемника с заданным по времени интервалом. Интервал записи определяют в зависимости от скорости перемещения при выполнении из-

мерений. Вариант непрерывной кинематики обычно применяется при топографической съемке местности.

Преимуществами использования сервиса EGNOS являются:

- возможность выполнения работ с помощью одного приемника без привлечения второго (базового) приемника;
- обработка результатов измерений в поле во время проведения измерений;
- простота применения сервиса в работе;
- соответствие полученных результатов требованиям, предъявляемым к точности определения координат объектов местности при топографических съемках масштаба 1:25 000 и мельче.

Описанный способ применения сервиса EGNOS хорошо рекомендовал себя в работах по отысканию центров пунктов ГГС при отсутствии знака и внешнего оформления (окопки), пунктов опорной межевой сети, а также при выполнении небольших по объему съемочных работ.

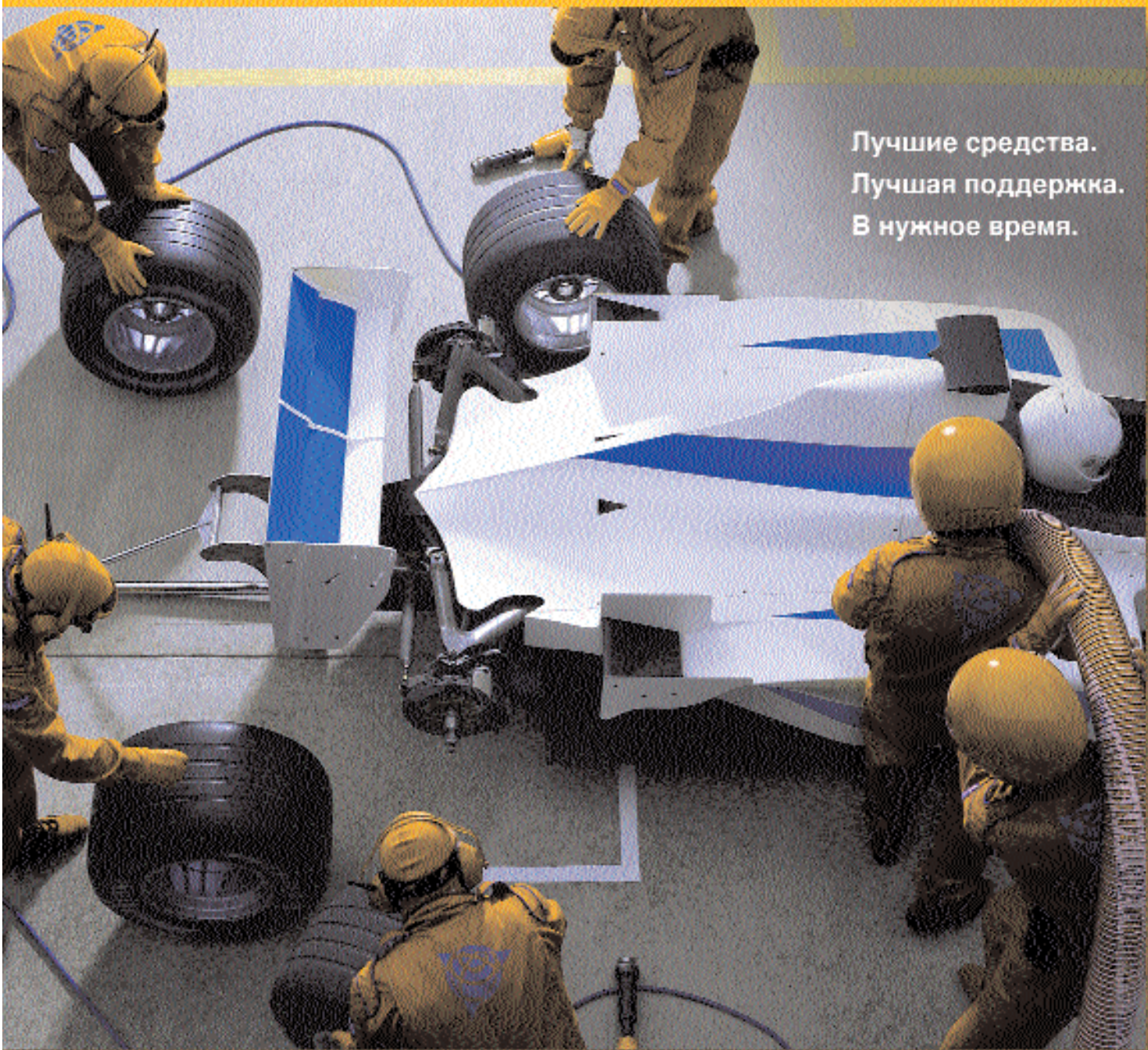
#### ▼ Список литературы

1. ГОСТ Р 51794-01. Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразования определяемых точек.
2. ГКИНП (ГНТА)-06-278-04. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 г. (СК-95). — М.: ЦНИИГАиК, 2004.

#### RESUME

The article considers problems of the WAAS/EGNOS service application for satellite fixation within the framework of either field topographic survey or data acquisition for the GIS applications. Parameters of coordinate conversion from WGS-84 to SK-42 are given as well as the recommendations to set up processing software.





Лучшие средства.  
Лучшая поддержка.  
В нужное время.

Запрыгивайте, туго пристегнитесь и держитесь! Началась революция геодезии и Trimble – на порогах. Ведь мы – не просто компания, поставляющая геодезические технологии, мы – опытная команда, стремившаяся помочь вам и вашему бизнесу достичь высшего уровня успеха. Trimble – признанный лидер, предлагающий геодезические решения высочайшего качества. Команда Trimble поможет вам на каждом крутом повороте вашего бизнеса – от повышения производительности и рентабельности инвестиций, до подготовки к неожиданностям при работе в полевых условиях.

 **Trimble.**

© 2007, Trimble Navigation Limited. Все права защищены. Trimble и логотип Trimble являются торговыми марками Trimble Navigation Limited, зарегистрированными в США, Канаде, Европе, Японии, Индии, Китае, Австралии и других странах. (A) (P) (M) (R)

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



# РЕКОНСТРУКЦИЯ ГОРОДСКОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ Г. ЧЕБОКСАРЫ

**М.А. Костин** (ФГУП «Средневожское АГП», Самара)

В 1996 г. окончил факультет прикладной геодезии Киевского государственного технического университета строительства и архитектуры по специальности «инженер-геодезист». После окончания университета работает в ФГУП «Средневожское АГП», в настоящее время — главный инженер.

**Ю.Б. Грибов** (ФГУП «Средневожское АГП», Самара)

В 1987 г. окончил Ташкентский топографический техникум по специальности «топография». С 1982 г. работал на Предприятии 12 ГУГК (Узэрогеодезия), с 1994 г. — в Верхневожском АГП. С 1999 г. работает в ФГУП «Средневожское АГП», в настоящее время — ведущий геодезист.

При выполнении плановых работ по полевому обследованию пунктов городской геодезической сети г. Чебоксары было установлено, что более 50% пунктов утрачено, координаты ряда пунктов определялись в разное время различными организациями с разными требованиями к точности. Это не позволяло рассматривать существовавшую на момент обследования городскую сеть как однородную и равноточную. Вышеизложенное стало основой для принятия решения и технического обоснования работ по полной реконструкции городской геодезической сети методом спутниковых геодезических измерений. Был заключен муниципальный контракт между Администрацией г. Чебоксары и экспедицией Средневожского АГП на реконструкцию городской геодезической сети спутниковым методом.

До начала полевых работ был подготовлен рабочий проект реконструкции городской геодезической сети, согласно которому предполагалось создать спутниковую городскую геодезическую сеть (СГГС), включающую каркасную и заполняющую сети. В соответствии с разработанным проектом каркасная

сеть должна опираться на пункты астрономо-геодезической сети (АГС) и пункты государственной нивелирной сети (ГНС) высшего класса. Пространственные координаты пунктов заполняющей сети, опирающиеся не менее, чем на три пункта каркасной сети, должны определяться в режиме «быстрой статики» (РТМ 68-14-01. Спутниковая технология геодезических работ. Термины и определения. — М.: ЦНИИГАиК, 2001). Высотное положение пунктов сети предполагалось получать из совместного уравнивания результатов геометрического нивелирования, выполненного по центрам вновь заложенных пунктов, и данных прошлых лет, полученных по результатам геометрического нивелирования центров сохранившихся пунктов.

Опорными пунктами плановой основы вновь созданной СГГС (см. рисунок) были выбраны четыре пункта ГГС 1 и 2 класса, а высотной основой для передачи высот спутниковыми методами — пять нивелирных знаков ГНС I и II класса. При выполнении геометрического нивелирования центров вновь заложенных пунктов в качестве опорных были приняты высоты

пунктов высшего класса.

Созданная каркасная сеть включает 21 пункт. Средние значения расстояний между пунктами не превышают 6–7 км, а максимальное значение составляет 17 км. Пункты каркасной сети имеют центры глубокого заложения. В качестве опорного, центрального пункта каркасной сети, был принят пункт СНЕВ в юго-восточной части г. Чебоксары. Центр этого пункта представляет собой тур, установленный на несущей стене на крыше производственного здания экспедиции Средневожского АГП. В верхней части тура расположена марка для принудительного центрирования геодезического оборудования.

Спутниковые измерения на пунктах СГГС выполнялись двухчастотными геодезическими спутниковыми приемниками, которые были исследованы метрологической службой предприятия в установленном порядке и признаны пригодными для выполнения высокоточных работ.

Горизонт обзора спутников вокруг центра пункта СНЕВ открыт, маскирование спутниковых сигналов не превышает 3–4°. На этом пункте выполнялись круглосуточные измерения спутниковым геодезическим





В каждый из следующих дней обязательно проводились повторные измерения на пунктах перекрытия, в качестве которых принимались, как правило, пункты, на которых были закончены измерения прошлого дня. Эти пункты являлись контрольными и по разностям двойных измерений, выполненных на них, проводилась оценка качества определения пространственных координат пунктов сети. Кроме того, если от узлового пункта отходило несколько ходов, то обязательно выполнялись синхронные спутниковые измерения на узловом пункте и смежных с ним пунктах.

Полевые работы на 460 пунктах СГГС были выполнены за 20 рабочих дней. В работе было задействовано: пять инженеров, шесть техников, 11 спутниковых геодезических приемников и четыре автотранспортных средства.

При обработке и уравнивании результатов измерений в качестве рабочей, промежуточной системы координат, была выбрана система координат СК-42. Причиной выбора послужило то, что в этой системе координат имеется каталог координат пунктов городской геодезической сети, а выполняемая работа не носила глобальный характер, так как выполнялась на ограниченной территории. Кроме того, в процессе выполнения подготовительных работ было установлено, что ключ перехода из государственной системы координат СК-42 в местную систему координат г. Чебоксары утрачен. В связи с этим, для восстановления зна-

чений ключа перехода, необходимо было иметь координаты сохранившихся пунктов городской геодезической сети в местной системе координат и государственной СК-42.

Дальнейшая камеральная обработка включала предварительную обработку результатов спутниковых измерений, сбор, контроль и отбраковку исходных данных, выбор стратегии уравнивания и уравнивание спутниковой городской геодезической сети.

Предварительная обработка данных спутниковых измерений проводилась с помощью штатного программного обеспечения, применяемого для спутниковой геодезической аппаратуры, и включала следующие работы:

- сверку данных спутниковых измерений с данными обследования;
- сверку типов антенн и высот их установки над центрами пунктов в соответствии с полевыми журналами;
- выбор из Интернет точных орбит спутников GPS и данных об измерениях на постоянно действующих пунктах IGS на период выполнения работ;
- подготовку электронных проектов для обработки и уравнивания пунктов каркасной и заполняющей сетей.

При выборе стратегии уравнивания учитывалось то, что в результате было необходимо получить однородную, равнозначную сеть на всю территорию города в системе координат WGS-84, максимально согласованную с государственными системами координат и высот.

Кроме того, необходимо было восстановить ключ перехода из государственной системы координат в местную городскую систему координат, а также уточнить параметры связи геоидов для корректного перехода от геодезических высот к нормальным при работе с GPS-аппаратурой.

Была выбрана стратегия поэтапного уравнивания: первоначально уравнивались координаты пунктов IGS, далее — пунктов каркасной сети, а затем — пунктов заполняющей сети.

На первом этапе вычислялись координаты нескольких пунктов каркасной сети относительно опорных пунктов с известными координатами в WGS-84 и ITRF. В качестве опорных пунктов были выбраны пункт ФАГС SAMR (Самара) и пункты IGS: NVSK (Новосибирск), MDVJ (Менделеево), ZECK (Зеленчук), ARTU (Екатеринбург). Было выполнено совместное уравнивание пунктов как свободной сети, а затем — уравнивание с закрепленными опорными пунктами. Оценка точности, сводные результаты которой приведены в табл. 1, проводилась по разностям двойных измерений.

Полученные в результате уравнивания координаты нескольких пунктов каркасной сети в WGS-84 были приняты в качестве опорных для дальнейшего вычисления координат пунктов каркасной сети. В результате вычисления пространственных векторов были получены следующие средние значения невязок:  $V_x = 6,9$  мм,  $V_y = 7,3$  мм,  $V_n = 11,4$  мм. Коэффициенты

Результаты оценки точности создания каркасной сети на первом этапе

Таблица 1

Параметры	Длина линии, м	Невязки, мм			Высота (U)
		Линия	Широта (N)	Долгота (E)	
Среднее	1700	22,9	19,2	32,9	72,6
Максимальное	3270	46,7	44,9	90,4	118,3
Минимальное	370	5,8	3,0	7,2	27,7

Результаты оценки точности создания каркасной сети на втором этапе

Таблица 2

Длина вектора (S), м	Значения невязок, мм				PPM, мм	S/PPM
	Vs	Vx	Vy	Vn		
5287,3	4,9	7,0	4,2	9,0	2,1	1:2 500 000

корреляции составили:  $XY = 53\%$ ,  $XN = 41\%$ ,  $YN = 49\%$ .

На втором этапе было выполнено вычисление векторов совместных измерений на всех пунктах каркасной сети отдельно по каждому дню измерений. По результатам вычислений были отбракованы «слабые» векторы, и сформирована общая сеть для уравнивания, из которой были исключены векторы, связывающие опорные пункты, а также избыточные и сверхдлинные векторы. Затем было проведено свободное уравнивание пунктов каркасной сети и уравнивание с учетом значений опорных пунктов; выполнена оценка качества измерений по разностям двойных измерений. По результатам значений невязок, абсолютной и относительной погрешностей были получены средние значения, представленные в табл. 2.

На третьем этапе в результате уравнивания были подготовлены окончательные значения координат и высот пунктов каркасной сети в системах координат: WGS-84, СК-42 и СК-95, в зависимости от принятых значений координат и высот опорных пунктов. Координаты опорных пунктов в WGS-84 были взяты из результатов уравнивания, координаты опорных пунктов в СК-42 — из каталога координат пунктов городской геодезической сети, а координаты опорных пунктов в СК-95 — из каталога пунктов ГГС.

Окончательное уравнивание координат пунктов заполняющей сети выполнялось в несколько итераций. Первоначально были вычислены векторы совместных измерений на пунктах заполняющей сети с це-

лью оценки качества и целостности измерений с учетом точных эфемерид спутников GPS отдельно по каждому векторному ходу. По результатам вычислений проводилась отбраковка «слабых» векторов, векторов с коротким перекрытием по времени измерения, и были сформированы сети для уравнивания по каждому блоку, из которых исключались векторы, связывающие между собой опорные пункты, а также избыточные и сверхдлинные векторы.

На следующем этапе была сформирована сеть из пунктов, на которых измерения выполнялись два и более раз. Было выполнено свободное совместное уравнивание пунктов этой сети, а затем уравнивание с закрепленными опорными пунктами каркасной сети. Уравнивание осуществлялось в промежуточной системе координат СК-42. Оценка качества проводилась по разностям двойных измерений, выполненных на ряде пунктов.

Затем для каждого из блоков было выполнено свободное уравнивание пунктов сети и уравнивание итерационным методом с учетом значений опорных пунктов каркасной сети.

Кроме того, была проведена оценка сходимости полученных в результате уравнивания координат пунктов со значениями координат этих же пунктов, определенных ранее. Было исследовано 114 пунктов, и получены следующие систематические смещения:  $Dx = +0,015$  м,  $Dy = +0,021$  м и  $Dn = +0,012$  м. На трех пунктах были обнаружены погрешности в плановом положении, значительно превышающие допустимые. Эти пункты из

сети были исключены.

Для определения ключа перехода в местную систему координат г. Чебоксары было выбрано 110 пунктов ГГС, имеющих координаты в государственной и местной системах координат. Используя программный комплекс Pinnacle ver. 1.00, были рассчитаны параметры преобразования координат. При этом для планового положения использовался метод четырех параметрических преобразований подобия (поворот, масштаб и два параметра переноса начала отсчета), а для вертикальной локализации — метод трех параметрических преобразований (параметр сдвига и два параметра наклона).

Кроме того, по результатам математической обработки значений координат одноименных пунктов в системе координат WGS-84 и в государственной системе координат СК-42 было получено семь элементов параметрического взаимного преобразования координат между этими системами.

Объем работ по камеральной обработке был выполнен двумя исполнителями в течение 60 дней.

#### RESUME

The article presents the background and results of the work to reconstruct the geodetic network of Cheboksary. Reconstruction was conducted within the surveying season of 2006 by the employees of the Srednevolzhskoe aerial and geodetic enterprise. Technical and methodological substantiation is also given for the procedures fulfilled. Criteria used as well as the accuracy assessment results are listed together with the time consumption.



ЛУЧШАЯ ЦЕНА. ЛУЧШЕЕ КАЧЕСТВО.

# С НОВЫМ 2007 ГОДОМ!



## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «ЦФС-ТАЛКА»

«ЦФС-Талка» разрабатывается более 15 лет, вышла на коммерческий рынок и заслужила достойное место на рынке фотограмметрических продуктов. На сегодняшний день «ЦФС-Талка» является лучшей отечественной разработкой. Доступные цены позволяют приобрести программу небольшим компаниям. Простота работы с программой позволяет освоить ее в короткие сроки, а широкие возможности программы позволяют создавать любую картографическую продукцию.

Для полноценного производства достаточно иметь одного квалифицированного специалиста, который руководит действиями операторов. В качестве операторов могут работать студенты-практиканты и молодые специалисты, не имеющие опыта работы с фотограмметрической системой.

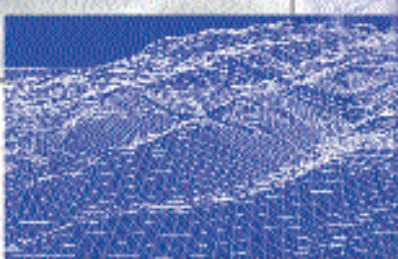
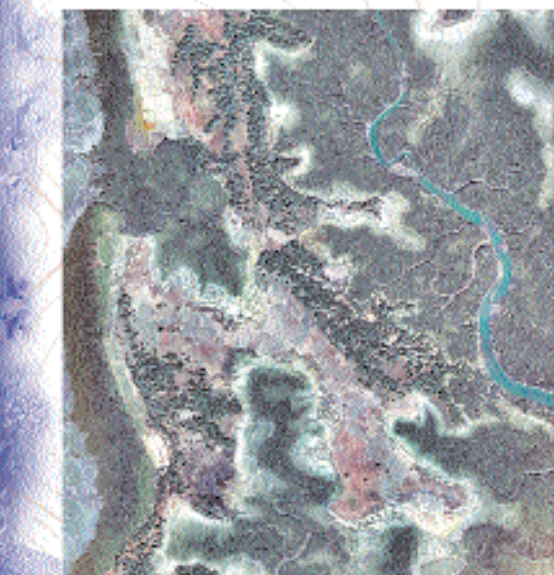
Программа применяется как крупными аэрогеодезическими предприятиями, так и небольшими компаниями. Основные преимущества программы проявляются при обработке большого числа снимков, полученных с помощью аэросъемки, и при создании крупномасштабных топографических карт.

«ЦФС-Талка» предназначена для обработки материалов аэросъемки, космосъемки со спутников Ikonos, QuickBird, SPOT-5, Irs и др., а также любых космических снимков центральной проекции. Помимо одиночных космических снимков «ЦФС-Талка» обрабатывает космические стереопары. Программа обрабатывает снимки, полученные с цифровой камеры, данные наземной фототеодолитной съемки.

«ЦФС-Талка» позволяет провести полный цикл обработки: от фотоснимков до готовых электронных и бумажных карт, и обладает развитыми механизмами контроля и согласованного изменения проекта на любом этапе. Это позволяет существенно снизить трудозатраты и, соответственно, себестоимость продукции.

Выходной продукцией ПО «ЦФС-Талка» являются:  
- фотосхемы, фотопланы, ортофотопланы;  
- цифровые модели рельефа в виде горизонталей, матрицы высот, треугольников (TIN);  
- электронные карты и планы;

**ЦЕНА  
45 000  
РУБЛЕЙ**



АЭРОСЪЕМКА  
КОСМОСЪЕМКА  
ГЕОДЕЗИЯ  
КАРТОГРАФИЯ  
ФОТОГРАММЕТРИЯ  
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО



ГРУППА КОМПАНИЙ «ТАЛКА»  
117997 г. Москва, ул. Профсоюзная, д.65, оф. 522  
тел/факс: (495) 334-89-91, (495) 336-78-90,  
телефон (495) 334-87-50  
САЙТ: [www.talka2000.ru](http://www.talka2000.ru)



По вопросам приобретения  
обращайтесь в ООО «Талка-ГИС»:  
тел. (495) 334-87-50  
E-MAIL: [support@talka2000.ru](mailto:support@talka2000.ru)  
САЙТ: [www.gis.talka2000.ru](http://www.gis.talka2000.ru)



# МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ В ПО «ЦФС-ТАЛКА»

## А.И. Алчинов (ИПУ РАН)

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

## В.Б. Кекелидзе (НПФ «Талка-ТДВ»)

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

## С.А. Труханов («Талка-ГИС»)

В 1998 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математик». В настоящее время — заместитель генерального директора ООО «Талка-ГИС».

## В.В. Костин («Талка-ГИС»)

В 1998 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математик». В настоящее время — старший научный сотрудник Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, руководитель отдела программирования ООО «Талка-ГИС». Кандидат физико-математических наук.

В настоящее время электронные карты настолько тесно вошли в нашу жизнь, что составляют серьезную конкуренцию картам на бумажном носителе, поскольку предоставляют более широкие возможности при работе с ними.

При этом, программно-аппаратные комплексы должны обрабатывать большие объемы геоинформационных данных для их последующего отображения на экране монитора практически в режиме реального времени. В ПО «ЦФС-Талка» при отображении карт одновременно могут быть открыты несколько десятков карт, содержащих миллионы объектов и достигающих объема в сотни мегабайт. Отрисовка этих карт на экране монитора происхо-

дит мгновенно. Ниже приводятся методы, позволяющие ускорить процесс вывода векторных электронных карт на экран монитора.

### ▼ Древовидные структуры данных

Для ускорения пространственного поиска объектов в ПО «ЦФС-Талка» используются квадратичные древовидные структуры данных. Эти структуры в общем виде представляют собой набор вложенных прямоугольников, организованных иерархически. При выполнении запроса вида «дать все объекты, которые попадают в прямоугольник», спускаясь вниз по «дереву», достаточно быстро находят те узлы, которые перекрываются с этим пря-

моугольником и, соответственно, сильно сужается перечень рассматриваемых объектов.

Алгоритм создания древовидных структур в ПО «ЦФС-Талка» прост. Габаритный прямоугольник карты достраивается до квадрата и разбивается на 4 одинаковых подквадрата. Они, в свою очередь, также делятся на 4 части и т. д. Высота такого «дерева» квадратов фиксирована. К каждому узлу приписывается ссылка на объект, если его габаритная рамка целиком помещается в квадрат узла и в то же время не помещается уже ни в один из подквадратов. На рис. 1 видно, что на первом уровне содержатся точечные и «маленькие» линейные и площадные объекты, на втором — «средние» объек-

ты, а на третьем — «большие» объекты.

Недостатком такого подхода является потенциальная возможность несбалансированности «дерева», когда множество объектов попадает в один узел «дерева». Это встречается крайне редко, но, тем не менее, может привести к сильному замедлению поиска объектов по заданному прямоугольнику.

А бесспорным преимуществом метода является его алгоритмическая простота.

Древовидная структура используется не только для быстрого поиска объектов, но и для их оптимального хранения. Объекты, отнесенные к одному узлу, хранятся на диске рядом, что обеспечивает эффективный доступ к ним.

▼ **Представление объектов в зависимости от масштаба**

Как правило, объекты на карте разделяются на слои по способам отображения и классифицируются по физической природе, например: гидрография, распадающаяся на реки, озера, моря и т. д.; растительность; строения и т. д. Каждый слой (и каждый его подслой при древовидной иерархии слоев) может быть отключен из показа пользователем. Это позволяет видеть на экране только часть объектов карты.

Слой может иметь диапазон масштабов, в которых он отображается. Для ускорения вывода на экран и улучшения восприятия карты часто один физический объект представляется несколькими объектами карты, лежащими в разных слоях, например, река в мелких масштабах представляется линией, а в крупных — областью. При этом в каждом конкретном масштабе отображаются только те слои, которые содержат объект с нужной степенью детализации. Более мелкие подробности карты — мелкие объекты:

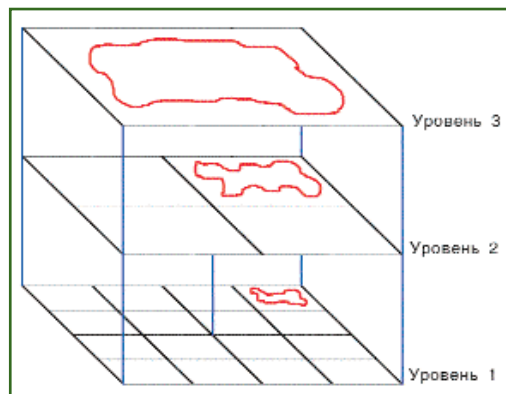
части, стороны объектов — просто исключаются из показа (также как и грубые представления объектов). Соответственно, и стили оформления линий и областей в этом масштабе могут быть более простыми и быстрыми в рисовке.

Кроме вышеупомянутого «ручного» разделения изображения объектов, в зависимости от масштаба, оно может вычисляться программой автоматически, т. е. объект хранится в карте в виде нескольких «представлений».

В ПО «ЦФС-Талка» каждый большой (по числу вершин) линейный и площадной объект хранит собственную «огрубленную» копию, содержащую значительно меньше вершин, которая используется при показе в мелком масштабе. Кроме того, программа может (неявно для пользователя) «разрезать» большие объекты на маленькие части, которые тоже имеют «огрубленные» копии. Таким образом, при рисовке в мелком масштабе мы практически никогда не имеем дело с рисовкой объектов с большим числом вершин.

В ПО «ЦФС-Талка» имеется возможность прореживания объектов. Для каждого масштаба программа заранее вычисляет, какие объекты закрываются другими или располагаются настолько плотно, что создают слишком пеструю неинформативную картинку, и использует эту информацию при рисовке. Например, при отображении карты с сотнями тысяч пикетов будет нарисовано лишь их небольшое количество (помимо скорости рисовки такая картинка и более содержательна). На рис. 2 приведен пример с включенной и отключенной функцией прореживания знаков.

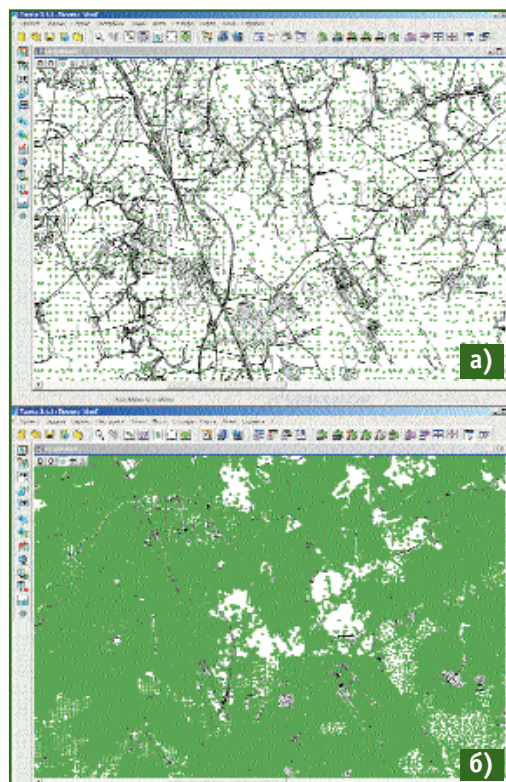
Ускоряет рисовку в программе и прореживание линий, ког-



**Рис. 1**  
Алгоритм создания древовидных структур

да несколько линий имеют общие части, идущие по одному месту (типичный случай — два земельных участка разделяет забор), рисуется только одна из линий. Вообще, при качественном прореживании при уменьшении масштаба плотность объектов (и пестрота картинки) не должна сильно увеличиваться.

Кроме того, если объект при рисовке настолько маленький, что помещается в один пик-



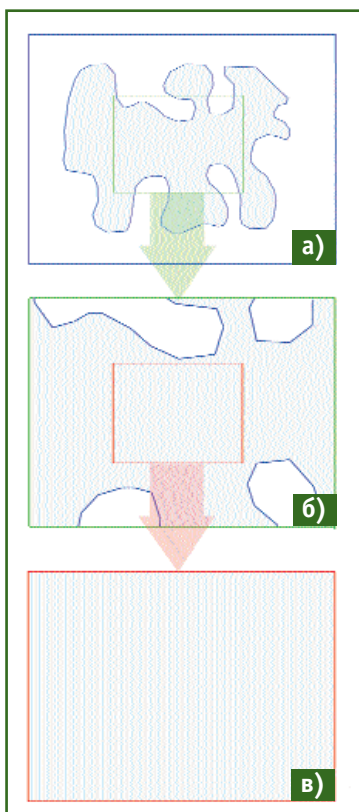
**Рис. 2**  
Прореживание знаков:  
а) включено; б) отключено



сель, имеет смысл его вообще не рисовать.

#### ▼ Клипирование

Клипирование, или иначе, отсечение объектов — процесс, при котором объект «обрезается» окном наблюдения. На рис. 3 приведен пример области до и после клипирования. Как видно из рис. 3, после клипирования объекта, у него может значительно уменьшиться количество вершин (рис. 3б), что существенно ускоряет его рисовку в случае сложных оформлений линий и заливок областей. Особенно ощущается эффект от клипирования при приближении к объекту, когда весь объект находится за экраном (рис. 3в). Без применения этого механизма рисовка может идти непоправимо долго.



**Рис. 3**

*Клипирование: а) объект полностью попадает на экран; б) объект частично обрезается; в) граница объекта полностью находится за экраном*

#### ▼ Растрезация

Сущность данного метода состоит в том, что большие объемы картографической и растровой информации совмещаются вместе и используются при показе в относительно мелких масштабах. При растрезации в ПО «ЦФС-Талка» применяется формат растра TIFF JPEG, который позволяет при небольшой потере информации получать многократное сжатие объема растровых изображений. Кроме сжатия, в этом формате предусмотрены пирамида изображений и плиточная структура, которые обеспечивают высокую скорость показа. Каждый уровень пирамиды изображений по объему данных меньше предыдущего в 16 раз. Таким образом, хранение пирамиды изображений увеличивает объем хранимых данных не более, чем на одну восьмую часть. Плиточная структура файла позволяет минимизировать объем читаемых данных для отображения на экране.

Если требуется отображать карту в очень мелком масштабе, то в качестве ее генерализации используется заранее рассчитанное растровое изображение этой же карты в экономичном формате TIFF JPEG. Таким образом, показ карты издали не требует вообще никакого обращения к данным карты, никакого пробега по объектам, применения сложных и ресурсоемких запросов. Считывание любого, достаточно мелкомасштабного фрагмента карты происходит практически мгновенно и требует копирования с диска или из БД небольшого фрагмента уже готового растра с нужного этажа пирамиды изображений. Нетрудно видеть, что объем такого фрагмента всегда будет эквивалентен размеру экрана. Переход к векторным данным ак-

туальной карты осуществляется только тогда, когда возможности производного растрового изображения исчерпаны, т. е., когда мы дошли до нижнего уровня растра, и количество пикселей экрана начинает заметно превосходить количество пикселей растра. В этом случае необходимо переключить алгоритм показа на данные векторной карты. Подбором максимального разрешения растрового изображения на местности можно добиться того, что в момент переключения фрагмент карты, идущий на экран, будет содержать в среднем только небольшое число объектов, явная рисовка которых не займет много времени и ресурсов.

К недостаткам этого метода следует отнести необходимость пересоздания растра при изменении исходной векторной карты и невозможность отключения/включения в показ отдельных слоев карты. Однако этот недостаток компенсируется высокой скоростью отображения карты на экране монитора.

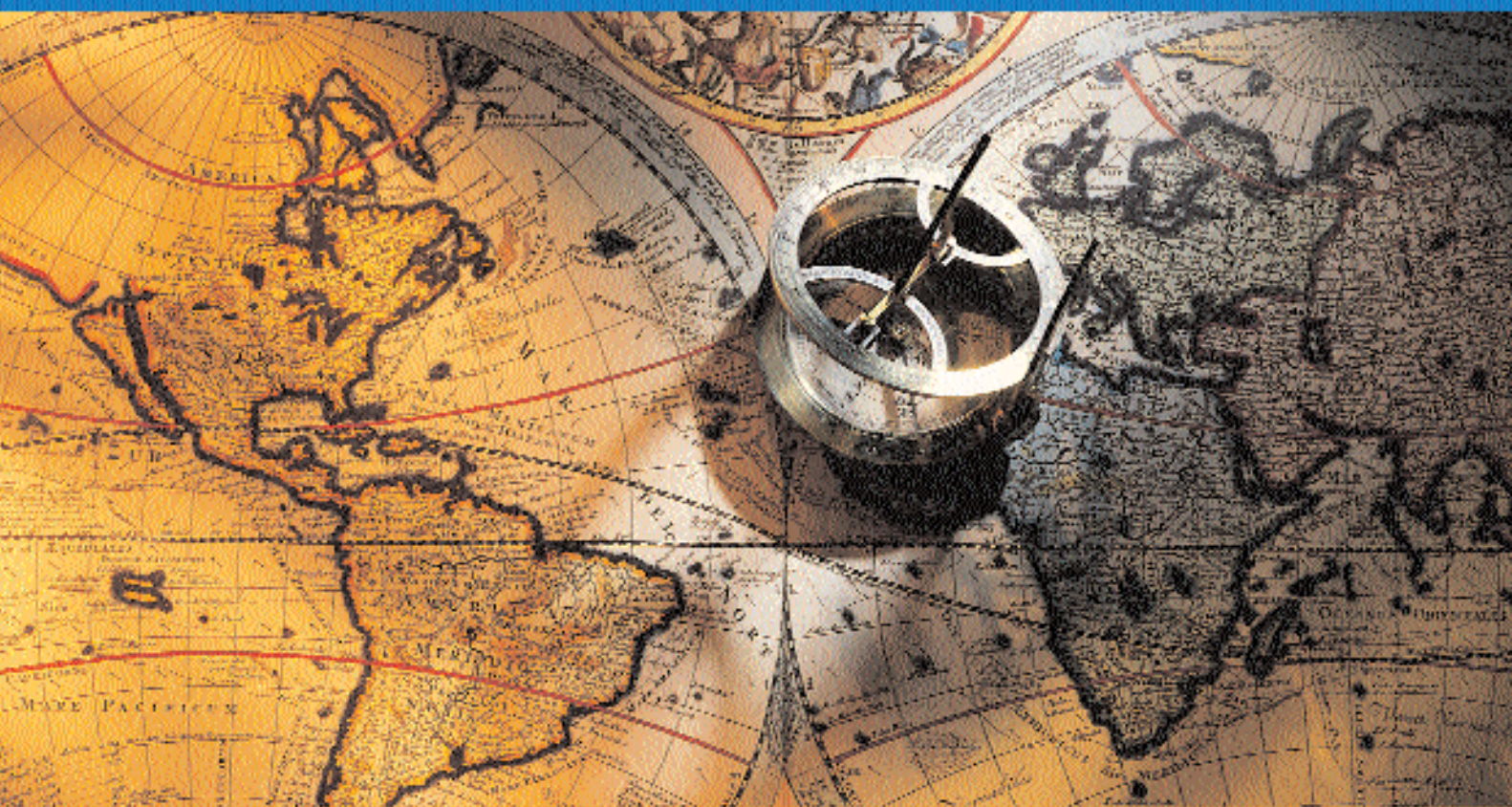
В заключение следует отметить, что приведенные методы ускорения процесса отображения карт на экране монитора не претендуют на полноту и всеохватность. Существуют другие методы и подходы, реализованные в крупных многопользовательских ГИС-приложениях. В данной статье изложены только методы, которые используются в ПО «ЦФС-Талка».

#### RESUME

The present electronic systems processing geoinformation deal with mass data. Consequently the problem of this data displaying in real time is becoming more and more complicated. The article gives several methods used in the TsFS-Talka software package, which provide for speeding up the process of displaying vector electronic maps.



# Magellan. Делайте открытия!



## Новое поколение высокотехнологичных решений для оперативного картографирования и съемки

Встречайте новое поколение высокотехнологичных решений для оперативного картографирования и съемки под новым именем Magellan. Magellan первым совершил кругосветное плавание и открыл мир для последователей. Thales Navigation теперь Magellan, и мы прокладываем собственный путь в мире высококачественных GPS/GNSS решений для съемки и картографирования под маркой Magellan Professional.

Известные своей высочайшей точностью, отличной мобильностью, приспособленной гибкостью и простотой использования, продукты Magellan Professional предлагают высокую скорость выполнения работ и надежные результаты, что особенно важно для каждого профессионального геодезиста и ГИС – специалиста, так как позволяют быть на пике технологий в индустрии при высокой экономической эффективности.

Основные решения в новом поколении Net от Magellan Professional представляют Z-Max<sup>®</sup> Net с функциями коммуникации в сетях NTRIP, VRS и FKP – для высокоточных изыскательских работ и MobileMapper<sup>®</sup> CF для надежного и низкочередного оперативного мониторинга территорий, обновления карт и сбора ГИС данных. Ну и конечно легендарная семья ProMark! Опираясь на мощный фундамент бесспорного рынка одночастотных GPS систем, ProMark3 обладает повышенной точностью и существенно сокращает время сбора данных.

[Свяжитесь с нами сегодня и узнайте больше о Magellan.](#)

Thales Navigation – теперь Magellan! Традиции создания высококлассных GPS/GNSS решений для геодезических изысканий и картографирования продолжают под новым именем – Magellan Professional.

Для более подробной информации звоните:

во Франции (ГО) + 33 2 28 09 38 10  
в России + 7 495 958 5400

[professionalsales@magellangps.com](mailto:professionalsales@magellangps.com)  
[www.pro.magellangps.com](http://www.pro.magellangps.com)

THALES

MAGELLAN<sup>®</sup>  
PROFESSIONAL



# ПРИМЕНЕНИЕ ГИС «КАРТА 2003» В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**А.Н. Фадеев** (Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола)

В 1995 г. окончил лесопромышленный факультет Марийского государственного технического университета по специальности «лесоинженерное дело». После окончания аспирантуры и защиты кандидатской диссертации с 2000 г. по настоящее время работает доцентом на кафедре природообустройства. Одновременно — заместитель декана факультета природообустройства и водных ресурсов.

**О.А. Зими́на** (Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола)

В 2006 г. окончила факультет природообустройства и водных ресурсов Марийского государственного технического университета по специальности «охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». В настоящее время — ассистент кафедры природообустройства.

На территории Республики Марий Эл с начала 1990-х гг. в лесном хозяйстве используется программный комплекс АРМ «Лесфонд», кото-

рый в настоящее время значительно устарел по техническим характеристикам. В связи с этим авторами статьи в рамках учебной научно-исследовательской лаборатории студентов «Землеустройство и земельный кадастр» Марийского государственного технического университета был разработан конвертер данных в ГИС «Карта 2003» (КБ «ПАНОРАМА») для создания файлов обменных форматов SXF или TXF (рис. 1).

Это позволило выйти из ограниченного круга решаемых задач АРМ «Лесфонд» и использовать возможности, заложенные в ГИС «Карта 2003». Одно из преимуществ такого перехода выразилось в улучшении информативности картографического материала, которое обусловлено следующими возможностями ГИС «Карта 2003»:

— заполнение полигона условными знаками без заливки (или с прозрачной заливкой) позволяет визуализировать показатели по главной породе и группе возраста древостоя (рис. 2);

— создание тематических карт с раскраской полигонов и их штриховкой позволяет отображать, например, тип условий местопроизрастания с условием размещения под основной картой.

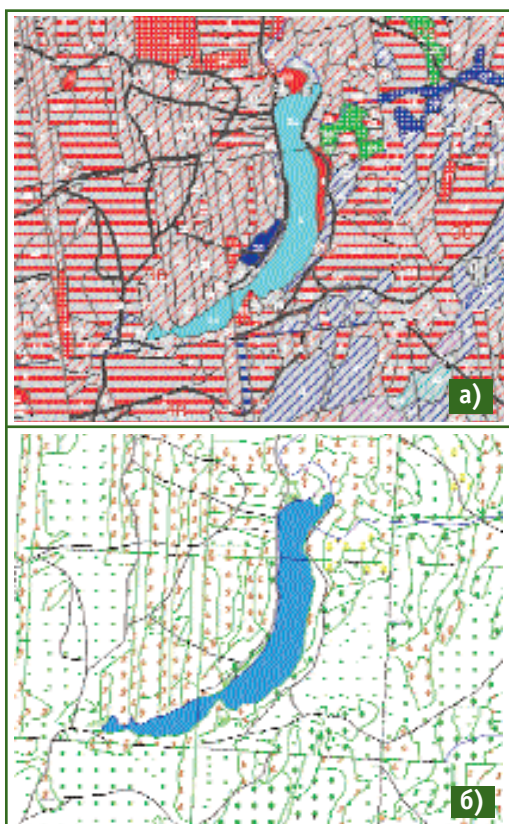
Анализ современных ГИС позволяет предложить следующую концепцию построения информации на электронной карте, основанную на возможностях, например, ГИС «Карта 2003». Информативность полигона по восприятию объекта электронной карты на экране монитора может содержать до 7–12 показателей, среди которых:

— заливка — цвет и характер заливки позволяют использовать 2 показателя;

— штриховка — направление, цвет, тип и плотность линий позволяют использовать 4 показателя;

— заполнение знаками — тип, цвет, конструкция, плотность расположения знаков позволяют использовать 4 показателя;

— граница — цвет и тип линии позволяют использовать лишь 2 показателя, по-



**Рис. 1**

Карта участка лесного фонда у озера Глухое Республики Марий Эл: а) АРМ «Лесфонд»; б) ГИС «Карта 2003»



сколькo использование большего числа показателей затруднительно при наложении границ различных полигонов.

Данная информативная возможность представления объектов электронной карты требует разработки классификатора. Так, например, в ГИС «Карта 2003» такая возможность имеется, но занимает много рабочего времени. В этом случае необходима автоматизация процесса, позволяющего выполнять некую привязку показателей к элементам объекта электронной карты (цвету и характеру заливки полигона, штриховке

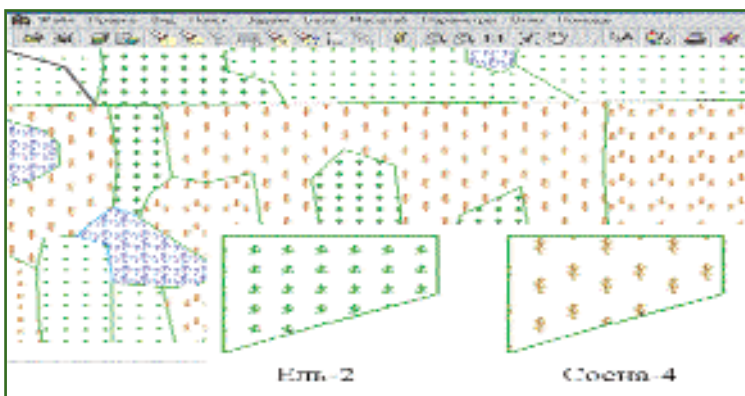
— тип заполняющего знака указывал на группу пород (хвойные, твердолиственные, мягколиственные и т. д.);

— конструкционные особенности знака — на возрастную группу древостоя (молодняки, средневозрастные, спелые и т. д.);

— цвет заливки знака — на породу по ведению хозяйства на данном участке (ель, сосна, береза и т. д.);

— цвет заливки полигона — на группу типа леса (брусничник, черничник, долгомошник и т. д.);

— цвет линии штриховки — на класс влажности почв (от 0 до 5);



**Рис. 3**  
Представление основной породы древостоя, группы возраста и полноты древостоя на электронной карте в ГИС «Карта 2003»

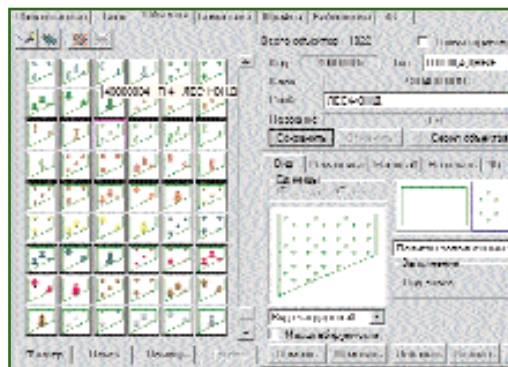
и т. д.).

Примером такого представления может служить идентификация лесохозяйственных объектов на электронной карте по породному составу и группе возраста (рис. 3), что является нововведением в сфере визуализации лесотаксационной информации на электронной карте.

В данном случае, при описании лесотаксационной информации в виде изображения на электронной карте по полигонам, можно предложить, чтобы:

— направление штриховки полигона — на класс богатства почв (А, В, С, D и т. д.).

С другой стороны, такой подход может привести к затруднению восприятия информации человеком. Для устранения данных недостатков необходимо четкое согласование цветов, типов линий и конструкций заполняющих знаков с соответствующими им показателями и их значениями (классами значений), что позволит избежать наложения одного и того же цвета друг на друга. Хо-



**Рис. 2**  
Панель редактора классификатора ГИС «Карта 2003» в позиции редактирования отображения объекта по слою лесфонд

тя эта возможность не исключается, так как слияние в единый цвет можно классифицировать как наилучшее или наихудшее сочетание показателей, например, для произрастания этих пород деревьев на данном участке (полигоне).

Предложенный подход позволит унифицировать поток информации в геоинформационных системах на электронных картах и получить экономию объема памяти, так как не будет необходимости создания нескольких карт соответствующего района с различной раскраской по показателям объектов. Такое представление данных поможет специалисту в конкретной области деятельности лучше представить картину изменения того или иного показателя.

#### RESUME

It is noted that the forestry object identification and the forest estimate presentation on the electronic map due to the developed object classifier ease the work of an expert to present examination index change. This approach provides for the both data stream unification in geoinformation systems and memory saving.



# Интегрированное решение для съемки и ГИС



## Особенности:

- Значительное сокращение времени на изыскания
- Полностью готовое к работе решение для съемки и картографирования
- Минимальное время на обучение
- Быстрый возврат вложенных средств
- Удобный интерфейс на русском языке

Для более подробной информации  
звоните:

во Франции (ГО) +33 2 28 09 38 10  
в России +7 495 958 5100

professionalsales@magellangps.com  
www.pro.magellanGPS.com

## ProMark™3

Лидер на рынке одночастотного оборудования представляет ProMark3, обеспечивающий миллиметровую точность при постобработке, субметровую точность в реальном времени и многое другое. Это интегрированное решение для съемки, сбора ГИС данных, оперативного обновления карт и навигации позволит выйти за рамки ограничений для оптических инструментов благодаря максимальной мобильности и превосходной точности измерений на значительных расстояниях от базовой станции.

Сокращение сбора данных на 33%, по сравнению с другими GPS системами\*, позволит резко увеличить продуктивность. Профессиональное, эргономичное решение и компактный дизайн делают изыскания и последующую обработку данных очень простыми даже при сложных условиях окружающей среды. ProMark3 – это необходимая GPS система для комфортной и экономически эффективной работы.

**Нужны больше возможности? Используйте ProMark3.**

**MAGELLAN™**  
PROFESSIONAL

©2009 Magellan Navigation, Inc. Все права защищены. Magellan и ProMark являются торговыми марками Magellan Navigation, Inc.  
\*Для оценки времени и эффективности изысканий при использовании приемника ProMark3 в сравнении с другими GPS системами, рекомендуем обратиться к руководству по эксплуатации. Повышение мобильности, снижение затрат на ПОР и дополнительные преимущества эргономичности увеличат общую производительность системы.



# ВОЗМОЖНОСТИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СТЕРЕОКАМЕРЫ PRISM СПУТНИКА ДЗЗ ALOS

## 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 В0 «Техмашимпорт». В 2004 г. получил степень «Мастер делового администрирования в области стратегического планирования» (Master of Business Administration) во Всероссийской академии внешней торговли Минэкономразвития РФ. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — заместитель генерального директора.

## А.В. Беленов («Совзонд»)

В 1996 г. окончил Санкт-Петербургское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания училища проходил службу в 29-м НИИ МО РФ. С 2001 г. работал в ЦПГ «Терра-Спейс», с 2006 г. по настоящее время — главный инженер компании «Совзонд».

Космический аппарат (КА) ALOS (Advanced Land Observation Satellite) был запущен 24 января 2006 г. с космодрома Танегашима (Япония) и выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 691,65 км. Владельцем спутника является Японское аэрокосмическое агентство JAXA [1]. КА ALOS оснащен:

— радаром L-диапазона PALSAR, предназначенным для круглосуточного и всепогодного наблюдения земной поверхности, позволяющим получать изображения с разрешением от 10 до 100 м;

— картографической стереокамерой PRISM, позволяющей получать моно- и стереоснимки с разрешением до 2,5 м;

— мультиспектральной камерой AVNIR-2 для получения цветных снимков с разрешением 10 м.

Данные, получаемые со спутника, могут быть использованы для создания и обновления карт, наблюдения за состоянием и использованием природных ресурсов, а также для проведения различных науч-

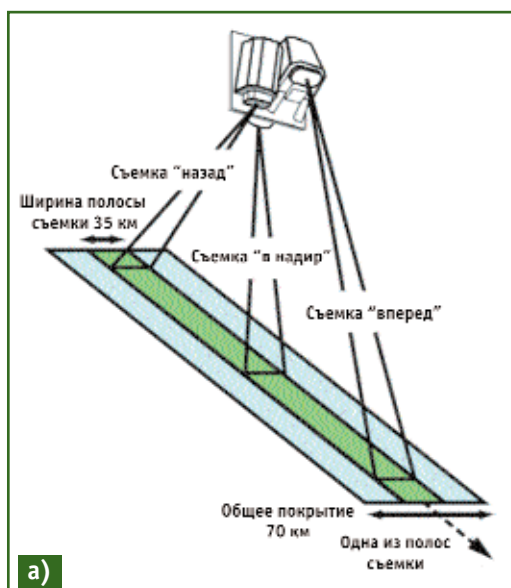
## Основные технические характеристики стереокамеры PRISM

Наименование характеристики	Значение
Тип сканирования	Сканирующая линейка 8 матриц для каждого объектива
Спектральный диапазон, мкм	0,52–0,77
Угол обзора, °	≥7,6
Мгновенный угол поля обзора, 10 <sup>-6</sup> рад	3,61
Ширина полосы съемки (при съемке в надир), км	70
Пространственное разрешение (при съемке в надир), м	2,5
Частотно-контрастная характеристика (частота Найквиста)	0,27 (поперек направления съемки) 0,21 (вдоль направления съемки)
СтереоиЗОбражение	V/H = 1,0
Угол наклона, °	±1,5
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	8



Рис. 1

Расположение съемочных камер стереокамеры PRISM



а)



б)

Рис. 2

Режимы съемки стереокамеры PRISM: а) «нормально»; б) «наблюдение»

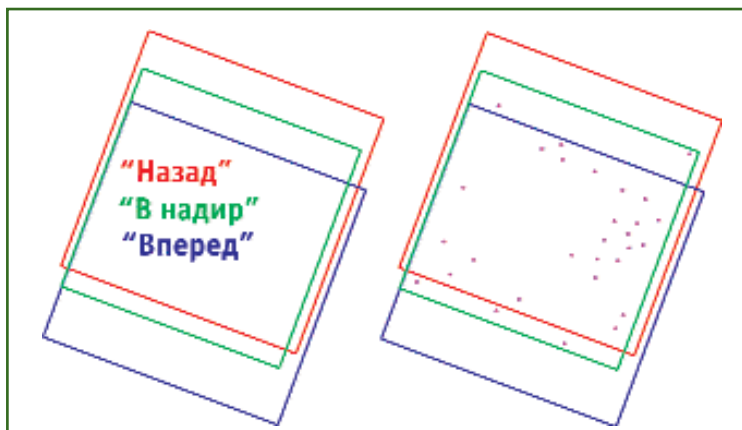


Рис. 3

Схема перекрытия изображений и расположения опорных точек

ных исследований.

Особый интерес представляют данные, получаемые с помощью картографической стереокамеры PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instruments for Stereo Mapping). Ее основные технические характеристики приведены в таблице.

Конструктивной особенностью съемочной аппаратуры PRISM является то, что на одной платформе установлены три съемочные камеры, снимающие в надир, вперед и назад (рис. 1). Они обеспечивают получение стереопар изображений с пространственным разрешением 2,5 м размером 35x35 км в комбинации съемки «в надир — назад», «в надир — вперед» и «назад — вперед» в режиме «нормально», а также возможность формирования изображения размером 70x35 км, полученного камерой, снимающей в надир, в специальном режиме «наблюдение» (рис. 2).

Специалисты компании «Совзонд» в тестовом режиме провели фотограмметрическую обработку изображений, полученных стереокамерой PRISM. Основной задачей тестирования являлась оценка возможности создания по этим изображениям цифровых мо-

делей рельефа местности для топографических карт в масштабе 1:25 000.

По результатам фотограмметрической обработки предполагалось определить геометрические характеристики как одиночных изображений, так и изображений, образующих стереопару, получаемых с помощью PRISM.

В качестве исходных изображений были выбраны изображения сцены «A0602402», полученные съемочной аппаратурой PRISM 17 сентября 2006 г. в режиме «нормально»:

- камерой, снимающей назад, при угле наклона 26,8°;
- камерой, снимающей в надир, при угле наклона 1,4°;
- камерой, снимающей вперед, при угле наклона 26,5°.

Коррекция изображений была выполнена методом 1B2 R. Опорные и контрольные точки взяты в проекции UTM-36N и системе координат WGS-84. Схема перекрытия изображений и расположения опорных точек показана на рис. 3.

Фотограмметрическая обработка пары перекрывающихся изображений в комбинации съемки «в надир — назад» и одиночного изображения включала следующие этапы:

1. Расчет приближенной модели съемки.



2. Измерение опорных и контрольных точек.

3. Уточнение модели съемки для каждого снимка стереопары по опорным точкам (ориентирование стереопары) и оценку точности.

Затем по паре перекрывающихся изображений в комбинации съемки «в надир — назад» строилась цифровая модель местности, а для одиночного изображения выполнялось ортотрансформирование.

Остановимся подробнее на каждом из этапов.

**На первом этапе** был проведен расчет приближенной модели съемки для каждого из изображений, образующих стереопару или одиночный снимок, по следующим параметрам: высота орбиты, период орбиты, наклонение орбиты, мгновенное поле обзора оптической системы, эксцентриситет орбиты, географическое положение центрального элемента изображения, размер пикселя изображения на местности.

**На втором этапе** в процессе измерений были определены:

— для стереопары 9 опорных и 8 контрольных точек в системе координат снимка;

— для одиночного снимка 15 опорных и 10 контрольных точек в системе координат снимка.

**На третьем этапе** точность фотограмметрической модели стереопары, рассчитанной по опорным точкам, была оценена по расхождениям между вычисленными и заданными координатами опорных и контрольных точек и не превысила 0,5 пикселя изображения. В результате оценки точности средняя ошибка ориентирования стереопары составила:

— на опорных точках по оси X — 1,0 м; по оси Y — 1,8 м; по оси Z — 2,1 м;

— на контрольных точках по

оси X — 1,2 м; по оси Y — 1,3 м; по оси Z — 2,1 м.

На рис. 4 показан фрагмент ориентированной стереопары в комбинации съемки «в надир — назад».

Для одиночного снимка точность модели съемки, рассчитанной по опорным точкам, была оценена по расхождениям между вычисленными и заданными координатами опорных и контрольных точек и составила 0,3 пикселя изображения. В результате оценки точности ориентирования одиночного снимка средняя квадратическая ошибка составила:

— на опорных точках по оси X — 0,92 м; по оси Y — 0,86 м;

— на контрольных точках по оси X — 1,71 м; по оси Y — 2,53 м.

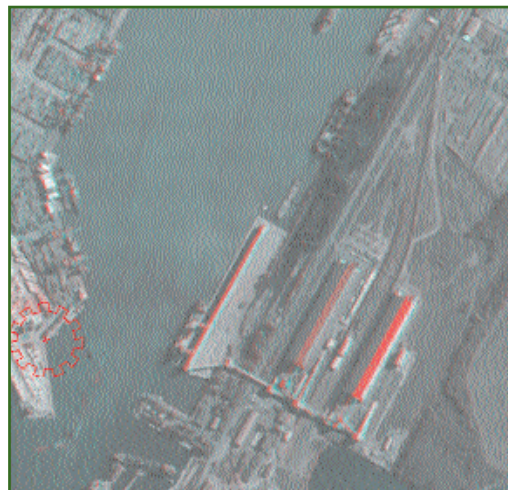
**Построение цифровой модели местности** по паре перекрывающихся изображений выполнялось в автоматическом режиме с использованием алгоритмов корреляции без последующего сглаживания и фильтрации. На рис. 5 показан фрагмент цифровой модели местности с шагом 2,5 м, построенной по стереопаре в комбинации съемки «в надир — назад».

**Ортотрансформирование** одиночного снимка включало следующие процедуры:

— преобразование цифровой модели местности в цифровую модель рельефа путем фильтрации искусственных высотных объектов и последующей интерполяции высот по соседним значениям. Фрагмент полученной цифровой модели рельефа представлен на рис. 6;

— ортотрансформирование изображения с использованием модели камеры и полученной модели рельефа местности;

— оценка точности ортотрансформированного изобра-

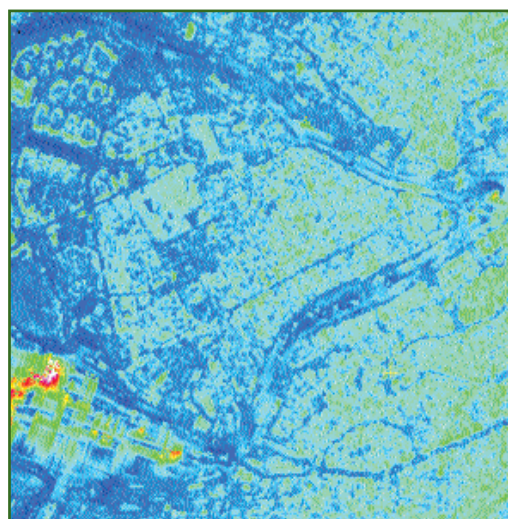


**Рис. 4**  
Фрагмент ориентированной стереопары в комбинации съемки «в надир — назад»

жения по опорным и контрольным точкам.

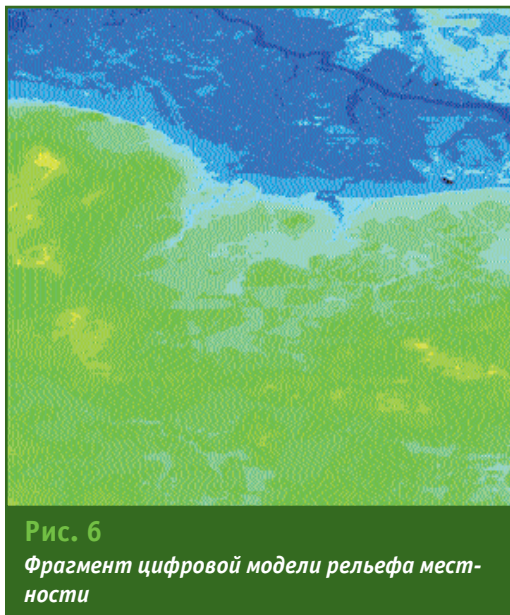
Точность полученного ортотрансформированного изображения определялась путем измерения координат опорных точек на ортофото и последующего вычисления расхождений с заданными координатами опорных точек. Расхождение координат на опорных и контрольных точках, измеренных таким способом, не превысило 4 м.

Таким образом, по геометрическим характеристикам



**Рис. 5**  
Фрагмент цифровой модели местности, построенной по стереопаре в комбинации съемки «в надир — назад»





**Рис. 6**  
Фрагмент цифровой модели рельефа местности

изображения, полученные съемочной аппаратурой PRISM, установленной на космическом аппарате ALOS, могут быть использованы для создания ортофотопланов мас-

штаба 1:10 000, а сформированные оптической системой стереопары — для камерального дешифрирования и получения цифровых моделей местности с точностью не хуже 3 м [2].

Кроме того, характеристики, полученные в результате выполненной тестовой обработки, полностью соответствуют характеристикам, заявленным разработчиками съемочной аппаратуры, и объясняются, прежде всего, следующими факторами:

— высокоточной ( $2 \times 10^{-4}$  градуса каждые 5 с) стабилизацией угловых перемещений космического аппарата, обеспечивающей геометрию по полю изображения не хуже 2,5 м;

— высокоточным до 0,2 м определением пространственного положения аппарата;

— использованием зеркального объектива без хроматических aberrаций по полю обзора.

▼ **Список литературы**

1. Osawa Y. et al. PRISM: a panchromatic three-line sensor for mapping onboard ALOS. — P. 173–180.
2. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. — М.: ЦНИИГАиК, 2002.

**RESUME**

The ALOS satellite performance is given. A conclusion is made that geometry of the images acquired by the optical system PRISM operating from onboard the ALOS spacecraft makes it possible to create orthophotoplans on a scale of 1:10,000. Stereo pairs of this optical system provide for the office analysis and DTM creation with an accuracy of better than 3 m.

В мире миллионы взглядов...

НАШ — САМЫЙ ТОЧНЫЙ.

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

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

Компания «Совзонд» — точный взгляд на мир!

Тел.: (495) 514-83-39, 841-01-18  
 E-mail: [sovzond@sovzond.ru](mailto:sovzond@sovzond.ru)  
 Web-site: [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)



# МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ ЦИФРОВЫХ НЕМЕТРИЧЕСКИХ КАМЕР ДЛЯ НАЗЕМНЫХ ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРОВ

**Д.В. Комиссаров** (СГГА, Новосибирск)

В 1998 г. окончил аэрофотогеодезический факультет СГГА по специальности «исследование природных ресурсов». После окончания аспирантуры СГГА с 2001 г. работает на кафедре фотограмметрии и дистанционного зондирования СГГА. С 2004 г. по настоящее время — директор регионального центра лазерного сканирования СГГА. Кандидат технических наук.

**А.В. Комиссаров** (СГГА, Новосибирск)

В 2004 г. окончил аэрофотогеодезический факультет СГГА по специальности «исследование природных ресурсов». В настоящее время — аспирант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования СГГА.

Многие наземные лазерные сканеры имеют встроенную или позволяют устанавливать неметрическую цифровую камеру других фирм-производителей. Данные модели камер имеют трансфокатор, позволяющий изменять фокусное расстояние, регулируя масштаб и резкость изображения. В результате работы трансфокатора элементы внутреннего ориентирования камеры меняются. Поэтому производители сканеров рекомендуют перед началом использования камеры сфокусировать ее на бесконечность и закреплять положение линз, фиксируя, тем самым, элементы внутреннего ориентирования. Следовательно, такую камеру можно калибровать.

Согласно [1] для неметрических цифровых камер параметрами калибровки являются элементы внутреннего ориентирования, радиальная и тангенциальная дисторсии. Помимо перечисленных параметров калибровки необходимо также определить элементы редукции задней узловой точки камеры относительно начала системы координат сканера. Калибровку камер проводят на тестовом полигоне, имеющем контрольные

съёмочные точки с известными координатами. При калибровке цифровой неметрической камеры, установленной на наземном лазерном сканере, можно предложить принципиально новый способ калибровки. В этом способе в качестве контрольных съёмочных точек используются специальные марки, применяемые для объединения отдельных сканов в единое «облако точек» с целью построения точечной модели снимаемого объекта.

Преимущества применения данного способа калибровки неметрических камер состоят в следующем:

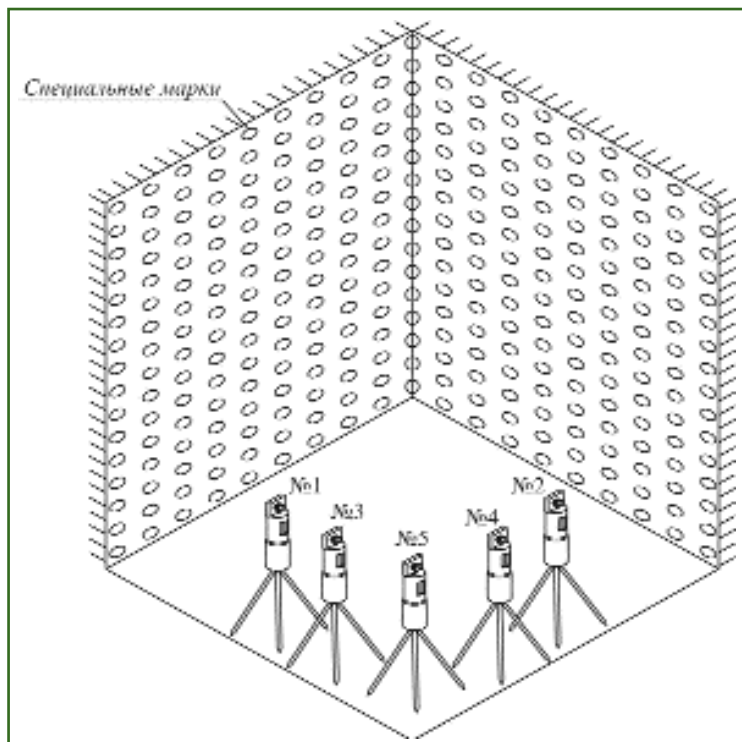
— процесс калибровки полностью автоматизирован, так как специальные марки для наземных лазерных сканеров изготовлены таким образом, чтобы их легко можно было идентифицировать как на цифровом снимке, так и скане. Процессы автоматической идентификации точек на цифровом изображении в настоящее время описаны в литературе и применяются в различных программных комплексах для фотограмметрической обработки цифровых снимков;

— отпадает необходимость закрепления и измерения коор-

динат контрольных точек, а также создания различного рода конструкций на тестовом полигоне;

— калибровку можно выполнять как на тестовом полигоне со специальными марками, так и в момент съёмки объекта. В технологии наземного лазерного сканирования съёмку объекта выполняют с нескольких станций. Для объединения сканов, снятых с соседних станций, в единую точечную модель в зависимости от решаемых задач применяются несколько десятков специальных марок, а для всего объекта их количество может составлять несколько сотен. Поэтому поправки в измеренные координаты точек можно вводить как в методе уравнивания фототриангуляционной сети с самокалибровкой, предложенном профессором И.Т. Антиповым;

— точность определения координат специальных марок наземным лазерным сканером удовлетворяет требованиям, предъявляемым к точности измерения контрольных точек тестового полигона. Для обеспечения достоверного определения параметров калибровки камеры расположение специальных марок и лазерного сканера с уста-



Расположение наземного лазерного сканера с камерой во время калибровки на испытательном полигоне

новленной на нем цифровой камерой на тестовом полигоне должно быть таким, как показано на рисунке.

Авторами разработана и предлагается следующая методика определения параметров коррекции цифровых изображений, полученных неметрическими камерами, с использованием тестового полигона (см. рисунок). Методика включает следующие этапы.

1. Измерение координат контрольных точек тестового полигона либо специальных марок при помощи наземного лазерного сканера и их фотографирование камерой с пяти точек. При фотографировании специальных марок необходимо, чтобы они располагались по всему полю снимка (см. рисунок).

2. Определение элементов редукации задней узловой точки камеры относительно начала системы координат наземного лазерного сканера и коэффициентов полиномов (например, Эбнера, Якобсона, Грюна, Брауна и т. д.), описывающих систематические ошибки в координатах

точек снимков. Ошибки в координатах точек снимка обусловлены дисторсией объектива и неточностью изготовления ПЗС-матрицы камеры.

3. Исключение систематических ошибок в измеренных координатах точек пятого снимка при помощи полиномов и выполнение контроля качества калибровки.

В настоящее время в программных комплексах реализовано два основных способа калибровки снимков: полиномиальный и способ зон. Первый способ для цифровых снимков является более предпочтительным. Во-первых, нет необходимости регулярного расположения контрольных точек на тестовом полигоне, в отличие от способа зон, который предполагает разбиение снимка на равные зоны и обеспечение каждой зоны минимум тремя точками. Во-вторых, при наземной лазерной съемке цифровые снимки используются для раскрашивания массива точек лазерных отражений в реальные цвета объекта, для чего достаточно точности полиномиального

метода калибровки. Поэтому в предлагаемой методике для калибровки цифровых камер выбран полиномиальный способ учета отклонений снимка от центральной проекции.

Согласно работе [2] в основу калибровки съемочных систем при помощи тестового полигона положены уравнения коллинеарности, в которые входят следующие величины:

- пространственные координаты контрольных точек тестового полигона в системе координат сканера ( $X_c, Y_c, Z_c$ );
- элементы редукации задней узловой точки камеры относительно начала системы координат наземного лазерного сканера ( $X_s, Y_s, Z_s$ );
- угловые элементы ориентирования снимка относительно системы координат сканера ( $\alpha, \omega, \kappa$ );
- измеренные координаты контрольных точек на снимке ( $x, y$ );
- элементы внутреннего ориентирования камеры ( $x_0, y_0, f$ );
- функции, описывающие систематические ошибки в координатах точек снимка ( $\delta_x, \delta_y$ ).

Определяемыми параметрами в этих формулах являются  $X_s, Y_s, Z_s, \alpha, \omega, \kappa$ , а также параметры, обуславливающие величины систематических ошибок в координатах точек снимка и входящие в функции  $\delta_x, \delta_y$ .

Наибольшее распространение в качестве таких функций получили полиномы Брауна, которые с учетом природы ошибок в координатах точек цифровых снимков, в общем виде, можно записать следующим образом [3]:

$$\begin{aligned} \delta_x &= \delta x_{\text{внутр}} + \delta x_{\text{рад.дис.}} + \\ &\quad + \delta x_{\text{тан.дис.}}, \\ \delta_y &= \delta y_{\text{внутр}} + \delta y_{\text{рад.дис.}} + \\ &\quad + \delta y_{\text{тан.дис.}}, \end{aligned}$$

где  $\delta x_{\text{внутр}}, \delta y_{\text{внутр}}$  — поправки, учитывающие элементы внутреннего ориентирования снимка;

$\delta x_{\text{рад.дис.}}, \delta y_{\text{рад.дис.}}$  — поправки за влияние радиальной дисторсии;

$\delta x_{\text{тан.дис.}}, \delta y_{\text{тан.дис.}}$  — поправ-



ки, учитывающие влияние тангенциальной дисторсии.

Уравнения коллинеарности являются нелинейными относительно неизвестных величин, поэтому их необходимо решать итерационным способом по методу наименьших квадратов. Количество контрольных точек тестового полигона должно быть в 5–15 раз больше числа оцениваемых параметров [4], следовательно, число точек при использовании полиномов Брауна должно быть от 100 до 200.

После определения коэффициентов полиномов и элементов редукации задней узловой точки камеры относительно начала системы координат наземного лазерного сканера, вводятся поправки в координаты точек снимка. Затем они подставляются в уравнение коллинеарности и вычисляются невязки  $\Delta x_i$ ,  $\Delta y_i$  для пятого снимка. По значениям этих невязок вычисляют средние квадратические ошибки (СКО)

калибровки:  $m_{x\text{калиб}}$  и  $m_{y\text{калиб}}$ . Затем значения СКО калибровки по оси  $X$  и  $Y$  сравниваются с размером пикселя цифровой камеры  $d_x$  и  $d_y$ . Результаты калибровки считаются удовлетворительными, если величина СКО калибровки равна или меньше размера пикселя цифровой камеры.

Учет параметров калибровки цифровых камер в снимках, используемых при наземном лазерном сканировании для раскрашивания массива точек в реальные цвета объекта, позволит облегчить процесс дешифрирования точечной модели и повысить достоверность построения трехмерной модели снимаемого объекта.

#### ▼ Список литературы

1. A new calibration system of a non-metric digital camera [Текст] / R. Matsuoka и др. // Procs. 6th Conference on Optical 3D Measurement Techniques, Zurich, Switzerland, September 22–25, 2003, p. 130–137.

2. Дубиновский В.Б. Калибровка

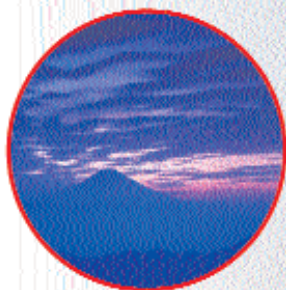
снимков. — М.: Недра, 1982. — 224 с.

3. Dorstel, C. DMC — photogrammetric accuracy — calibration aspects and generation of synthetic DMC images [Текст] / C. Dorstel, K. Jacobsen, D. Stallmann // Procs. 6th Conference on Optical 3D Measurement Techniques, Zurich, Switzerland, September 22–25, 2003, p. 74–82.

4. Валева С.Г. Перспективное моделирование при обработке наблюдений. — М.: Недра, 1991. — 272 с.

#### RESUME

Digital photographic images play a considerable role in processing ground laser scanned data. These images are used to color the pixel array into the real colors of the object surveyed. This eases the identification process as well as improves its authenticity. Thus it is necessary to calibrate digital cameras in order to improve accuracy of the imagery superimposing. This article considers one of the calibration techniques of the nonmetric cameras.



## СКОРО В РОССИИ! ЯПОНСКОЕ КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ ПО УДИВИТЕЛЬНО НИЗКОЙ ЦЕНЕ



190031, Санкт-Петербург,  
ул. Гороховая, 33, офис 37  
Тел/факс: (812) 310-49-93, 380-92-13, 337-61-92  
E-mail: nevatech@mail.com.ru  
Интернет: www.nevatech.ru, www.pentax-gao.ru

Точность измерения расстояния на отражатель 3+2ppm мм  
без отражателя 5+2ppm мм  
Дальность измерения расстояния на один отражатель до 1900 м  
без отражателя 90 м  
Время измерения расстояния 2,0 сек

Большой графический дисплей  
Внутренняя память до 6 000 точек  
Рабочая температура от -20 до +50° С  
Продолжительность работы с одним аккумулятором до 5-6 час



В начале 2007 года ждите появление новых серий тахеометров Pentax: 300DNX со встроенной цифровой камерой и W-800 с Windows CE



# СОБЫТИЯ

## Учебно-практическая конференция «Дни CREDO на Урале» (Екатеринбург, 13–17 ноября 2006 г.)



Это уже десятая региональная конференция, проведенная СП «Кредо-Диалог» (Минск, Республика Беларусь) в 2005–2006 гг. В 2006 г. в «Днях CREDO», проходивших в Самаре, Красноярске, Донецке (Украина) и Хабаровске, приняли участие 559 представителей 215 различных организаций из России, Казахстана, Украины, Узбекистана и Кыргызстана.



В работе конференции, состоявшейся в Екатеринбурге в Центре международной торговли «Атриум Палас Отель», приняли участие 348 специалистов из более чем 160 организаций 7 регионов России, а также из Казахстана. Программа мероприятий кон-



ференции «Дни CREDO на Урале» была значительно шире и насыщенней, чем на традиционных региональных конференциях, и отличалась высоким представительским уровнем.

На конференции были подведены итоги работы компании «Кредо-Диалог» и ее партнеров в 2006 г., представлены новые версии предоставляемых программных продуктов CREDO, а также новые системы и программы. Традиционно в рамках конференции работала выставка «Современное оборудование, технологии и опыт проведения инженерно-геодезических изысканий» и состоялся семинар на эту же тему. Здесь же компании из Екатеринбурга: «Геостройизыскания», «Интер-Гео», «Уралгеотехнологии», НПЦ «Меридиан-Маркет», «Уралгеосервис», УОМЗ, а также «Фирма Г.Ф.К.» представили вниманию специалистов современные технические средства, новые технологии и оборудование, предназначенные для инженерных изысканий.

Одним из центральных мероприятий конференции стало открытие регионального представительства СП «Кредо-Диалог» — «Кредо-Диалог»-Урал, руководить деятельностью которого будет Л.В. Сабаяева, являющаяся опытным пользователем программного комплекса CREDO и давним партнером компании.

На презентационных и учебно-практических семинарах были представлены новые версии систем CREDO ТОПОПЛАН 1.0 и CREDO ГЕНПЛАН 1.0, CREDO\_DAT 3.1, ТРАНСКОР 1.1, НИВЕЛИР 1.1, ТРАНСФОРМ 3.0, РАДОН 2.2, ZNAK 4.4. Особый интерес вызвала презентация совместной работы систем CREDO ТОПОПЛАН 1.0 и CREDO ГЕНПЛАН 1.0, во время которой с данными системами одновременно работали несколько специалистов над одним проектом в интерактивном режиме. Участники семинаров отметили, что многопользовательский ре-

жим особенно удобен при работе над крупными объектами и при сжатых сроках выполнения проектных работ.

В течение трех дней проходило вводное обучение системам CREDO ТОПОПЛАН 1.0, CREDO ГЕНПЛАН 1.0, CREDO\_GEO ЛАБОРАТОРИЯ 2.1. В ходе обучения специалисты смогли получить более детальную информацию о функциональности систем, приобрести начальные навыки работы в них, выполнить некоторые практические задания. Многие участники вводного обучения системам CREDO ТОПОПЛАН 1.0 и CREDO ГЕНПЛАН 1.0 получили временные рабочие версии для дальнейшего самостоятельного изучения.

Большой интерес вызвал семинар «Проблемы нелегального использования геодезических систем программного комплекса CREDO». На нем были продемонстрированы отличия в точности расчетов во «взломанных» версиях программ ПК CREDO и лицензионных. Участники семинара наглядно убедились в правильных и корректных результатах, полученных с помощью официальных версий программ.

Во время работы конференции проводились специализированные семинары, на которых впервые представлялись новые системы комплекса CREDO: ОБЪЕМЫ 1.0 для расчета объемов земляных работ, ведении календарных графиков добычи и хранения сырья и стройматериалов и СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН 1.0 для ведения учетных и дежурных планов различного назначения. Поставки новых систем осуществляются с 1 ноября 2006 г.

Представители высших и средних учебных заведений приняли участие в семинаре «Программа развития сотрудничества СП «Кредо-Диалог» с учебными заведениями. Деятельность Координационного совета по программе «CREDO ВУЗ 2006», который состоялся в учебном корпусе Уральского государственного горного



университета. Участники мероприятия ознакомились с основными положениями программы и ее первыми итогами, обсудили стратегию развития долгосрочного сотрудничества компании «Кредо-Диалог» и учебных заведений и другие вопросы внедрения в учебный процесс современных информационных технологий. Доцент кафедры геодезии и фотограмметрии Уральского ГГУ Е.А. Акулова провела открытый урок для преподавателей вузов на базе учебного комплекта CREDO «Геодезия и землеустройство».

**Пресс-релиз  
СП «Кредо-Диалог»**

▼ **Заседание УМО высших учебных заведений РФ по образованию и в области землеустройства и кадастров (Москва, 28 ноября — 1 декабря 2006 г.)**

Организаторами заседания выступили Совет Президиума учебно-методического объединения вузов России по образованию и в области землеустройства и кадастров и ректорат Государственного университета по землеустройству. В работе приняли участие представители ведущих вузов России, производственных организаций и фирм, общественных профессиональных объединений.

В ходе проведенных мероприятий были обсуждены различные направления деятельности УМО и приняты документы, касающиеся: состава Совета УМО, Президиума Совета УМО, УМС, УМК; классификатора специальностей и специализаций; формирования фонда УМО; издания учебников и учебных пособий (в том числе, с грифом УМО); направлений деятельности УМО на 2007–2008 гг.; заключений на открытие специальностей в вузах.

На пленарном заседании УМО выступили представители Роснедвижимости, Минсельхоза России, РАСХН, ГУЗ, Омского ГАУ, Института архитектуры и строительства Нижегородского ГАСУ, НП «Саморегулируемая организация деятельности кадастровых инженеров», Российской ассоциации

частных землемеров, ИПК «Информкадастр», ООО «Геосервис-прибор», ООО «Информационное агентство «ГРОМ» и др.

Участники заседания УМО приняли участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Опыт Столыпинской аграрной реформы и современные проблемы землеустройства в Российской Федерации», посвященной 100-летию начала проведения Столыпинской аграрной реформы, и расширенном заседании ученого совета факультета земельного кадастра ГУЗ, посвященном 60-летию кафедры землепользования и земельного кадастра.

**В.В. Groшев**

(редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **Ассамблея «Космические технологии и кадровое обеспечение экономики России в области наук о земле» (Московская обл., 6–8 декабря 2006 г.)**

Организатором ассамблеи выступил Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК) и Международная академия наук Евразии (IEAS). В рамках ассамблеи были проведены: генеральная ассамблея IEAS «Актуальные проблемы IEAS. Роль современной науки в организации аэрокосмического мониторинга окружающей среды и формирование подходов в области подготовки специалистов по этому направлению» и форум «Кадровое обеспечение кадастра земель и недвижимости», посвященный 450-летию Указа Ивана Грозного об утверждении «Первого писцового наказа».

Работу ассамблеи открыли сопредседатели форума: ректор МИИГАиК В.П. Савиных, руководитель Роскартографии А.В. Бородко и начальник Военно-топографического управления ГШ ВС РФ В.Н. Филатов. В обсуждении вопросов приняли участие представители органов государственной власти, высших и средних учебных заведений России, государственных организаций и частных компаний.

По итогам работы участники ассамблеи приняли Меморандум,

в котором, в частности, говорится, что необходимо:

1. Продолжить практику проведения мероприятий, посвященных решению проблем кадрового обеспечения земельно-имущественного комплекса России, перенеся «центр тяжести» в регионы России.

2. Разработать комплексную программу по подготовке и переподготовке кадров, обеспечивающих земельно-имущественные отношения в современных условиях России, включающую:

— прогнозирование потребности в кадрах различного уровня и создание баз данных о возможностях образовательных учреждений, что возможно только путем ассоциативного объединения усилий учреждений высшего и среднего профессионального образования данного профиля;

— разработку программы переподготовки кадров по востребованным в настоящее время специальностям;

— разработку и корректировку образовательных программ подготовки и переподготовки кадров на территории РФ на базе вузов и их подразделений в регионах страны;

— разработку нормативных юридических и финансово-юридических документов, регламентирующих взаимодействие отраслей и отдельных организаций с образовательными учреждениями, ведущими целевую подготовку и переподготовку кадров, включая квалификации в области земельно-имущественных отношений в современных условиях РФ;

— создание единого банка программ для переподготовки специалистов и постоянно обновляемого информационного сайта;

— разработку формы и механизмов контроля целевого использования средств, выделяемых на подготовку специалистов, в том числе и бизнесом.

3. Создать информационный портал о выпускниках вузов и средних учебных заведений в области наук о Земле.

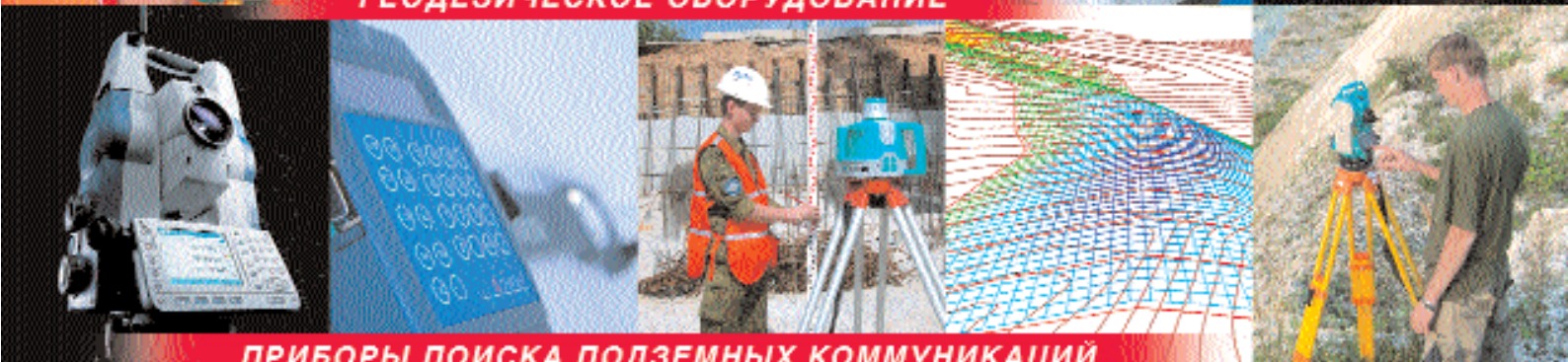
**В.В. Groшев**

(редакция журнала «Геопрофи»)





**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



**ПРИБОРЫ ПОИСКА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**



**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**



**ГСИ**®

**ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ**

Адрес: 10/023, г. Москва, ул. М. Семеновская, д. 9, стр. 6  
Телефакс: (495) 101-22-08, gsi@gsi2000.ru, www.gsi2000.ru





▼ **6-я Международная конференция «Лазерное сканирование и цифровая аэро съемка. Сегодня и завтра» (Москва, 6–8 декабря 2006 г.)**



Конференция была организована Российским обществом содействия фотограмметрии и дистанционному зондированию и компанией «Газпром» при содействии Роскартографии, МИИГАиК, СГГА (Новосибирск), ГИС-Ассоциации, Ассоциации «РО Стройизыскания», а также активном участии генеральных спонсоров — компаний «Геокосмос», «ГеоЛИДАР» и «ГеоПолигон». Спонсором каталога конференции выступила компания «Оптэн Лимитед».

Конференция получила широкую информационную поддержку в России и за рубежом в лице таких известных изданий, как GIM International, GeoInfomatics, GIS Development, MUNDO GEO, «Геодезия и картография», «Геопрофи», «Пространственные данные» и Интернет-портала GeoTop.

В конференции приняли участие более 220 руководителей и специалистов из 19 стран мира: России, США, Канады, Германии, Австрии, Австралии, Дании, Польши, Индии, Израиля, Казахстана, Украины и др.

Совершенно очевидно прослеживается тенденция роста интереса, проявляемого к конференции. Так, в 2006 г. в работе конференции приняли участие практически все известные производители оборудования для лазерного сканирования, цифровой аэрофотосъемки, разработчики программного обеспечения для обработки результатов съемки, основные поставщики услуг в области цифровой геодезии и аэрофотосъемки, преподаватели крупных профильных вузов. Как и в 2005 г., наиболее полно были представлены потребители услуг цифровых геодезических технологий.

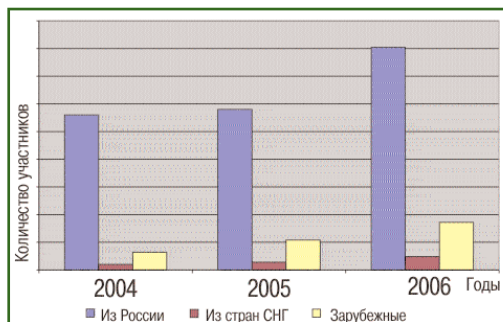
С докладами на конференции выступили: Тобиас Тельг (Rollei

GmbH, Германия), Маркус Эм (Zoller + Frohlich GmbH, Германия), Ханну Корпела (Terrasolid, Финляндия), Франц Леберл (Technical University Graz, Vexcel Imaging GmbH, Германия), Дайна Вагнерс (Optech, Inc., Канада), С.Р. Мельников, С.А. Кадничанский («Геокосмос»), Г.В. Скорняков (Мосгипротранс), Б.И. Механошин («Оптэн Лимитед»), Е.М. Медведев («ГеоЛИДАР»), Хартмут Розенгартен (Intergraph, США), С.Н. Черкесов (НИПИ «ИнжГео», Краснодар), А.В. Иванов (СГГА), А.А. Ковров («ГеоПолигон»), А.Г. Анисимов (Московский городской филиал «Ростехинвентаризация») и многие другие.

Поскольку конференция пользовалась небывалой популярностью, для увеличения емкости программы было решено выделить доклады по наземному лазерному сканированию в отдельную секцию.

Большим сюрпризом для участников конференции стала презентация принципиально новой системы цифровой аэрофотосъемки VisionMapA3 (Израиль). Эта система позволяет с сенсационной скоростью выполнять цифровую аэрофотосъемку и на выходе, в течение считанных часов, получать цифровые модели рельефа и местности. Поставкой этих систем на российский рынок будет заниматься компания «ГеоЛИДАР», а предоставлением услуг по аэро съемке с применением этой системы — компания «Геокосмос».

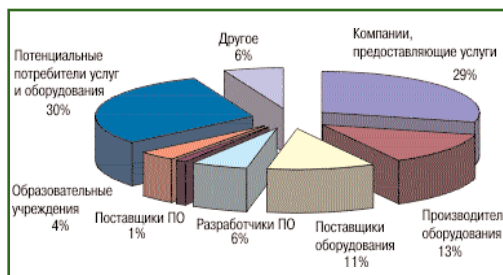
В рамках конференции состоялась выставка современных лазерных сканирующих систем и оборудования для цифровой аэрофотосъемки, на которой также были представлены программное обеспечение для обработки данных и результаты применения этих технологий в конкретных проектах. Примечательно, что наряду с российскими коммерческими, производственными и учебными организациями, такими как «Геокосмос», «ГеоЛИДАР», «ГеоПолигон», «Йена Инструмент», ПРИН, Ростехинвентаризация и СГГА, в выставке приняли участие всемирно известные компании



**Динамика роста количества участников по годам**

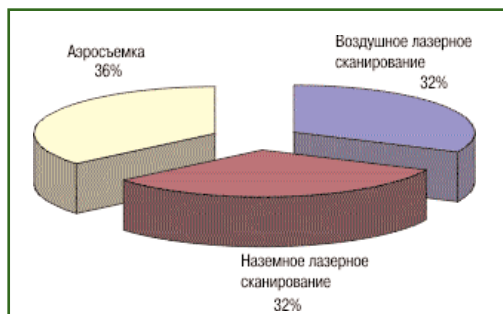
Optech, Inc., RIEGL Laser Measurement Systems GmbH (Австрия), Airborne Hydrography AB (Швеция) и Terrasolid Ltd.

Специально к конференции был подготовлен и издан сборник статей Е.М. Медведева «Лазерная локация и аэрофототопография» и «Взгляд из «Медвежьего угла», опубликованных в журнале «Геопрофи» в 2003–2006 гг.



**Состав участников по видам деятельности**

Можно смело сказать, что конференция состоялась на принципиально новом уровне. «Президент-Отель», в залах которого она проходила, как нельзя лучше соответствовал целям и задачам конференции, став, с одной стороны, зеркалом статуса конференции, а с другой, — достойной ареной для встречи производителей и дистрибьюторов оборудо-



**Тематика докладов**

вания, поставщиков услуг и их потенциальных потребителей. Уже сейчас очевидно, что по итогам конференции будет заключен ряд серьезных контрактов.

**В.В. Groшев** (редакция журнала «Геопрофи») по информации Оргкомитета конференции

▼ **Заседание «круглого стола» на тему «Взаимодействие власти, бизнеса и системы отраслевого образования в обеспечении кадрового потенциала в области геодезии и картографии» (Москва, 13 декабря 2006 г.)**

Заседание было организовано по инициативе Департамента государственной политики в области дорожного хозяйства, автомобильного и городского пассажирского транспорта, геодезии и картографии Минтранса России, Федерального агентства геодезии и картографии и Учебно-методического объединения высших учебных заведений РФ в области геодезии, фотограмметрии и дистанционного зондирования и прошло в зале заседаний коллегии Минтранса России под председательством заместителя руководителя Роскартографии Г.Г. Побединского.

В нем приняли участие 67 представителей органов государственной власти, высших и средних учебных заведений, государственных и частных предприятий и фирм, общественных профессиональных объединений, средств массовой информации из Екатеринбурга, Иркутска, Казани, Москвы, Новосибирска, Новочеркасска, Пятигорска и Санкт-Петербурга.

Перед участниками заседания выступили с докладами и сообщениями О.И. Старовойтов, С.Г. Корсей (Минтранс России), В.Н. Филатов (Минобороны России), В.П. Савиных (МИИГАиК), Е.Г. Капралов (ГИС-Ассоциация), Г.Л. Хинкис (Московский колледж геодезии и картографии), И.Г. Журкин (МИИГАиК), Н.Л. Макаренко (ЦНИИГАиК), И.Г. Кравченко (Негосударственное образовательное учреждение Многопрофильного центра непрерывного образова-

**SOUTH** ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2 ГОДА ГАРАНТИЯ

Группа компаний "ПромНефтеГрупп"  
ЗАО "ПНГ" -  
геодезическое оборудование.  
тел.: 7 495 613 9596, 785 0119, факс: 7 495 785 0120  
www.pngo.ru

ния «РОСТ», Пятигорск), А.П. Карпик (СГГА, Новосибирск), В.В. Groшев (Информационное агентство «ГРОМ»), Р.А. Кашеев (Казанский государственный университет), Н.Я. Лебедева («ДАТА+»), Г.В. Демьянов (ЦНИИГАиК) и Х.К. Ямбаев (МИИГАиК).

Выступавшими отмечалась проблема нехватки кадров в топографо-геодезическом и картографическом производстве, которая будет нарастать в условиях демографического кризиса, проходящей реорганизации высшего и среднего профессионального образования в России, недостаточного государственного финансирования. В этих условиях одной из главных задач является разработка нового перечня направлений и специальностей в области

геодезии и картографии, которые должны стать основой при проектировании третьего поколения государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Представители учебных заведений поделились опытом взаимодействия с потенциальными работодателями, а представители коммерческих структур — опытом внедрения новых технологий через систему повышения квалификации специалистов, работающих в государственных, акционерных и частных предприятиях.

Практически во всех выступлениях чувствовалась озабоченность сегодняшним состоянием кадров высшей школы, ее приборной и учебно-методической



базы и, как следствие, недостаточными практическими знаниями современного геодезического и картографического производства выпускниками.

Проведенное заседание, конечно, не решило того обилия проблем, которые накопились за последние 15–20 лет в области

подготовки и переподготовки кадров, но оно показало, что выход из сложившейся ситуации есть, и он лежит в сфере постоянного взаимодействия представителей государственной власти, образовательных учреждений, государственных предприятий и частных компаний.

Участники заседания приняли проект решения, который было поручено доработать редакционной комиссии и представить для обсуждения в профессиональных периодических изданиях и на информационных сайтах в Интернет.

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

## КОМПАНИИ

### ▼ НПП НАВГЕОКОМ



Одним из направлений работы НПП НАВГЕОКОМ является разработка и издание каталогов новой продукции, предлагаемой компанией в Москве и многочисленных филиалах по всей России. В 2006–2007 гг. компания планирует выпустить девять каталогов по основным видам деятельности. Любой из каталогов можно заказать в офисе компании или в Интернет на сайте [www.navgeocom.ru](http://www.navgeocom.ru).

В конце октября 2006 г. вышел каталог по лазерному сканированию, который стал вторым в серии подобных изданий. Он знакомит специалистов с разнообразными современными сканирующими системами компаний Trimble Navigation (США), Callidus (Германия) и Konica Minolta, принципами работы и областями их применения. В каталоге также подробно описано программное обеспечение для обработки данных наземного лазерного сканирования и представлена информация о проектах, выполненных специалистами компании НАВГЕОКОМ с помощью технологии трехмерного лазерного сканирования.

В декабре 2006 г. вышел каталог по геодезическому оборудованию. В нем, помимо описания оборудования, приведены различные варианты его комплектации, а также области применения. В каталоге представлено оборудование крупных произво-

дителей, таких как Trimble Navigation, Nikon, CST, Spectra Precision и др. В каталоге также содержится информация об услугах и сервисе для клиентов, статьи о новых технологических решениях, применяемых в геодезии.

### По материалам пресс-релизов НПП НАВГЕОКОМ

#### ▼ Компания «Геокосмос»



Основными направлениями деятельности компании «Геокосмос» являются создание цифровых топографических планов и специализированных карт, трехмерных моделей инженерных объектов и рельефа местности.

В октябре 2006 г. компания «Геокосмос» завершила очередной проект в Западной Европе. Заказчиком работ выступало Региональное управление по вопросам окружающей среды (DIREN) Министерства по вопросам окружающей среды и обустройства территории Франции. Лотарингия — единственный департамент Франции, на территории которого расположены три национальных парка. Именно поэтому он стал первым, где по заказу DIREN были проведены подобные работы.

Пространственная информация для создания цифровой модели рельефа (ЦМР) и цифровой модели местности (ЦММ) была получена по данным воздушного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки участка южных склонов Вогез в окрестностях г. Белфорд. Создание моделей было сопряжено с большим

объемом работ по камеральной обработке результатов съемки. В первую очередь были пересчитаны координаты точек лазерных отражений (ТЛО) из геоцентрической в прямоугольную систему координат. Затем, по ТЛО, упорядоченным в триангуляционные сети с шагом 1,5 и 25 м, были созданы три ЦМР. На каждую из моделей были нанесены горизонталы с шагом 1,5 и 10 м соответственно.

В декабре 2006 г. компания «Геокосмос» успешно завершила новый проект во Франции. На этот раз работы по воздушному лазерному сканированию и цифровой аэросъемке выполнялись по заказу Регионального совета департамента Верхнего Рейна.

Данные, полученные в результате съемки, должны стать основой для решения различных задач по регулированию стока малых рек восточных склонов Вогез, долины Верхнего Рейна и канала Рона-Рейн. Съемка проводилась на четырех локальных участках. По итогам съемки были построены цифровые модели рельефа и местности.

### По материалам пресс-релизов компании «Геокосмос»

#### ▼ Компания «ПРИН»

ЗАО «ПРИН» — эксклюзивный представитель компании Торсон (Япония/США) в России и СНГ — постоянно занимается пропагандой и внедрением современного электронного геодезического оборудования, участвует в многочисленных выставках, проводит обучение в московском офисе и на базе предприятий (в различных городах России и стран СНГ).



Обмен подписанными актами между ректором МИИГАиК В.П. Савиных и генеральным директором ЗАО «ПРИН» А.И. Троицким

Геодезическое оборудование постоянно обновляется, а период обновления — сокращается.

Руководство компании понимает, что оборудование, каким бы оно не было производительным, останется мертвым капиталом, если с ним будет некому работать. Поэтому начинать изучать и осваивать электронное геодезическое оборудование необходимо уже в учебном заведении.

Несмотря на трудности, вызываемые условиями рыночных отношений, руководство компании «ПРИН» приняло решение передать одному из старейших вузов России в области геодезии и картографии — МИИГАиК современное оборудование компании Торсон для применения в учебном процессе и проведения научных исследований студентами и преподавателями университета. Понятие «передать» означает, что при выпуске компанией Торсон нового оборудования переданные приборы будут заменяться на более современные. Следует отметить, что выбор вуза был не случаен, ведь, во-первых, МИИГАиК является «столицей» геодезии, а во-

вторых, практически весь состав отдела современных геодезических технологий компании ПРИН — это его выпускники.

25 декабря 2006 г. в торжественной обстановке в Малиновом зале «золотых комнат» МИИГАиК состоялась церемония передачи электронных тахеометров GPT-7002 и GPT-3003LN, спутникового оборудования ГЛОНАСС/GPS GB-1000 и HiPer, программного обеспечения Торсон Tools и сетевой версии программы Pythagoras (ADW Software, Бельгия) на десять рабочих мест, которые пополнят геодезическое оборудование и программное обеспечение кафедры «Прикладная геодезия». Акт о передаче оборудования подписали генеральный директор ЗАО «ПРИН» А.И. Троицкий и ректор МИИГАиК В.П. Савиных. Во время подписания акта присутствовали сотрудники отдела современных геодезических технологий «ПРИН» и преподаватели МИИГАиК. Кроме того, участники этого торжественного мероприятия посетили музей МИИГАиК.

**А.Н. Воронов**  
(ПРИН)

#### ▼ Компания Leica Geosystems



В декабре 2006 г. компания Leica Geosystems (Швейцария) выпустила новую геодезическую систему Leica SmartPole и программное обеспечение Leica SmartWorx и Leica Geo Office 5.0.

Система Leica SmartPole состоит из принципиально нового оборудования: вехи GLS12 с призмой GRZ122 360° Reflector, спутниковой антенны SmartAntenna ATX1230 и контроллера RX1250Tc с цветным экраном (или RX1250T с черно-белым экраном) и со встроенным радиомодемом.

Используя SmartStation с системой Leica SmartPole можно легко менять режим измерений на пикетах, применять электронный тахеометр или спутниковый приемник в зависимости от ситуации: когда пикеты закрыты для приема спутниковых сигналов GPS, использовать электронный тахеометр; ко-

гда на пикетах нет прямой видимости — приемник GPS. Такая свобода и гибкость при выполнении съемки дает возможность увеличить производительность топографо-геодезических работ.

Leica SmartWorx — это программное обеспечение для выполнения полевых работ с новым оборудованием компании: электронным тахеометром TPS1200, спутниковым приемником GPS1200, универсальным прибором SmartStation, а также геодезическими системами комплекса System1200 SmartRover и SmartPole. Исполнитель полевых работ в зависимости от ситуации может легко менять средства измерений, поскольку они полностью совместимы и содержат одно и то же программное обеспечение для управления. SmartWorx также обеспечивает обмен данными без потерь и дополнительных операций с программным обеспечением для камеральной обработки геодезических измерений Leica Geo Office.

Leica Geo Office 5.0 — новая версия программного обеспечения для камеральной обработки геодезических измерений. Главным отличием новой версии от предыдущей является возможность добавления нового модуля Surfaces and Volumes, предназначенного для создания цифровой модели местности с использованием горизонталей и расчета объемов между трехмерными моделями и поверхностями, а также новая концепция сервисной поддержки.

Теперь при поставке программного обеспечения Leica Geo Office пользователю будет предоставлены номер и лицензионный код программного обеспечения, которые необходимо ввести при установке для регистрации. С момента регистрации пользователь может бесплатно обновлять версии Leica Geo Office в течение действия лицензии. Лицензию можно продлить, получив новый лицензионный код.

**О.В. Евстафьев**  
(Региональный офис Leica Geosystems)



А.Н. Воронов рассказывает о возможностях оборудования компании Торсон



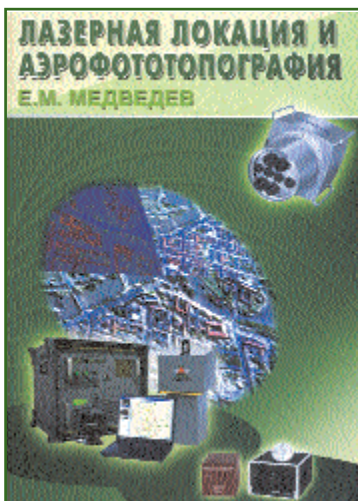
# ИЗДАНИЯ

▼ **Медведев Е.М. Лазерная локация и аэрофототопография.** — Издательство «Прспект», 2006. — 60 с.: ил.

Сборник подготовлен редакцией журнала «Геопрофи» совместно с Е.М. Медведевым и компанией «Геокосмос» на основе статей, опубликованных в журнале «Геопрофи» в 2003–2006 гг., и включает пять разделов.

Первый раздел посвящен описанию метода и оборудования лазерной локации земной поверхности с летательных аппаратов. Второй — способам обработки данных лазерной локации для создания цифровых картографических материалов различного назначения: топографических и кадастровых карт и планов, цифровых моделей местности, цифровых моделей рельефа и др. В третьем разделе подробно изложены принципы и технические решения по определению пространственных координат (геопозиционированию) в режиме реального времени с помощью интегрированных навигационных комплексов GPS/IMU. Четвертый — знакомит с техническими характеристиками и конструктивными особенностями полноформатных цифровых камер. Особое внимание в этом разделе уделено качеству цифровых крупномасштабных топографических карт и планов, создаваемых с помощью цифровых камер.

В пятом разделе сборника



«Взгляд из «Медвежьего угла» рассказывается о специалистах и руководителях предприятий, с которыми автор принимал участие в различных мероприятиях и встречался лично.

Приобрести сборник можно в компании «ГеоЛИДАР» ([www.geolidar.ru](http://www.geolidar.ru)).

**М.С. Романчикова**  
(редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **Журнал «Вестник Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии»**

Третий номер журнала, вышедший в декабре 2006 г. (объемом 75 стр. формата А5), по информационному наполнению и оформлению значительно превосходит предыдущие номера. В этом большая заслуга всех членов Общества и, в первую очередь, ее председателя А.С. Богданова и членов правления.

В разделе «Слово председателя» А.С. Богданов подводит итоги деятельности общества за 2006 г., которым может позавидовать любая профессиональная общественная организация. Среди итогов, которые, по нашему мнению, важны для геодезистов и картографов России, хочется отметить:

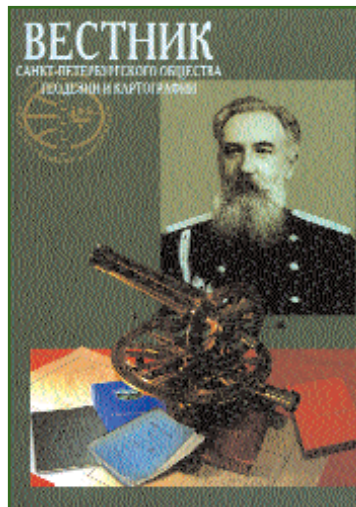
— восстановление астрономо-геодезического пункта «Суримьяки» под Выборгом;

— присвоение одной из улиц Санкт-Петербурга имени В.В. Витковского;

— решение Международного координационного комитета по управлению ГДС (Геодезическая Дуга Струве) о проведении в 2007 г. исследовательских работ на пунктах ГДС девятью геодезическими агентствами европейских стран в рамках Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии.

Интересные публикации содержатся и в других рубриках журнала:

— «Создание цифровых топографических планов масштаба 1:2000 для обеспечения строительства Санкт-Петербурга» (А.С. Богданов) и «Создание кар-



тографической основы для Генерального плана Санкт-Петербурга» (М.А. Вводов) в рубрике «Основа»;

— «На международной выставке «INTERGEO 2006»» (В.И. Глейзер, М.Д. Алексеев) — «Новые приборы и технологии»;

— «Картографический университет» (Л.К. Кильдюшевская) — «Заглянем в архив?»;

— «Наш вклад в будущий Орловский туннель» (Б.В. Резунков) — «Изыскания для строительства»;

— «О единой системе кадастрового учета недвижимости» (Т.В. Зубова) — «Кадастровые вести»;

— «Изыскания на краю земли» (С.Н. Плетнев.) — «Наша история»;

— «Научно-педагогическая деятельность В.В. Витковского (А.И. Швеца) и «Восстановление пункта «Суримьяки» (С.Г. Пантелева) — «Без прошлого — нет будущего»;

— «Из путевых заметок В.В. Витковского в Америке и Англии, 1892 г.» — «Калейдоскоп» и др.

Надеемся, что журнал «Вестник Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии» займет достойное место среди профессиональных изданий в области геодезии и картографии.

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





For your  
precise partner

# PENTAX

Глобальные геодезические решения

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

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



## Pentax R-300X Раздвигая пределы...

Компания "Геотрейд"  
109020, РФ, г. Москва, Покровский бульвар, дом 16/10, стр. 1  
Тел./факс: +7 (495) 916 2035, +7 (495) 916 2173  
E-mail: sales@geo-trade.ru, support@geo-trade.ru  
<http://www.geo-trade.ru>



Во время выставки INTERGEO 2006 (Мюнхен, Германия) редакция журнала встретила с менеджером по продажам европейского офиса SOKKIA BV (Нидерланды) Витом Рамбоусеком (Vit Rambousek) и попросила рассказать о новом роботизированном электронном тахеометре SRX.

Мне очень приятно, что редакция журнала «Геопрофи» нашла возможность посетить стенд нашей компании на выставке, и я с удовольствием познакомлю ваших читателей с новой разработкой фирмы Sokkia.

В октябре 2006 г. было объявлено о выпуске новой модели роботизированного электронного тахеометра SRX для высокоточных измерений, разработанного на основе современных технологий. На этой выставке он впервые демонстрируется широкому кругу специалистов.

Роботизированный электронный тахеометр SRX оснащен беспроводной связью между тахеометром и вехой, новым безотражательным фазовым дальнометром RED-Tech-EX 500, сервомоторами с цифровым декодером, уникальной технологией поиска вехи, возможностью автоматического наведения прибора на призмы и отражающие пленки, многофункциональными USB-портами, разъемом для CF-карты, предназначенным для упрощенной передачи данных, полной клавиатурой с подсветкой, цветным сенсорным дисплеем и операционной системой Windows CE. Существует ряд модификаций тахеометра SRX с различной точностью измерений угловых величин от 0,5" до 5", что позволяет использовать его для решения различных инженерных задач.

Технология Bluetooth обеспечивает беспроводную связь между электронным тахеометром и вехой до 300 м. При потере связи с вехой осуществляется ее быстрый поиск, благодаря технологии «On-demand».

Возможность автоматического наведения и измерения на отражающие пленки по заранее разработанной программе позволяет создавать с помощью электронного тахеометра SRX недорогую автоматизированную

систему мониторинга за деформациями инженерных сооружений.

Среди многих достоинств SRX особенно хочется отметить новый фазовый дальномер RED-tech EX. Это дальномер третьего поколения, созданный на основе хорошо зарекомендовавшей себя технологии цифровой обработки сигнала RED-tech (REvolutionary Digital processing Technology) — результата интенсивных разработок подразделения R&D фирмы Sokkia в Японии. Дальномер RED-tech EX работает быстрее, точнее и с большим диапазоном измерения расстояний — от 30 см до 500 м в безотражательном режиме в сложных условиях.

Технология цифровой обработки сигнала RED-tech EX основана на процедуре анализа четырех частот одновременно. Встроенный процессор в режиме реального времени постоянно измеряет несколько тысяч раз одно и то же расстояние и в процессе обработки определяет истинное значение, а также отбраковывает измерения, на которые повлияли различные факторы (изменение состояния атмосферы, листья деревьев, автомашины и т. д.). В результате для вычисления точного сдвига фаз волн используется только чистый и реально отраженный сигнал. Данный сдвиг фаз окончательно определяет точное значение измеряемого расстояния. Кроме того, процессор дальнометра RED-tech EX обладает способностью самонастройки.

В геодезии применяются два способа безотражательных измерений: фазовый и импульсный. В отличие от импульсных дальнометров, при использовании которых требуется точно определять время прохождения сигнала с помощью дорогостоящих часов, RED-tech EX лишен

этого недостатка и позволяет с высокой точностью измерять короткие расстояния до 30 см. Диаметр лазерного пятна при измерении фазовым методом также значительно меньше, чем при измерении импульсным. Это позволяет наводить лазерный луч на очень мелкие объекты (линии электропередач, углы домов, люки) и через различные препятствия (листву, ограды и т. п.). Наиболее важная характеристика фазового дальнометра — это точность, которая выше, чем точность дальнометров любых других типов. У дальнометра электронного тахеометра SRX точность измерения расстояний от 0,3 до 200 м составляет  $\pm(3 + 2 \text{ ppmxD})$  мм — при точных измерениях и  $\pm(6 + 2 \text{ ppmxD})$  мм — при быстрых измерениях.

Еще одним преимуществом фазового дальнометра является безопасность при измерении расстояний. Так как дальномер постоянно излучает лазерный луч высокой мощности, это часто рассматривают как опасность для человеческого глаза. Однако это не так. Для повреждения глаза необходимо определенное время воздействия лазерного излучения. Дальномер RED-tech использует видимое лазерное излучение, а значит, человеческий глаз может на него среагировать. Время реакции человеческого глаза примерно 0,1 с. Все это делает фазовые дальнометры безопасными при использовании. В дальнометре RED-Tech EX лазерный луч применяется и для наведения на объект, и для измерения расстояний.

В заключение следует отметить, что фирма Sokkia разработала роботизированный электронный тахеометр SRX не только для получения точных данных, но и постаралась обеспечить удобство работы с ним для геодезистов.



# SRX

Роботизированный  
электронный тахеометр



**SOKKIA**

[www.sokkia-srx.net](http://www.sokkia-srx.net)



# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Санкт-Петербург

**ПОСТАВКИ ВСЕГО СПЕКТРА  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**КРУПНЕЙШИЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР**

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



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





# ЦИФРОВАЯ ИНФРАКРАСНАЯ АЭРОСЪЕМКА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

## И.О. Бугаенко («Геотехнологии»)

В 2003 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «механик, математик-прикладник». После окончания университета работал в НПП «Аэрогеофизика». С 2005 г. работает в ЗАО «Геотехнологии», в настоящее время — инженер.

## Е.В. Каршаков («Геотехнологии»)

В 1998 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «механик, математик-прикладник». С 2000 г. работал в НПП «Аэрогеофизика». С 2005 г. работает в ЗАО «Геотехнологии», в настоящее время — начальник отдела. Кандидат физико-математических наук.

## В.В. Макаров («Геотехнологии»)

С 2004 г. работал в НПП «Аэрогеофизика». С 2005 г. работает в ЗАО «Геотехнологии», в настоящее время — инженер. Студент II курса факультета «Полупроводниковые материалы и приборы» Московского института стали и сплавов по специальности «кристаллофизика».

Результатом цифровой инфракрасной (ИК) аэросъемки являются цифровые ИК-снимки или тепловые снимки, представляющие собой изображение температурных полей, излучаемых земной поверхностью и инженерными сооружениями, расположенными как на поверхности земли, так и под землей.

Наличие ИК-снимков позволяет решать ряд задач. Рассмотрим более подробно некоторые из них.

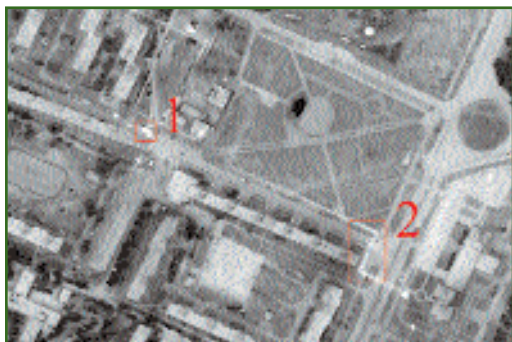
### Определение местоположения и диагностика состояния продуктопроводов, в частности, подземных тепловых сетей, с выделением предаварийных и аварийных участков

Характерной чертой современного города является наличие инженерных сетей тепло- и водоснабжения. Утечки горячей воды из трубопроводов тепловых сетей могут иметь разнообразные последствия — от изменения состава и температуры грунтовых вод до появления подземных полостей, заполненных горячей водой температурой 70–150°C, опасных как для ремонтной техники, так и для людей. Мониторинг состояния трубопроводов и своевременное обнаружение небольших трещин (свищей) в них, незаметных для стандартных систем контроля, позволяет ликвидировать место потенциального прорыва трубы до возникновения аварийной ситуации (рис. 1).

### Выявление участков подземного самовозгорания на торфяниках, полигонах по захоронению отходов (свалках), в лесных массивах

В период летней жары в лесных массивах и на торфяниках могут возникать самопроизвольные или спровоцированные человеком возгорания, перерастающие в масштабные лесные пожары. Особенную сложность при ликвидации очагов возгорания представляет торф, так как его нижние слои способны гореть в течение длительного промежутка времени. При этом пожар не может быть обнаружен визуально. Получить истинную картину возгорания и, соответственно, скоординировать усилия пожарной техники можно, используя данные цифровой инфракрасной аэросъемки. Это высокопроизводительный дистанционный метод обнаружения даже подземных очагов возгорания.

### Выявление участков сброса коммунальных и промышлен-



**Рис. 1**  
Городская теплотрасса (Смоленская обл., 2006 г.): 1 — аварийный участок; 2 — участок с повышенным тепловыделением



### ных вод в реки и водоемы и их загрязнение нефтепродуктами

Большинство крупных городов расположены вблизи рек или водоемов, в которые происходит сброс отходов производства промышленных предприятий. Организация таких сбросов контролируется службами СЭС и другими государственными, муниципальными и общественными организациями. Однако многие предприятия практикуют несанкционированные выбросы или нарушают предельно допустимую концентрацию токсичных отходов или их температуру. Наличие ИК-снимков позволяет обнаружить практически любые сбросы в водоем (так как благодаря турбулентности сбрасываемого потока всегда возникают аномалии теплового поля) и локализовать места для последующих гидрохимических проб (рис. 2).

### Контроль эксплуатационного состояния автомобильных и железных дорог, а также покрытий взлетно-посадочных полос (ВПП) аэропортов с выявлением участков повышенной трещиноватости и обводнения

Поскольку автомобильные и железные дороги, а также ВПП аэропортов строятся на пересеченной местности, то они имеют участки с насыпным основанием. Насыпь состоит из отдельных гравийно-песчаных слоев, имеющих, как правило, неоднородный состав, а следовательно, и состояние. За счет грунтовых и талых вод (особенно в осенний и весенний периоды), а также интенсивных осадков в нижних песчано-гравийных слоях насыпных оснований в случае затрудненного стока могут образовываться полости воды, что, в свою очередь, приводит к разрушению насыпи при изменении температурно-атмосферных условий. Данные тепловой ИК-съемки позволяют обнаружить такие полости и определить участки дорог (ВПП), требующие срочного ремонта.

Следует отметить, что при планировании съемочных работ и интерпретации полученных результатов необходимо учитывать специфику конкретной задачи. Так, например, для обнаружения участков обводнения дорожного покрытия или железнодорожной насыпи требуется проводить съемку в наиболее сухое время года. При этом аэросъемку целесообразно выполнять в ночное время суток, перед наступлением тепловой инверсии (3–5 часов утра), когда участки обводнения на полученном ИК-снимке будут выглядеть максимально контрастно на фоне быстро остывающих сухих грунтовых участков. В свою очередь, при съемке водоемов желателен максимальный контраст температуры водоема с температурой сбросов, поэтому такие работы обычно проводятся весной или осенью и всегда в ночное время суток. Аналогичная ситуация возникает при съемке городских теплотрасс — идеальным временем для начала работ являются первые заморозки до выпадения снега, когда контраст между остывшей почвой и горячими трубами максимален. Лесные пожары и самовозгорающиеся торфяники требуют максимально оперативной ИК-съемки и срочной обработки данных. При наличии соответствующего технического оборудования информацию об очагах возгорания можно передавать непосредственно с борта летательного аппарата.

Для решения вышеперечисленных задач был разработан тепловизор VIS05, позволяющий выполнять инфракрасную аэрофотосъемку поверхности земли с борта летательного аппарата. Его отличительными характеристиками являются следующие:

- высокая чувствительность — 0,05°C при температуре фона 20°C;
- небольшой вес — 35 кг;

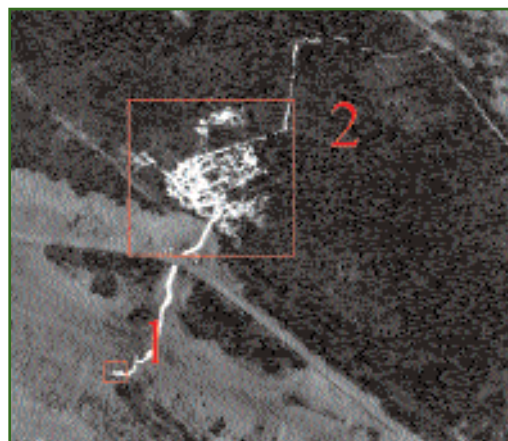


Рис. 2

Сброс промышленных отходов (Смоленская обл., 2006 г.): 1 — точка сброса; 2 — лесной массив и последствия сброса

— низкое энергопотребление — 7 А при 27 В.

Такие параметры VIS05 позволяют использовать его для аэросъемки с помощью небольших вертолетов и легких самолетов, например, таких как Ми-2 и Cessna-172D. При этом чувствительный элемент тепловизора крепится снаружи летательного аппарата.

Выдаваемое тепловизором цифровое изображение состоит из отдельных линий, полученных сканером с вращающимся зеркалом. Частота выдачи данных составляет 230 линий в секунду. Сканирование проводится тонким лучом, шириной 2,4°, угол обзора которого составляет 90°. В тепловизоре VIS05 ис-

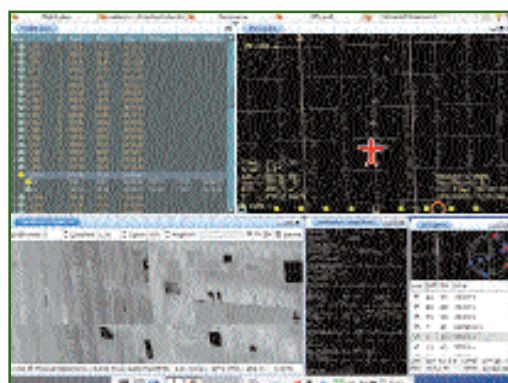


Рис. 3

Отображение информации на экране бортового компьютера (слева направо, сверху вниз): план полета, панорама, окно тепловизора, окно терминала (отладочная функция), экран спутникового приемника

пользуется охлаждаемый азотом датчик с высокой разрешающей способностью (CdHgTe), измеряющий излучение в диапазоне 8–14 мкм (дальний ИК-диапазон).

Для создания целостного цифрового изображения из накопленных за полет отдельных линий необходимо знать пространственное положение для каждой линии и ориентацию летательного аппарата в пространстве в момент измерения. Т. е. в каждый момент сканирования необходимо измерять пространственные координаты, высоту над земной поверхностью, углы курса, крена и тангажа сканера.

Для измерения углов курса, крена и тангажа была разработана бесплатформенная инерциальная система ориентации SIAS-2. Она состоит из

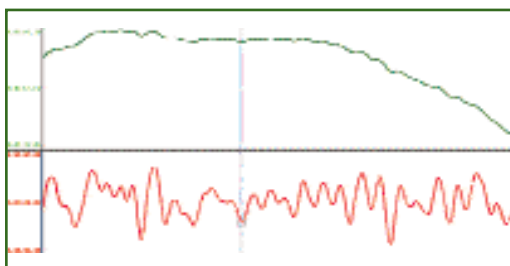


Рис. 4  
Угол тангажа (зеленый график) и его высокочастотная компонента (красный график)

трех волоконно-оптических гироскопов фирмы «Физоптика» и трех акселерометров серии ADXL фирмы Analog Devices, Inc. Для определения пространственных координат и сигналов точного времени используется спутниковый приемник ГЛОНАСС/GPS. Сигналы с датчиков проходят через высокоточный аналого-цифровой преобразователь и передаются в цифровой сигнальный процессор.

Для управления процессом аэросъемки разработано многофункциональное программное обеспечение, позволяющее планировать полеты, контролировать качество поступающих данных и взаимодейство-

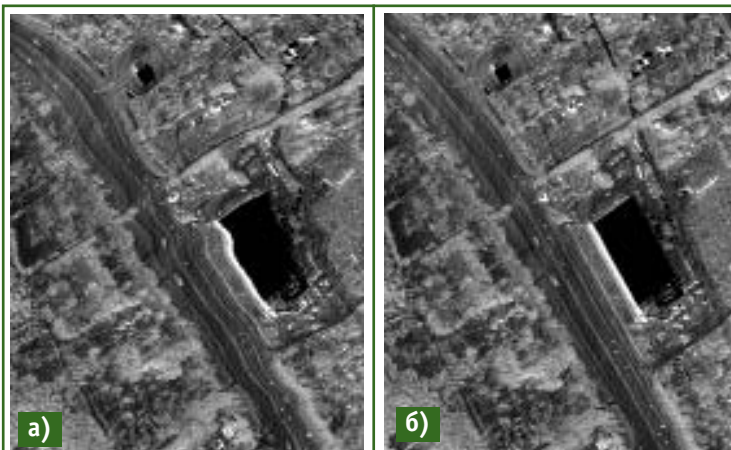


Рис. 5  
Участок плана ИК-съемки: а) до коррекции систем SIAS-2; б) после

вать с пилотом через пилотский индикатор типа «стрелка».

Данные со сканера поступают в программу по протоколу TCP/IP и автоматически синхронизируются с данными гироскопов, акселерометров, спутникового приемника и радиовысотомера. Программа работает в графической оболочке X-Window System операционной системы Linux. Пример использования программы на бортовом компьютере приведен на рис. 3.

Для обработки данных SIAS-2 был разработан алгоритм и создано соответствующее программное обеспечение, получающее на входе сигналы датчиков и рассчитывающее высокоточное ориентационное и навигационное решение (рис. 4).

В модели, положенной в основу этого алгоритма, движение приборного трехгранника относительно модельного описывается уравнением Пуассона:

$$dA/dt = \Omega A,$$

где  $A$  — матрица текущей ориентации;  $\Omega$  — кососимметричная матрица, умножение на которую задает векторное произведение с вектором угловой скорости.

Точность определения углов для построения плана масштаба 1:10 000 должна составлять величину порядка  $1^\circ$ , однако при переходе от строки к строке тре-

буется точность  $<0,001$  рад. Примененный авторами алгоритм коррекции углов и координат основан на методе фильтрации Калмана, который является оптимальным среди линейных оценщиков с квадратичным критерием качества. Для монтажа цифрового теплового изображения используется получаемое сглаженное навигационное решение, избавленное от скачков навигационного решения спутникового приемника (рис. 5).

Результаты испытаний системы в реальных съемочных полетах показали, что погрешность измерения угла рыскания не превышает  $2^\circ$ , а точность измерения углов крена и тангажа лучше  $1^\circ$ . Угловая чувствительность системы составляет  $0,1''$ . Таким образом, созданная авторами система позволяет выполнять высокоэффективную (порядка 100 км/ч) ИК-съемку.

#### RESUME

The article is dedicated to the tasks of monitoring and mapping in the thermal (infrared) spectral band. A review is given for the typical applications including difficulties faced while solving the relative tasks. Software together with the hardware created by the authors for these tasks solution are introduced. Examples of the survey data processing are also given.



# ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЦМР И ЦММ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ\*

А.А. Сухов («ГеоПолигон»)

В 2000 г. окончил факультет аэрокосмических съемок и фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания университета работал в ООО «АТР», с 2003 г. — в ООО «Йена Инструмент», с 2004 г. — в компании «Геокосмос». С 2005 г. работает в ООО «ГеоПолигон», в настоящее время — инженер технической поддержки геодезического оборудования и программного обеспечения.

В 2005 г. перед специалистами компаний «Геокосмос» и «ГеоПолигон» была поставлена задача создания цифровой модели рельефа (ЦМР) и цифровой модели местности (ЦММ) в виде топографического плана масштаба 1:2000 с высотой сечения рельефа 1 м участков автомобильных дорог «Тюмень — Нижняя Тавда — Междуреченский» и «Тюмень — Ханты-Мансийск». Общая протяженность трассы на обоих участках работ составляла 566 км и включала как существующие автомобильные дороги, так и участки местности для проектирования новой автодороги. Ширина полосы съемки вдоль трассы для проектируемых автодорог составляла 250 м, а для существующих — 100 м. Заказчиком работ выступал проектный институт, осуществляющий комплексное проектирование строительства и реконструкции участков автодорог в программном комплексе CREDO (СП «Кредо-Диалог», Минск, Республика Беларусь). В связи с этим, цифровая модель рельефа должна была быть представлена регулярной триангуляционной сетью с шагом 10 м, а цифровой топографический план — в виде площадных, линейных и точечных объектов, отображаемых условными знаками и текстовой информацией в соответствии с требованиями [1]. Причем ЦМР и ЦММ требовалось предоставить в едином проекте в виде отдельных участков, протяженностью до 5

км, с информацией, разнесенной по различным слоям в ПК CREDO.

Для выполнения полевых работ был выбран метод воздушного лазерного сканирования, как наиболее удовлетворяющий требованиям заказчика по срокам и качеству выполнения работ. Для однозначного распознавания микроформ рельефа, а также ситуации в требуемом масштабе, съемку необходимо было выполнять с плотностью 3 точки на 1 м<sup>2</sup>.

Первоначально предполагалось, что обработка данных воздушного лазерного сканирования будет полностью проводиться в программных модулях ПК CREDO, поскольку результаты воздушного лазерного сканирования можно представить как обычный текстовый файл в формате TXT, который содержит строки следующего вида (см. таблицу).

Подобный текстовый файл можно импортировать в модули CREDO на различных этапах обработки несколькими методами. Однако не был известен возможный предельный размер такого файла, позволяющий обеспечить его успешную последующую обработку в ПК CREDO. Для выяснения этого вопроса было проведе-

но практическое исследование программных и аппаратных возможностей по работе с большими массивами данных. Дальнейшая рисовка ЦММ должна была осуществляться в программном модуле CREDO\_MIX. Необходимо отметить, что в комплексе CREDO имеется модуль CREDO\_ТОПОПЛАН, но он изначально даже не учитывался в расчетах из-за некоторых затруднений в передаче данных из этого модуля (программный продукт III поколения) в CAD\_CREDO (программный продукт II поколения).

В соответствии с принятой плотностью (3 точки на 1 м<sup>2</sup>) для полосы съемки, шириной 100 м и протяженностью 5 км, массив данных составил 1,5 млн точек. Возможность загрузки такого массива в CREDO\_MIX проверялась несколькими способами.

1. С использованием программы CREDO\_DAT: импорт точек по шаблону с последующим экспортом в открытый обменный формат (TOP/ABR).

2. Непосредственной вставкой точек блоком DXF в программу CREDO\_MIX, после подготовки блока в программе AutoCAD.

3. С помощью утилиты, встро-

## Данные воздушного лазерного сканирования

Номер точки	Плановые координаты		Высота
	X	Y	Z
11012	1224,123	3540,145	125,25
11013	1225,351	3541,154	125,89

\* Публикуется с сокращениями. Полную версию см. на [www.geopolygon.ru](http://www.geopolygon.ru).

енной в CREDO\_TER: импорт, экспорт, конвертирование данных из ASCII (UNIVERSAL) в ASCII (ООФ).

Из перечисленных способов наиболее оптимальным по времени оказался последний.

Однако, как выяснилось, для персонального компьютера со средними на тот момент характеристиками (Intel Pentium 4 CPU 1,7 GHz; AT/AT compatible; 520 RAM; NVIDIA GeForce3) оптимальное количество загружаемых точек составляло лишь 50 тыс. Использование более мощного компьютера позволило бы увеличить объем массива точек не более, чем вдвое, при условии, что в системных ресурсах дополнительно было бы зарезервировано место на построение цифровой модели, рисовку рельефа и подгрузку растрового изображения в ПК CREDO.

Была предпринята попытка уменьшения объема данных путем разрежения точек лазерного сканирования до 1 точки на 100 м<sup>2</sup> (ячейка, размером на 10x10 м) при помощи утилиты GEOKOSMOS AUTOCAD TOOLS, разработанной специалистами компании «Геокосмос». Однако в этом случае не выдерживалась заданная точность ЦМР и плана.

Тогда было принято решение обработать результаты в программной среде AutoCAD (Autodesk, Inc., США), а затем экспортировать готовую триангуляционную модель в CREDO\_MIX и в ней осуществить рисовку горизонталей и ситуации. Это позволяло при обработке в AutoCAD:

- равномерно разрезать трехмерное «облако точек» в местах, где это позволял рельеф, не снижая точности ЦМР;

- осуществлять просмотр и удаление «отлетевших» точек, которые возникают на этапе сканирования;

- выделять поверхность земли утилитой «Моделирование по облакам точек».

Однако импорт триангуляционной модели из AutoCAD в CREDO оказался невозможен, так как AutoCAD обладает трехмерной визуализацией, а в CREDO она отсутствует. Система трех-

мерных расчетов в ПК CREDO основана на файлах описаний точек, соединяющих их линий и файлов ключей (описаний отношений точек к поверхности, номеров треугольников, внутренних контуров, структурных линий), что позволяет проводить трехмерные вычисления (построение горизонталей, вычисление объемов и т. д.). При экспорте в AutoCAD невозможно сформировать файлы ключей, в результате чего файлы в формате DXF будут передаваться как набор точек и соединяющих их линий, по которым в ПК CREDO нельзя будет выполнить дальнейшие вычисления и построения рельефа.

В тот момент и возникла идея написания конвертера для трансформирования в программу CREDO\_MIX файлов, созданных в AutoCAD. Готового решения не существовало, и работу пришлось вести с нуля. Благодаря сотрудникам компании «Кредо-Диалог» было получено описание открытого обменного формата (ООФ), через который осуществляется ввод данных в ПК CREDO для формирования ЦММ. В процессе работы конвертер несколько раз совершенствовался, что в итоге позволило конвертировать готовые ЦМР и цифровой топографический план (ЦММ) из AutoCAD в программу CREDO\_MIX.

Как показала практика, рисовку ситуации по данным лазерного сканирования проще и быстрее осуществлять в специализированном программном обеспечении. В качестве исходных данных могут выступать точки, линии, полилинии (всех типов), точки вставки блоков, окружности, текст, 3DFace.

Кроме того, в процессе работы были решены следующие задачи:

- перекодировка текста в формат DOS с использованием коэффициента для размера текста;

- переход в геодезическую систему координат с возможностью поворота условных знаков;

- конвертирование объектов типа 3DFace;

- конвертирование 3DPolyline в виде структурных линий;

- передача условных знаков

и линий;

- проверка качества конвертирования.

Создание данного конвертера позволило специалистам камерального отдела осуществлять обработку данных, полученных в результате воздушного лазерного сканирования, в программной среде AutoCAD. Это значительно сократило сроки выполнения камеральных работ.

Далее осуществлялось конвертирование готовых проектов в программу CREDO\_MIX для окончательной доводки и сохранения в формате, необходимом заказчику. Контроль проведения топографо-геодезических работ осуществлялся в соответствии с требованиями [2].

В заключение следует отметить, что описанная технология обработки данных воздушного лазерного сканирования не зависит от требований, предъявляемых заказчиком к формату предоставления конечных материалов. Ключевыми требованиями всегда являются скорость и точность выполнения работ. Практика же показывает, что с помощью воздушного лазерного сканирования можно значительно сократить время съемочных работ, а также, в ряде случаев, улучшить их качество по сравнению с традиционными методами.

#### ▼ Список литературы

1. Условные знаки для топографических планов масштаба 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 — М.: Недра, 1989.

2. ГНИП (ГНТА)-17-004-99. Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических работ, топографических и картографических работ.

#### RESUME

A description is given for the technology of creating digital terrain models and topographic plans based on the airborne laser scanned data with the usage of the CREDO software package. It is marked the introduced technology of processing the laser scanned data is insensitive to the requirements imposed on the format to represent the output materials.





**JAVAD**<sup>®</sup>  
NAVIGATION SYSTEMS

*От разработчиков большинства  
произведённых приёмников  
ГЛОНАСС*



*С Новым 2007 годом!*



Официальный дистрибьютор Javad Navigation Systems в России

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


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

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

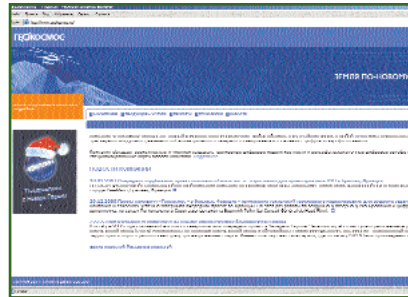
119049, г. Москва, ул. Мытная, д. 28/1

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

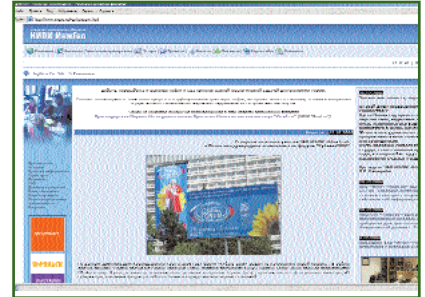




**Журнал «Геопрофи»**  
[www.geoprofi.ru](http://www.geoprofi.ru)




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



**НИПИ «ИнжГео»**  
[www.injgeo.ru](http://www.injgeo.ru)



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



**Электронный тахеометр SRX**  
[www.sokkiasrx.net](http://www.sokkiasrx.net)




**«Талка-ГИС»**  
<http://gis.talka2000.ru>



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



**КБ «Панорама»**  
[www.gisinfo.ru](http://www.gisinfo.ru)



**«ГЕОМЕТР-ЦЕНТР»**  
[www.geometer-center.ru](http://www.geometer-center.ru)



**GEOFORM+ 2007**  
[www.geoexpo.ru](http://www.geoexpo.ru)



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



**«ГЕО-Сибирь-2007»**  
<http://geosiberia.sibfair.ru>





4-й Международный промышленный форум

# GEOFORM+

13–16 марта 2007

Россия, Москва, КВЦ «Сокольники»

## ОБЪЕДИНЯЕТ 4 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ

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



Геодезия  
Картография  
Геоинформационные системы



Интеллектуальные  
транспортные системы  
и навигация



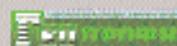
Технологии и оборудование  
для инженерной геологии  
и геофизики



Технологии и оборудование  
для строительства тоннелей

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

на правах рекламы

**Организатор:**Выставочный  
холдинг MVK**Соорганизаторы:**Федеральное агентство геодезии  
и картографии  
Ассоциация транспортной телематики  
Тоннельных строителей России**Генеральный  
информационный спонсор:****Дирекция:**

А 107113, Россия, Москва, Сокольнический Вал, 1, павильон 4  
Т F (495) 105-34-86, 268-99-04 E [kls@mvk.ru](mailto:kls@mvk.ru)



## ФЕВРАЛЬ

## ▼ Москва, 27–1\*

8-я Всероссийская научно-практическая конференция «**Геоинформатика в нефтегазовой и горной отраслях**»

000 «ВНИИГАЗ», ГИС-Ассоциация

Тел/факс: (495) 135-76-86, 137-37-87

E-mail: gisa@gubkin.ru

Интернет: www.gisa.ru

## ▼ София (Болгария), 28–2

**INTERGEO East 2007** — выставка и конференция по вопросам геодезии, геоинформатики и земельного кадастра

Интернет:

www.intergeo-east.com

## МАРТ

## ▼ Москва, 13–16\*

4-й Международный промышлен-

ленный форум **GEOFORM+ 2007**  
Выставочный холдинг MVK, Роскартография

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

Тел/факс: (495) 105-34-86, 268-99-04

E-mail: kls@mvk.ru

Интернет: www.geoexpo.ru

## АПРЕЛЬ

## ▼ Москва, 9–10

**Международный форум по спутниковой навигации**

«Профи-Т-Центр» при поддержке Правительства Москвы, Роскосмоса

Тел: (495) 797-62-22

E-mail: info@ptcentre.ru

Интернет:

www.ptcentre.ru/glonass-forum

## ▼ Львов–Явор (Украина), 12–14\*

XII Международная научно-техническая конференция **GEOFORUM-2007**

Тел: (0322) 58-27-60, 58-21-81, 58-27-04, 58-26-39,

(050) 370-64-02,

Факс: (0322) 58-23-09

E-mail:

ssavchuk@polynet.lviv.ua,

kornel@polynet.lviv.ua

Интернет: www.polynet.lviv.ua/

general\_info/Geoforum/

## ▼ Череповец, 17–19\*

Всероссийская конференция «**Геоинформационные технологии в муниципальном управлении**»

МУ «ЦМИРиТ», ГИС-Ассоциация

Тел/факс: (495) 135-76-86,

137-37-87

E-mail: gisa@gubkin.ru

Интернет: www.gisa.ru

Международная конференция  
"Космическая съемка –  
на пике высоких технологий"  
18–20 апреля 2007 г.  
Москва




Целью конференции является широкий обмен опытом использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для решения картографических задач, для целей кадастра, для создания геоинформационных систем (ГИС), решения тематических задач для нефтегазовой отрасли, энергетики, городского, административного и муниципального управления и т.д.

**УЧАСТНИКИ:**

- НИИ СМЗ (Россия)
- ПО ПЦ им. Хруничева (Россия)
- DigitalGlobe (США)
- GeoEye (США)
- Infoletra (Германия)
- European Space Imaging (Германия)
- SpotImage (Франция)
- RCSTCC (Япония)
- USCS (США)



**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:**  
"Атлас Парк-Оптика"  
Московская область, Домодедовский район

**ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:**

- Современное состояние и перспективы развития российских и зарубежных программ дистанционного зондирования Земли;
- Опыт решения практических задач с использованием данных дистанционного зондирования Земли;
- Программные комплексы, системы и решения для обработки данных дистанционного зондирования Земли от ведущих российских и зарубежных разработчиков.

ОРГАНИЗАТОР: Компания "Совзонд", 107078, г. Москва, Хороший тупик, д. 4, тел: +7 (495) 641-01-10, 514-03-39, 229-45-55, факс: +7 (495) 953-87-02, e-mail: conference@sovzond.ru, web-site: www.sovzondconference.ru



## ▼ Москва, 18–20\*

Международная конференция  
**«Космическая съемка — на пике высоких технологий»**  
ЗАО «Совзонд»  
Тел: (495) 229-45-58, 641-01-16  
Факс: (495) 953-87-02,  
623-30-13  
E-mail: conference@sovzond.ru  
Интернет:  
www.sovzondconference.ru

## ▼ Мюнхен (Германия), 23–29

28-я Международная выставка  
**BAUMA 2007** (Строительные механизмы, оборудование, материалы и технологии)  
Интернет: www.bauma.de

## ▼ Новосибирск, 25–27\*

3-я Международная специализированная выставка и научный конгресс **ГЕО-СИБИРЬ — 2007** ВО «Сибирская ярмарка», Сибирская государственная геоде-

зическая академия  
Тел: (383) 210-62-90  
Факс: (383) 225-98-45  
E-mail: nenash@sibfair.ru  
Интернет:  
www.geosiberia.sibfair.ru

## ИЮНЬ

## ▼ Казань, 5–7\*

2-й Международный форум **GEOFORM+. Kazan'2007**  
Выставочный холдинг MVK, MVK-Волга, Роскартография  
Тел/факс: (843) 291-75-89, 291-75-90, 291-75-93  
E-mail: mvkvolga@i-set.ru, mvkvolga@yandex.ru  
Интернет:  
www.geoform-kazan.ru

## ▼ Москва, 5–7\*

XIV Всероссийский форум «Ры-

нок геоинформатики в России. Современное состояние и перспективы развития»  
ГИС-Ассоциация  
Тел/факс: (495) 135-76-86, 137-37-87  
E-mail: gisa@gubkin.ru  
Интернет: www.gisa.ru

## АВГУСТ

## ▼ Москва, 4–10

XIV Генеральная ассамблея МКА и XXIII Международная картографическая конференция  
Международная картографическая ассоциация, Роскартография  
Тел/факс: (495) 456-95-41  
Факс: (495) 124-35-74  
E-mail:  
rusobgeo@mail.ru  
Интернет: www.icc2007.com

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

**25-27 АПРЕЛЯ 2007** **НОВОСИБИРСК РОССИЯ**

Генеральный спонсор **Leica** Geosystems

**ГЕО-СИБИРЬ**

Третья международная специализированная выставка и научный конгресс в области геодезии, картографии, геологии, геофизики, землеустройства, кадастра земель, кадастра недвижимости, лесоустройства, геоинформационных систем, мониторинга окружающей среды, специализированного приборостроения

при поддержке:

информационные спонсоры:

ВО СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА  
тел. 383 / 210-62-90, факс: 225-98-45  
nenash@sibfair.ru  
www.sibfair.ru

Сибирская Государственная  
Геодезическая Академия  
тел: 383 / 243-39-37, факс: 244-30-60  
E-mail: sva@ssga.ru

## ЦЕНТР ОБУЧЕНИЯ КОМПАНИИ «СОВЗОНД»

### 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.

### А.С. Черепанов («Совзонд»)

В 2005 г. окончил Курганский государственный университет по специальности «география». В настоящее время — аспирант географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и инженер отдела программного обеспечения компании «Совзонд».

### О.Н. Колесникова («Совзонд»)

В 2001 г. окончила Московский государственный университет природообустройства по специальности «гидротехническое строительство». После окончания университета работает в компании «Совзонд», в настоящее время — руководитель отдела программного обеспечения.

В начале прошлого года начал работу Центр обучения компании «Совзонд» — эксклюзивного представителя корпорации ИТТ по распространению программного комплекса ENVI и других продуктов на территории России и стран СНГ. В настоящее время сообщество пользователей корпорации ИТТ насчитывает более 200 000 организаций из 80 стран мира, включая корпорацию Boeing, компанию DigitalGlobe, концерн Siemens, NASA и др.

В течение 2006 г. в центре прошли обучение более 100 человек, включая специалистов ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, НАН Республики Беларусь, ЭКЦ МВД России, Минприроды России и др.

Обучение проводят ведущие специалисты компании «Совзонд» в области обработки космических снимков высокого разрешения, картографии, спектрального анализа и анализа растительности с использова-



нием вегетационных индексов и классификации изображений, сертифицированные на проведение курсов корпорацией ИТТ.

В оснащенном современным оборудованием учебном классе слушатели получают всю необходимую информацию о возможностях и основных функциях программного комплекса ENVI и выполняют на компьютере комплекс упражнений, позволяющих закрепить полученные знания и умения. Обучение проводится с использованием текущей версии программного комплекса ENVI + IDL.

Основной отличительной особенностью курсов обучения, предлагаемых компанией «Совзонд», является их ориентация на решение практических задач. При этом у слушателей имеется возможность обучаться на реальных образцах

данных дистанционного зондирования высокого пространственного разрешения. Программный комплекс ENVI 4.3 лицензирован ведущими операторами космических данных, полученных со спутников: QUICKBIRD, IKONOS, ORBVUE\_3, CARTOSAT\_1, ALOS, FORMOSAT\_2, RESOURCESAT, SPOT, TERRA/ASTER, TERRA/MODIS, LANDSAT и EO\_1/HYPERION.

ENVI поддерживает широкий диапазон растровых и векторных форматов, таких как MicroStation, ArcView, ArcInfo, MapInfo и многих других, что особенно важно при оперативном анализе результатов в современных ГИС-проектах (см. Геопрофи. — 2006. — № 3. — С. 18–19).

Набор групп небольшой численности — не более 8 человек — позволяет уделять внимание каждому слушателю. Во время обучения слушатели получают уникальные учебно-методические пособия на русском языке, разработанные с





Группа обучения компании «Совзонд»

учетом особенностей обработки данных в программном комплексе ENVI.

Учебные пособия включают теоретический материал к каждому разделу, сборники упражнений и описание основных функций ПК ENVI.

При формировании программы очередного курса обязательно учитываются пожелания обучаемых, обусловленные выполняемыми ими проектами. Программа каждого курса построена таким образом, чтобы он был интересен как для тех, кто только начинает работать с данными дистанционного зондирования и программным комплексом ENVI, так и для специалистов, имеющих опыт работы с космическими снимками.

В рамках тренинга рассматриваются вопросы геометрической и радиометрической коррекции данных дистанционного зондирования, возможности тематической обработки, спектрального анализа и анализа растительности с использованием вегетационных индексов, а также основы использования языка программирования IDL для расширения функциональных возможностей ENVI. В

программу включен комплекс практических упражнений по работе с дополнительными модулями ENVI:

- модулем DEM для создания ЦМР с использованием стереоизображений;

- модулем атмосферной коррекции FLAASH на примере обработки снимков со спутников LANDSAT, MODIS, ASTER, QUICKBIRD;

- модулем SFE для автоматического дешифрирования линейных и площадных объектов.

Кроме работы с программным комплексом ENVI, большое внимание уделяется обзору рынка существующих и перспективных космических аппаратов, дальнейшему развитию отрасли ДЗЗ, вопросам дистанционного зондирования, современному фонду космических снимков и их сравнительным характеристикам, особенно снимкам высокого пространственного разрешения.

В настоящее время компания «Совзонд» предлагает курсы:

- «Использование программного комплекса ENVI для обработки данных ДЗЗ»;

- «Возможности языка

программирования IDL. Дополнительные модули». Курсы рассчитаны на специалистов в области геодезии, картографии, геологии, геоинформатики, природопользования, сельского и лесного хозяйства, городского управления и кадастра, а также для всех, кто сталкивается с использованием данных ДЗЗ в профессиональной деятельности. По окончании обучения слушателям выдается сертификат корпорации ИТТ международного образца.

К концу февраля — середине марта 2007 г. планируется разработать новый трехдневный специализированный курс по обработке радарных данных в ПК ENVI с использованием дополнительных модулей для обработки материалов радиолокационных съемок, выполненных радарными с синтезированной апертурой (РСА) — SARscape Basic и SARscape in SAR. Актуальность использования этих материалов возрастет в связи с запуском в 2007 г. группировки радарных спутников нового поколения TerraSAR\_X, L и Cosmo\_SkyMed 1–4. Данные, полученные с этих спутников, будут иметь разрешение не хуже 1 м с возможностью построения высокоточных ЦМР на основе интерферометрических изображений.

Более подробно с программами курсов можно ознакомиться на сайте компании «Совзонд» [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru) в разделе «Центр обучения».

#### RESUME

An information is given on the Center opened in February 2006 by the Sovzond JSC for training in the both ENVI software and IDL programming language usage for remotely sensed data processing. More than 100 people passed training in 2006.

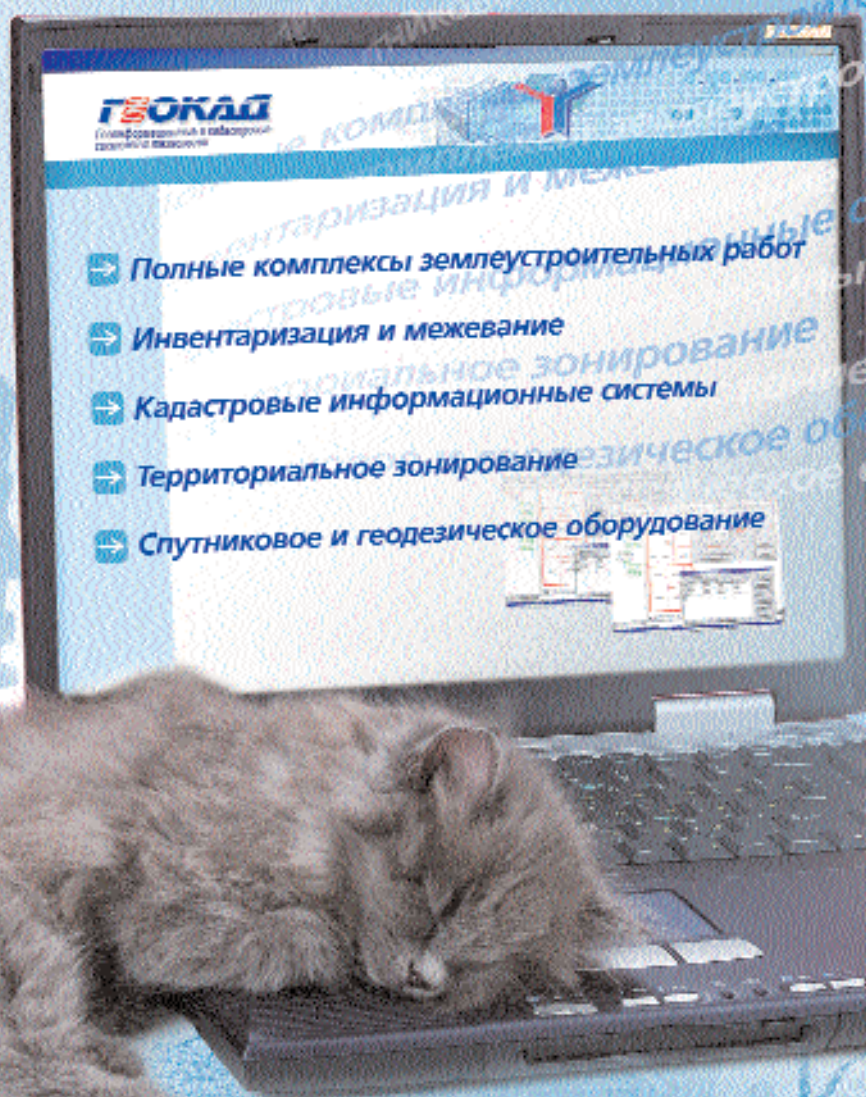


# СНЫ

# ГЕОКАД

630034, г. Новосибирск, ул. Тrolleyная, 35  
тел/факс: (383) 352-13-33, 352-14-04, 352-15-50  
info@geocad.ru; <http://www.geocad.ru>

# СТАНОВЯТСЯ ЯВЬЮ!



**ГЕОКАД**  
Геоинформационный и кадастровый  
сервисы и технологии

- Полные комплексы землеустроительных работ
- Инвентаризация и межевание
- Кадастровые информационные системы
- Территориальное зонирование
- Спутниковое и геодезическое оборудование



# ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНОВ ВЛАСТИ И БИЗНЕСА

**И.М. Головных** (ИрГТУ, Иркутск)

В 1972 г. окончил автомеханический факультет Иркутского политехнического института (ИПИ) (в настоящее время — Иркутский государственный технический университет, ИрГТУ) по специальности «автомобильный транспорт». После окончания института работал в НИС ИПИ, с 1974 г. учился в аспирантуре МАДИ. С 1977 г. работает в ИрГТУ, с 2000 г. по настоящее время — ректор, заведующий кафедрой менеджмента на автомобильном транспорте. Доктор технических наук.

**С.Ф. Мазуров** (Восточно-Сибирское аэрогеодезическое предприятие, Иркутск)

В 1977 г. окончил Томский топографический техникум, в 1987 г. — Иркутский государственный университет имени А.А. Жданова по специальности «географ». После окончания техникума работал в Восточно-Сибирском аэрогеодезическом предприятии, с 1991 г. — на малом предприятии «Сарма». С 1993 г. работает в ФГУП «ВостСиб АГП», с 2001 г. по настоящее время — генеральный директор.

**Л.А. Пластинин** (ИрГТУ, Иркутск)

В 1961 г. окончил Иркутский государственный университет им. А.А. Жданова (ИГУ) по специальности «географ-картограф». После окончания университета работал в Забайкальском аэрогеодезическом предприятии, с 1973 г. — на кафедре геодезии и картографии ИГУ, с 1976 г. — в институте географии Сибири и ДВ СО АН СССР. С 1989 г. работает в ИрГТУ, с 1997 г. по настоящее время — заведующий кафедрой инженерной геодезии и картографии. Доктор технических наук. Одновременно с 1993 г. — директор Научно-учебного и производственного картографического центра «Сибэкокарта».

В Иркутском государственном техническом университете (ИрГТУ) разработан проект открытой инновационной образовательной программы «Современные эффективные технологии геоинформационного обеспечения административных и хозяйственных органов Байкальского региона». Программа создана по инициативе кафедры «Инженерная геодезия и картография» горного факультета и предлагается к рассмотрению потенциальными единомышленниками для сотрудничества и совместной реализации.

Целью вышеуказанной Программы является создание и реализация системы подготовки и

переподготовки специалистов в области технологий геоинформационного обеспечения. В сферу интересов Программы также входит практическая реализация наработок геоинформационной картографии в интересах управленческих, научных и производственных структур региона, в том числе коммерческих структур и, в целом, бизнеса региона. Особое место должно занять направление подготовки и переподготовки военных картографов и топографов подразделений Военно-топографической службы (ВТС) МО РФ, дислоцированных в Байкальском регионе.

В настоящее время одной из важных задач для России стала

оптимальная реализация государственных программ по административной и хозяйственной реформам на территории субъектов РФ разных уровней [1]. Среди приоритетных задач следует отметить острую необходимость геоинформационного обеспечения указанных реформ. Для этого необходимо широкое внедрение ГИС-технологий и специализированных цифровых карт в управленческие структуры на различных уровнях, а также в практику научной и хозяйственной деятельности.

Современную экономику невозможно представить без постоянно обновляемых электрон-



**Рис. 1**  
 Геоинформационное картографирование

ных баз данных, создаваемых на основе ГИС-технологий, среди которых основным становится геоинформационное картографирование (рис. 1). Оно позволяет визуализировать и связать между собой огромное количество информации, накопленной за многолетнюю деятельность в различных областях управления, науки и производства. Геоинформационное картографирование дает возможность, по мере необходимости, быстро пополнять, обновлять, проводить обработку и анализ информации.

В то же время все острее ощущается нехватка специалистов в области геоинформационного обеспечения и компьютерных технологий картографирования. Преодолеть этот недостаток призвана, прежде всего, высшая школа при моральной, интеллектуальной и материальной поддержке заинтересованных организаций.

С началом государственных реформ в области местного самоуправления, создания современной системы кадастрового учета, рационального природопользования и ресурсосбережения остро встал вопрос обнов-

ления картографической основы. В настоящее время до 80% картографических материалов на территорию Российской Федерации масштаба 1:100 000 и крупнее не обновлялось с 1980–1990-х гг. Одним из направлений актуализации картографической основы является использование данных дистанционного зондирования земной поверхности [2]. Широкие возможности предоставляет космическая съемка, которая, в ряде случаев, по техническим параметрам и доступности стала альтернативой аэрофотосъемке, но потенциал которой еще недостаточно изучен и используется далеко не полностью.

Образовательный проект в рамках тематики геоинформационного обеспечения административно-хозяйственных реформ Байкальского региона предполагает решение следующих основных задач:

— разработку программ подготовки и переподготовки специалистов в области геоинформационного обеспечения и электронного картографирования с использованием материалов ДЗЗ для административных и хозяйственных органов, включая

военно-топографические подразделения ВТС МО РФ;

— создание комплекса учебно-методического и научно-образовательного обеспечения для подготовки и переподготовки специалистов с применением компьютерных и сетевых образовательных технологий в системе структур высшей школы региона;

— создание инновационного учебно-научного центра по внедрению результатов Программы в сферу административного и хозяйственного управления Байкальского региона, подготовке и повышению квалификации специалистов в данной области;

— создание современной научно-исследовательской и производственной лабораторной базы для проведения перспективных НИОКР по заданиям и программам региональных администраций;

— организацию Байкальского ресурсного аэрокосмического центра по приему и автоматизированной обработке материалов дистанционного зондирования земной поверхности и специализированной учебно-научной лаборатории по геоинформационному картографированию природных и социально-экономических региональных систем [3].

Проект инновационной образовательной Программы включает ряд подпроектов и научно-исследовательских тем, которые приводятся ниже.

1. Геоинформационное обеспечение оптимального проведения административной реформы в Прибайкальских субъектах РФ (Иркутская и Читинская области, Республика Бурятия, Усть-Ордынский и Агинский Бурятские АО).

1.1. Геоинформационное обеспечение муниципальных образований 1-го и 2-го уровней на основе электронных баз данных для проведения административной реформы в прибайкальских субъектах РФ (НИОКР).

1.2. Геоинформационное и



картографическое обеспечение перспективного развития объединенных административных и хозяйственных структур Иркутской области и Усть-Ордынского Бурятского АО (НИОКР).

1.3. Разработка и создание электронных административно-хозяйственных карт районов субъектов РФ Байкальского региона (Иркутская и Читинская области, Республика Бурятия, Усть-Ордынский и Агинский Бурятские АО) (НИОКР).

2. Аэрокосмическая и геоинформационная инвентаризация природных ресурсов Прибайкалья в целях их мониторинга.

2.1. Комплексная аэрокосмическая и геоинформационная инвентаризация природных ресурсов Прибайкалья как основа рационального природопользования в регионе (НИОКР).

2.2. Аэрокосмический мониторинг природных ресурсов Байкальского региона в целях их оптимального сохранения и воспроизводства (НИОКР).

3. Комплексное картографирование природных и социально-экономических систем Байкальского региона.

3.1. Аэрокосмическое и геоинформационное картографирование природных и хозяйственных комплексов в целях создания информационной базы устойчивого и сбалансированного развития Байкальского региона (НИОКР).

3.2. Комплексное геоинформационное картографирование природных и социально-экономических систем Байкальского региона в целях создания перспективной информационной базы объединенного Байкальского края Российской Федерации (НИОКР).

Реализация приведенных выше подпроектов и тем предполагает следующие основные направления и виды научно-методической и практической деятельности:

— формирование и развитие Байкальского ресурсного аэроко-

смического центра по приему и автоматизированной обработке материалов дистанционного зондирования и специализированной учебно-научной лаборатории по геоинформационному картографированию природных и социально-экономических систем;

— разработку программных средств по геоинформационному обеспечению хозяйственных и управленческих структур региона;

— развитие и совершенствование методологии, естественно-научных и инженерных принципов инновационной образовательной Программы;

— переподготовку профессорско-преподавательского состава, других категорий сотрудников ИрГТУ, повышение квалификации представителей заинтересованных организаций;

— разработку и обновление учебных планов и программ по подготовке и переподготовке специалистов;

— подготовку и создание электронных учебников и учебных пособий.

Потенциальные участники разработки и реализации рассматриваемого Проекта, среди которых предполагаются образовательные и научные учреждения, а также производственные гражданские и военные организации, территориально расположенные в Иркутске, приведены на рис. 2. Приведенный

список носит ориентировочный характер, поскольку Программа является открытой для всех заинтересованных в сотрудничестве образовательных, научных и производственных организаций региона.

Как отмечалось ранее, предлагаемая Программа направлена, прежде всего, на развитие вузовского образования и освоение инновационных технологий, предназначенных для решения наиболее злободневных прикладных задач Байкальского региона. Созданная в результате реализации этой Программы система подготовки и переподготовки специалистов ИрГТУ в области технологий геоинформационного обеспечения позволит использовать в учебном процессе прогрессивные разработки мирового уровня. Эта система основана на теоретической и практической подготовке студентов: участии их в учебной и научной работе, получении практических навыков во время проведения лабораторных занятий и производственных практик в НИИ и на картографических предприятиях. Это позволит готовить высококвалифицированных специалистов, в том числе бакалавров и магистров, конкурентоспособных на рынке труда по сравнению с выпускниками других вузов России и зарубежных стран, способных к творческому труду, созданию

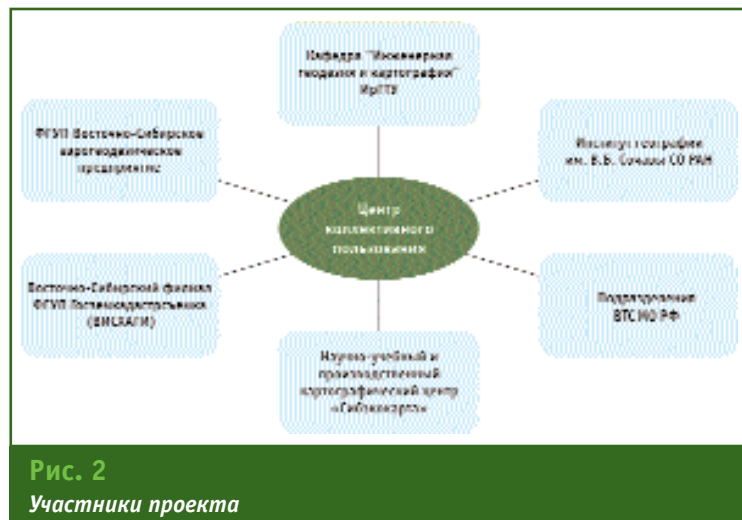


Рис. 2  
Участники проекта

современных геоинформационных систем и проектов, отвечающих действующим стандартам.

Учебные планы и программы, электронные учебники, учебные пособия, созданные в результате выполнения образовательной программы, в перспективе могут быть использованы другими вузами России, а также для самостоятельного обучения всех желающих освоить геоинформационные технологии.

Реализация Программы будет способствовать дальнейшему распространению передовых методов и средств приема и обработки космической информации и наиболее распространенных программных средств геоинформационного картографирования в пределах региона в целом и заложит систему подготовки и переподготовки кадров

управленческих муниципальных образований различного уровня, органов власти, военных специалистов и бизнеса в других субъектах РФ.

Таким образом, разработка и реализация предлагаемой Программы позволит уже в ближайшем будущем надеяться на положительные сдвиги в различных сферах жизнедеятельности Байкальского региона России.

#### ▼ Список литературы

1. Федеральный закон РФ «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» №131-ФЗ от 6 октября 2003 г.
2. Болсуновский М.А. Современные космические данные дистанционного зондирования — основа построения единой системы пространственных данных // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. — 2006. — № 1(53). — С. 52.
3. Пластинин Л.А., Загиба-

лов А.В., Тальгамер Б.Л., Ступин В.П. Ресурсный аэрокосмический центр ИрГТУ по приему и автоматизированной обработке данных дистанционного зондирования // Материалы международного научного конгресса Гео-Сибирь-2006. — Т. 3. — Ч. 1. — С. 240–245.

#### RESUME

A description as well as the background is given for the project of the open innovative educational program «Contemporary efficient technologies for the geoinformation support of the administrative and planning authorities of the Baikal region». The program has been developed at the Irkutsk State Technical University on the initiative of the Chamber for Engineering geodesy and cartography of the Faculty of Mining. This program is offered to the like-minded persons for cooperation and joint implementation.



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




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






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

DIGITAL GLOBE

SPOT  
IMAGE





# ВОССТАНОВЛЕНИЕ АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПУНКТА «СУРИМЯКИ» (К 150-ЛЕТИЮ В.В. ВИТКОВСКОГО)

С.Г. Пантелеев (НПП «БЕНТА», Санкт-Петербург)

В 1980 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». Работал в ГП «Аэрогеодезия», в НПО «Севморгеология» на Крайнем Севере и в Антарктиде. С 2002 г. работает в ООО «НПП «БЕНТА», в настоящее время — начальник отдела GPS-измерений.

Летом 2006 г. сотрудники НПП «БЕНТА» в районе п. Советский восстановили астрономо-геодезический пункт «Суримяки» как памятник истории, науки и техники. Эта работа была приурочена к юбилейной дате — 150-летию известного русского геодезиста и ученого Василия Васильевича Витковского (1856–1924), который в 1885–1886 гг. выполнял работы по наблюдению пунктов рядов триангуляции второго класса

вдоль северного побережья Финского залива, между Выборгом и Фридрихсгамом. Для ориентировки рядов триангуляции он определил астрономические азимуты одной из сторон на двух пунктах: в Выборге на башне старинного замка и на пункте «Суримяки», находящемся в 20 км южнее Выборга.

Восстановление пункта «Суримяки» явилось логическим продолжением работ, выполненных экспедицией Русского

географического общества под руководством В.Б. Капцюга в 1996 г., когда были обнаружены центр геодезического пункта — валун с крестом и датой 1885 г., а также астрономический столб из гранита, лежащий на боку в десятке метров к северу от валуна. За 10 лет мало что изменилось. Местное население п. Советский, искренне веря, что под центрами геодезических пунктов хранятся клады, выкопали шурф в районе центра. В ре-

**Василий Васильевич Витковский** (1856–1924) родился в крепости Новогеоргиевск Варшавской губернии (в настоящее время — Польша). С 1880 г. по 1885 г. учился в Николаевской академии Генерального штаба (Санкт-Петербург). Производственную практику проходил в Пулковской обсерватории. Ведущим научным руководителем В.В. Витковского в Пулково со второго года занятий был профессор В.К. Деллен (1820–1897). В 1883 г. В.В. Витковский опубликовал свою первую научную работу «Определение орбиты II кометы 1861 года».

После окончания академии он был направлен для прохождения службы в Корпус военных топографов и принимал участие в геодезических работах по проложению рядов триангуляции второго класса вдоль северного побережья Финского залива, между Выборгом и Фридрихсгамом. В это время В.В. Витковский провел астрономические определения в Выборге и Суримяки. Итогом этих работ стала статья «Отклонение отвесной линии в Выборге». За заслуги в области астрономических и геодезических работ на территории Финляндии В.В. Витковский в 1889 г. был избран почетным членом ученого общества «Fennia».

В этом же году начальник Военно-топографического училища генерал-майор Н.Д. Артамонов предложил ему вести занятия по геодезии с юнкерами училища. Так сбылась мечта В.В. Витковского о преподавательской деятельности. В эти годы В.В. Витковский работал над переводом на русский язык с английского известного в то время книги А. Кларка «Геодезия». Блестящий перевод оказался, по словам современников, лучше подлинника.

Опираясь на практический и педагогический опыт, В.В. Витковский подготовил и издал три монографии: «Практическая геодезия» (1898), «Топография» (1904) и «Картография» (1907). В наши дни они являются библиографической редкостью, хотя и выдержали не одно издание в России и за рубежом. Монография «Практическая геодезия» переведена на финский язык, а «Топография» — на венгерский.

С 1897 г. В.В. Витковский — профессор геодезического отделения Николаевской академии Генерального штаба, генерал-лейтенант. Педагогическая деятельность Витковского не ограничивалась лишь Николаевской академией Генерального штаба и Военно-топографическим училищем. Он преподавал также в Электротехническом институте (1893–1898), в Политехническом институте (1907–1908), в Педагогическом женском институте (1914–1915).

Василий Васильевич принимал активное участие в работе российских научных обществ: Русского астрономического общества (1890–1924); Русского географического общества (1891–1924), от которого дважды получал почетные награды за научные труды и где длительное время состоял председателем отделения математической географии (1897–1905); Русского физико-химического общества.

зультате этого центр-валун с крестом оказался смещенным и перевернутым (рис. 1). Гранитный астростолб был приспособлен для изготовления шашлыков и находился в центре кострища. Вся поляна была усеяна мусором из полиэтиленовых и стеклянных бутылок — характерной приметой нашего времени.

Работы по восстановлению пункта «Суримяки» начались с посещения Территориальной инспекции государственного геодезического надзора или, как она теперь называется, Северо-Западного УГК. Руководитель инспекции Н.Г. Пономаренко, ознакомившись с проектом, подписал техническое задание на восстановление пункта и определение координат и высот, чтобы этот пункт был не только памятником, но и стал центром для выполнения геодезических работ. По имеющимся в инспекции каталогам мы хотели установить, какой тип центра на протяжении времени существования имел пункт «Суримяки». В старых каталогах были указаны разные типы центров, а пункт назывался «Советский». В современном каталоге данный пункт числится как «уничтоженный» и не входит в государственную геодезическую сеть. Следов перезакладки центра, кроме тех, которые можно увидеть на рис. 1, на местности обнаружено не было. Однако из архивных данных было известно, что астростолб на-



Рис. 1  
Центр-валун с крестом

ходился на расстоянии 10,71 м от центра геодезического пункта с азимутом 271°. Отмерив указанное расстояние, мы обнаружили камень с прямоугольной высечкой, куда очевидно и входил угол гранитного астрономического столба, и приняли решение установить астростолб здесь.

Когда решение принято, все остальное — детали. Строительные материалы были приобретены в Выборге на строительной базе. Из листа жести и досок сколотили корыто для изготовления бетонного раствора. На месте установки пункта соорудили опалубку, заполнили ее арматурой, камнями и залили цементным раствором, оставив углубление размером 75x75 см для установки астрономического столба.

Пока раствор застывал, на заводе ООО «Комбинат-Скульптура» была изготовлена памятная табличка с надписью: «Астрономический пункт «Суримяки». Широта 60°32'05"7 определена В.В. Витковским в 1885 г. Памятник истории, науки и техники». Через трое суток мы вернулись на пункт «Суримяки» для установки астрономического гранитного столба. Для этого в местном лесхозе договорились с трактористом, чтобы с помощью трактора поднять и установить монолит в углубление фундамента (рис. 2).

Параллельно велись работы по закладке двух ориентирных пунктов (ОРП) для определения на них астрономического азимута и вычисления дирекционного угла.

В качестве ОРП были заложены металлические трубы с бетонным якорем и маркой. Сверху были установлены деревянные опознавательные столбы с надписями ОРП-1 и ОРП-2. Вокруг пунктов сделали круговую окопку радиусом 2 м. Для установки памятной таблички, а также марки, в верхней части астрономического столба использовался перфоратор, работающий от бензоагрегата. Марка представляет собой металлический штырь с шляпкой из нержавеющей стали и предназначена для центрирования геодезических приборов.

И вот, работы по восстановлению астрономо-геодезического пункта «Суримяки» завершены (рис. 3). Осталось определить координаты, высоту и астрономический азимут на ОРП.

Азимут был определен по часовому углу Солнца теодолитом Theo-010. Для регистрации времени использовался двухстрелочный секундомер 51СД. Поправки секундомера определялись перед началом и в конце наблюдений по приему сигналов точного времени. Средняя квадратическая ошибка определения азимута составила 10–15". Координаты пункта «Суримяки» определялись по результатам спутниковых измерений. Наблюдения проводились двухчастотными спутниковыми геодезическими приемниками GPS/ГЛОНАСС Javad Maxor (L1 + L2) в дифференциальном статическом режиме. Используемое спутниковое оборудование прошло метрологические поверки, имеет сертификат Госстандарта России и допущено к применению на территории Российской Федерации. Время наблюдений состояло из трех сеансов, каждый продолжительностью не менее 2 часов.



Рис. 2  
Установка астрономического гранитного столба



Количество наблюдаемых спутников в сеансах составило не менее пяти; угол возвышения над горизонтом —  $15^\circ$ ; интервал записи информации со спутников — 1 с.

Камеральная обработка полученных результатов наблюдений включала:

- импорт полевых данных из спутникового приемника в персональный компьютер;

- предварительную обработку полевых данных (ввод высоты и типа антенны, редактирование названия определяемых точек и исходных пунктов);

- выбор векторов, участвующих в обработке;

- выбор данных и параметров вычислений: угол отсечки, интервал времени наблюдений, выбор спутников, участвующих в обработке по соотношению сигнал/шум;

- выбор методики вычислений (по L1, L1 + L2, коду, фазе несущей и т. д.).

Обработка информации проводилась с помощью программного обеспечения Pinnacle методом дифференциальных фазовых решений. При обработке были использованы методики подавления многолучевости и исключения зашумленных спутниковых каналов. Первоначально вычислялся каждый вектор по отдельности, затем формировалась свободная сеть. Эта сеть тестировалась на выявление грубых ошибок, после чего уравнивалась. Результаты анализировались, и принималось решение: либо принять их, как есть, либо понизить вес, либо отбраковать некоторые результаты. Далее присоединялись опорные пункты, проводился анализ связей опорных пунктов, и выполнялось заключительное уравнивание сети.

Исходная геодезическая основа в районах работ представлена пунктами государственной геодезической сети триангуляции 2–3 классов, проложенной в 1960 г. специалистами Военно-топографической службы МО РФ



**Рис. 3**  
Участники работ возле восстановленного астрономо-геодезического пункта «Суриямки»

(рис. 4). Высотная сеть представлена пунктами нивелирования III и IV классов.

В качестве исходных пунктов были использованы:

- пункт триангуляции «Высоцк» 3 класса, нивелировка IV класса;

- пункт триангуляции «Стожары» 3 класса, нивелировка IV класса;

- пункт триангуляции «Матросово» 3 класса, нивелировка IV класса;

- пункт триангуляции «Полигонный» 2 класса, нивелировка III класса;

- обсерватория «Светлое», пункт IGS (International GPS Service for Geodynamics) в системе координат ITRF;

- исходный пункт «Пулково»;

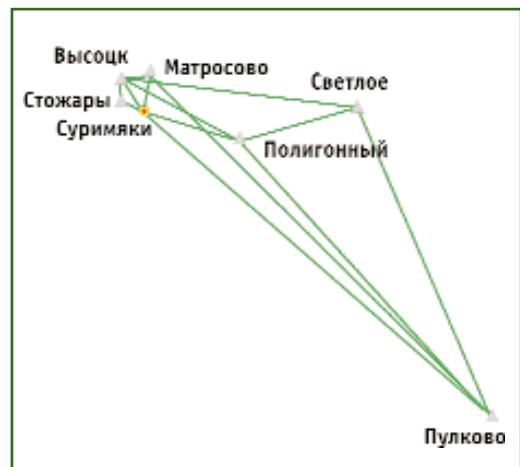
- стенной репер 1359, нивелировка IV класса.

Координаты и высоты пунктов государственной геодезической сети были выписаны в Северо-Западном окружном управлении геодезии и картографии и взяты на сайте SOPAC <http://sopac.ucsd.edu>.

Средняя квадратическая ошибка определения плановых координат пункта «Суриямки» относительно исходных пунктов не превысила 20 мм, высоты —

40 мм. Преобразование координат определяемых точек было выполнено в соответствии с ГОСТ Р 51794–2001 «Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек». Для корректных вычислений высоты определяемых точек над уровенной поверхностью применялись различные модели геоида.

Для контроля определения высот было выполнено геометрическое нивелирование по программе IV класса от стенного репера 1359. Разница между



**Рис. 4**  
Схема геодезической основы в районе работ

данными геометрического нивелирования и отметкой, полученной с помощью спутникового приемника, составила 8 мм.

В процессе вычислений был проведен небольшой эксперимент. Из Интернет были взяты координаты XYZ станции «Светлое» и по параметрам перехода, открыто опубликованным в ГОСТ Р 51794–2001, с помощью ПО Pinnacle пересчитаны в СК–95. Затем их сравнили с вычисленными координатами из наблюдений, где в качестве исходной информации использовались координаты пунктов государственной геодезической сети из каталога СК–95. Разница составила 5 см по оси X и 4 см по оси Y. Это говорит о том, что любой геодезист с помощью приемника GPS может получить координаты точек земной поверхности в СК–95, пользуясь не «секретными» каталогами, а открытыми данными станций IGS. Конечно, параметры перехода к СК–95 в разных регио-

нах необходимо уточнять, но в Ленинградской области авторы СК–95 попали точно. Видимо, сказались близость исходного пункта и наличие большого количества базисов.

Таким образом, пункт «Сурияки» был восстановлен не только как исторический памятник, но и как рабочий центр государственной геодезической сети.

Закончить статью хочется высказыванием В.В. Витковского из книги «Топография», с которым согласится любой топограф и геодезист:

«... Кто не занимался топографией, а только видел географические карты или планы городов, тот еще не знает, сколько труда и времени требуется для их составления... Топографическая деятельность проходит без зрителей, без постоянного побуждения начальства и без увлечения примером товарищей, при частых лишениях и даже голодовках. Она не имеет блеска

военных кампаний, хотя сопряжена со всеми тягостями походной жизни. Тут поддерживает любовь к делу. Зато независимый характер работы, одиночество в лесах, ночевка в крестьянских избах или в палатках имеет в себе много привлекательного и даже поэтического. Невольно развивается присущее каждому чувство чести, побуждающее исполнить работу добросовестно».


#### RESUME

The article describes reconstruction works of the monument to history, science and technology. The Surimyaki astronomical observation monument reconstruction was occasional to the 150th anniversary of V.V. Vitkovsky (1856–1924), the Russian scientists and geodesist. In 1885–1886 he conducted observations from the station and found out particular features of the plumb line declination in the area of Vyborg.

# Archer Field PC™

сверхзащищенный полевой карманный компьютер








- ОС - Windows Mobile™ 5.0
- процессор - Intel XScale PXA 270, 520МГц
- память - 64Мб RAM, флэш-диск - 128Мб
- расширения - 2 слота для карточек CF и SD
- экран - цветной, TFT, 1/4 VGA
- порты - 2\*USB и 1\*RS232
- аккумулятор - Li-Ion (на 20ч)
- размеры - 165x89x13мм, вес - 182гр
- диапазон температур - от -30°C до 50°C
- защищенность - по военному стандарту (IP67)



## GPS COM

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

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





**Autodesk**

Authorized Value Added Reseller

## решения на основе ПО Autodesk ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН И ТРАНСПОРТ

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

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

# Автоматизация комплексного проектирования

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

**CS**Soft  
Consistent Software

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

Санкт-Петербург (812) 498-8929	Омск (3812) 51-0925
Воронеж (4732) 39 3050	Пермь (3422) 95 2580
Екатеринбург (343) 215-9058	Ростов-на-Дону (863) 261-8058
Климовск (4912) 90-9000	Томск (3822) 26-1388
Краснодар (861) 254 2150	Хабаровск (4212) 41 1339
Красноярск (3012) 65-1385	Челябинск (351) 265-6278
Новый Норск (8312) 30-8025	Ярославль (4852) 43-1758

# СООБЩЕСТВО ИЗЫСКАТЕЛЕЙ РОССИИ — АССОЦИАЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ». ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**М.И. Богданов (ОАО «ПНИИИС»)**

В 1984 г. с отличием окончил геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «гидрогеология и инженерная геология», в 1988 г. — аспирантуру МГУ и защитил кандидатскую диссертацию. В 1991 г. окончил дневное отделение школы бизнеса Университета г. Оклахома (США) по специальности «финансы и международный бизнес». В 2003 г. окончил Российскую академию государственной службы при Президенте РФ по специальности «государственное и муниципальное управление». Работал научным сотрудником геологического факультета МГУ, заместителем генерального директора ЗАО «Экономическое агентство», генеральным директором компании «ЭкоСофт ДжиТиКо» и первым заместителем директора государственного учреждения «Бюро экономического анализа экологических проектов», возглавлял Дирекцию среднесрочной экологической программы Правительства Москвы. С 2003 г. по настоящее время — генеральный директор ОАО «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве» (ранее — ФГУП «ПНИИИС») и президент Координационного совета Некоммерческого партнерства «Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве». Кандидат геолого-минералогических наук.



«Надо объединяться» — эта мысль в последние несколько лет становится все более близкой большинству руководителей российских организаций, работающих в области инженерных изысканий для строительства. Уже появилось понимание того, что проблемы, возникающие у изыскательских организаций, такие как обновление устаревшей нормативно-

технической базы, совершенствование порядка получения разрешений на проведение инженерных изысканий, обеспечение права на интеллектуальную собственность, появляющуюся при проведении изысканий и многие другие, необходимо решать сообща, не дожидаясь внезапного внимания государства к ним. Государство уходит от регулирования вопросов в области инженерных изысканий для строительства в Российской Федерации. И в этой ситуации единственным выходом для изыскателей становится создание саморегулируемой организации.

На самом деле для изыскательского сообщества и общества в целом нет ничего плохого в том, что в среде профессионалов, выполняющих инженерные изыскания, найдутся силы для создания организации, способной взять на себя

функции регулирования, которые обычно относились к ведению государства. Такое саморегулируемое объединение при поддержке большей части изыскательских организаций России и признании его общественного статуса государством и бизнес-сообществом сможет действовать намного эффективнее государства. Следует отметить, что такой подход признается федеральными и региональными представителями законодательной власти, с которыми автор неоднократно обсуждал эти вопросы.

Повседневное общение между изыскателями, встречи на конференциях и обсуждения во время проведения заседаний «круглых столов» показывают, что настало время для создания такого объединения. В мае 2006 г. состоялась Первая общероссийская конференция по инженерным изысканиям в





На пленарном заседании конференции

строительстве «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве Российской Федерации», организованная ОАО «ПНИИИС». В ней участвовали 350 представителей 175 организаций из 96 городов России. На конференции было принято решение о создании общественной некоммерческой организации — Ассоциации «Инженерные изыскания в строительстве». В соответствии с этим решением в ноябре 2006 г. в Федеральной регистрационной службе Минюста РФ было зарегистрировано Некоммерческое партнерство «Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве» (НП АИИС). А в декабре 2006 г. была проведена Вторая общероссийская конференция изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве Российской Федерации», в которой приняли участие 420 представителей 228 организаций из 64 городов России. На конференции обсуждались конкретные направления работы созданной Ассоциации.

Следует отметить, что к конференциям, проводимым ОАО «ПНИИИС», проявили большое внимание представители государственной власти. В работе конференций участвовали заместитель председателя Комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды Со-

вета федерации РФ Н.В. Косырев, заместитель министра регионального развития РФ Ю.П. Тыртышов, заместитель министра культуры и массовых коммуникаций А.Е. Бусыгин, заместитель руководителя Роскультуры В.С. Малышев, председатель Комиссии по безопасности Московской городской думы И.Ю. Святенко. Кроме того, на Второй конференции выступал президент Ассоциации строителей России Н.П. Кошман, ранее возглавлявший Госстрой РФ и руководивший в должности вице-преьера Правительства РФ работами по восстановлению Чеченской Республики.

Согласно Уставу Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве» ставит своими целями выработку единой технической политики проведения инженерных изысканий в стро-

ительной отрасли, координацию деятельности членов Ассоциации, представление их законных интересов перед органами государственной власти и органами местного самоуправления, содействие членам Ассоциации в расширении и развитии их предпринимательской деятельности, формирование цивилизованного рынка изыскательских услуг в Российской Федерации. Не вызывают сомнений положения, касающиеся необходимости массовости созданной общественной организации, открытости, лоббирования современной законодательной и нормативной базы в области инженерных изысканий, участия в создании системы сертификации.

В работе НП АИИС можно выделить несколько основных направлений.

Большая работа предстоит по созданию современной системы нормативных документов с целью гармонизации действующей российской нормативной базы с международными стандартами, переработке стандартов, норм и правил проведения инженерных изысканий, изданию и внедрению региональных, территориальных нормативных документов по инженерным изысканиям. Особое место занимает выработка ценовой политики в инженерных изысканиях и совершенствование справочников базовых цен.



Участники секции «Инженерно-геодезические изыскания»



Это потребует серьезного обобщения опыта проведения инженерных изысканий в России и за рубежом, создания базы данных отраслевой информации.

Создание и практическое внедрение системы сертификации изыскательских организаций, оборудования и специалистов составляет еще одно направление деятельности Ассоциации. С ним также связаны работы по профессиональному обучению и переподготовке кадров в области инженерных изысканий, проведению стажировок специалистов.

Оказание помощи в практической деятельности проектно-изыскательских организаций является одним из наиболее важных направлений деятельности Ассоциации. Оно включает разработку и согласование оптимального порядка получения разрешения на проведение изысканий, выработку подходов

к формированию фондов материалов инженерных изысканий и ведение реестра материалов инженерных изысканий.

Еще одним направлением деятельности Ассоциации является взаимодействие с органами государственной власти и местного самоуправления. Органы государственной власти должны понимать цели и задачи Ассоциации, и их помощь в работе может быть существенной.

Деятельность по инженерным изысканиям в строительстве предусматривает взаимодействие с несколькими органами исполнительной власти на федеральном уровне. К ведению Министерства регионального развития РФ отнесены функции выработки государственной политики и нормативно-правового регулирования в области строительства. Министерство транспорта РФ отвечает за регулирование геодезической и

картографической деятельности, Министерство промышленности и энергетики РФ — за техническое регулирование и обеспечение единства измерений. Государственную экологическую экспертизу, связанную, в том числе, с материалами инженерных изысканий, организуют и проводят Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) Министерства природных ресурсов РФ и Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), подчиняющаяся непосредственно Правительству РФ. Руководящие и исполнительные органы АИИС, ее члены должны способствовать обеспечению взаимодействия с этими органами власти. Предстоит также большая работа по организации работы Ассоциации по Федеральным округам.



Введение в практику страхования гражданской ответственности компаний, выполняющих инженерные изыскания в строительстве, можно обеспечить только при тесном сотрудничестве с сообществами страховых компаний и банков.

Кроме того, необходима связь с ассоциациями проектировщиков и строителей, крупными заказчиками изысканий в сырьевом секторе, транспорте, электроэнергетике; постоянное информирование организаций и специалистов строительной отрасли, а при необходимости и других смежных отраслей, о деятельности Ассоциации и ее членов.

Для практической реализации задач, стоящих перед НП АИИС, будут сформированы рабочие комитеты по основным направлениям деятельности при Координационном совете АИИС. Примерная структура и наименование комитетов при-

ведены на рисунке. Комитеты по инженерно-геодезическим изысканиям, инженерно-геологическим изысканиям и по инженерно-экологическим изысканиям возглавят президент и вице-президенты Координационного совета.

Наибольшая опасность для создаваемой саморегулируемой организации будет заключаться в нас — в людях, которые ее создают. Если деятельность этой организации не будет направлена на решение задач в интересах всего изыскательского сообщества, а будет работать в интересах тех, кто ею руководит (к чему мы привыкли), она уничтожит себя. Понимание этого — лучшая гарантия развития Ассоциации в интересах всех изыскателей.

Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве» открыта к сотрудничеству, к приходу специалистов, готовых принять участие в работе по развитию рынка инженерных



изысканий для строительства в Российской Федерации.

Получить более подробную информацию об Ассоциации можно на ее официальном сайте [www.oaiis.ru](http://www.oaiis.ru).

**RESUME**

There are given the main lines of activity of the «Engineering Survey in Building» Association founded in 2006. Proposals on the both structure and membership of the Association Coordinating Board are considered as well as the immediate tasks to form the centralized market of survey services in the Russian Federation.

**МАР ИНФО**<sup>®</sup>  
 Современные геоинформационные технологии  
 С полевых измерений все только начинается ...  
 в России  
 ЭСТИ МАП  
 119002 Москва Калосин пер.4  
 тел/факс (495) 540-4659, 241-0057  
[www.esti-map.ru](http://www.esti-map.ru) e-mail: [esti-m@esti-map.ru](mailto:esti-m@esti-map.ru)