

#4  
2008

# ТЕОДРОФИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

10 АВГУСТА  
«ДЕНЬ СТРОИТЕЛЯ»

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ГИС В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ  
ДАННЫЕ ДЗЗ

СЕТИ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ  
ГНСС В МИРЕ И РОССИИ

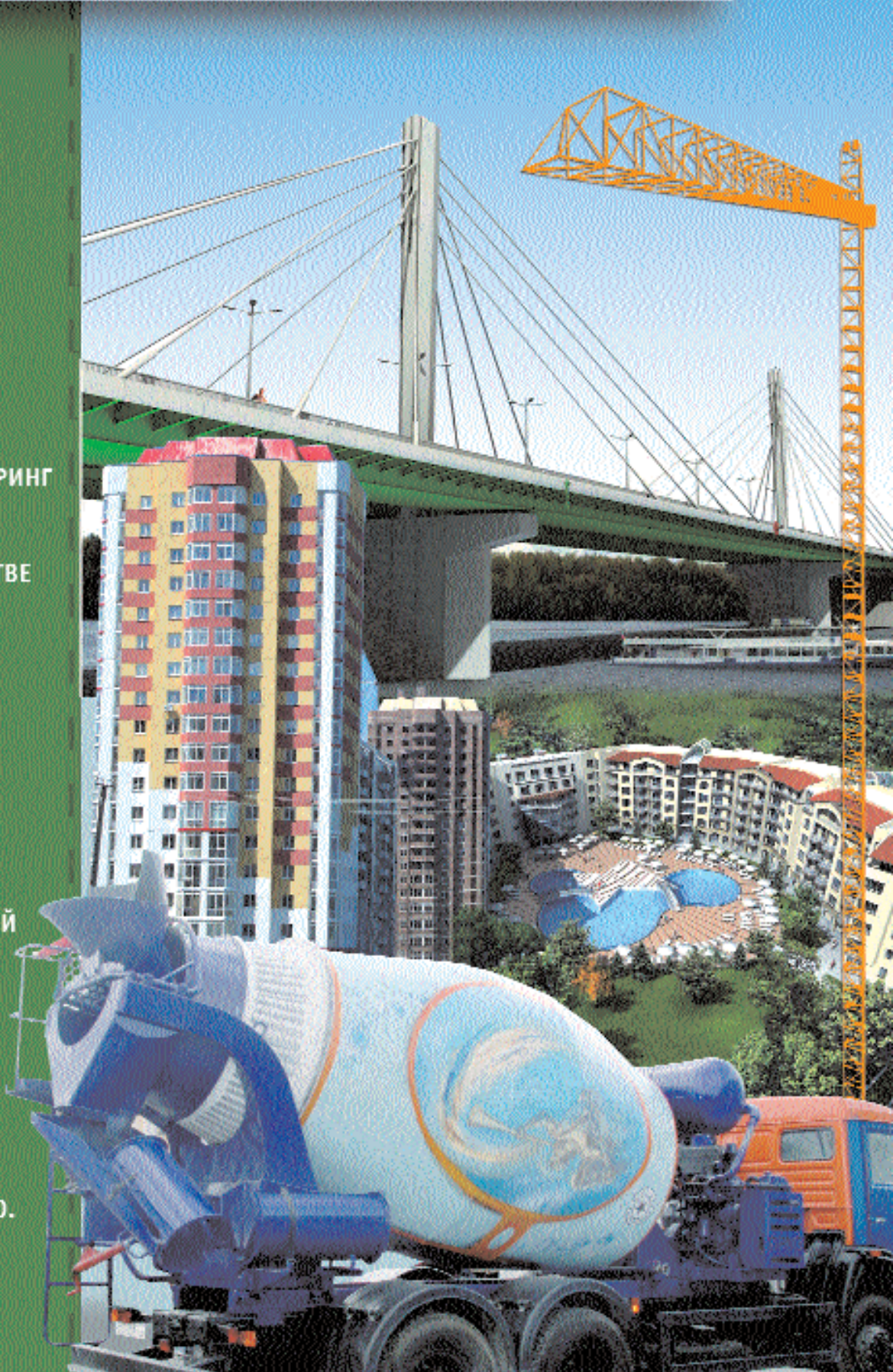
ЗАЩИЩЕННЫЙ ПОЛЕВОЙ  
КОМПЬЮТЕР

СЪЕМКА ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ УГОДИЙ

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ТЕРМИНОЛОГИЯ.  
ОПИСАНИЕ СК-42, СК-95,  
ПЗ-90, МСК

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ.  
ФОТОГРАММЕТРИЯ  
В ШВЕЙЦАРИИ



### Уважаемые коллеги!

Поздравляем с «Днем строителя» геодезистов, изыскателей, проектировщиков и всех, чья профессиональная деятельность связана со строительным комплексом. Впервые «День строителя» отмечался в СССР 12 августа 1956 г. на основании Указа Президиума Верховного Совета СССР от 6 сентября 1955 г. «Об установлении ежегодного праздника «День строителя». В этом номере частично отражены перемены, произошедшие за это время в области топографо-геодезического обеспечения строительства как при разработке градостроительной документации (с. 11), так и при проведении геодезических измерений в процессе строительства (с. 26, 40) и оценке устойчивости зданий и сооружений во время их эксплуатации (с. 4).

Это первые публикации в преддверии подготовки к международной выставке инновационных технологий обеспечения строительства «ИнТехГеоСтрой-2008» (Москва 10–14 ноября 2008 г., с. 68), генеральным информационным спонсором которой выступил журнал «Геопрофи». В рамках выставки запланировано проведение семинара «Инженерно-геодезическое обеспечение строительства подземных коммуникаций и высотного строительства. Мониторинг пространственного положения зданий и сооружений геодезическими методами». Надеемся, что он станет дискуссионной площадкой для обмена опытом, обсуждения и выработки инновационных решений в области геодезического обеспечения всех этапов строительства и эксплуатации различных объектов, определяющих облик современного города.

В разделе «Технологии» представлены материалы, посвященные:

- перспективам широкого применения оперативных высокоточных радиолокационных данных ДЗЗ из космоса в различных областях, включая наблюдения за вертикальными и горизонтальными смещениями зданий и сооружений (с. 19);
- эффективности использования постоянно действующих базовых станций при выполнении полевых геодезических измерений в режиме RTK (с. 43);
- использованию авиационных гиперспектральных сканеров для мониторинга и инвентаризации лесных угодий (с. 30);
- автоматизации взаимного ориентирования снимков при создании ортофотопланов, планов и фотосхем (с. 47).

В разделе «Особое мнение» завершается публикация статьи заведующего лабораторией спутниковой геодезии и геодинамики ЦНИИГАиК В.И. Кафтана (с. 62), в которой он обосновывает необходимость перехода на новую международную терминологию описания важных элементов пространственно-временной информации, используемых в Российской Федерации: СК–42, СК–95, ПЗ–90 и местных систем координат.

В этом же разделе профессор кафедры инженерной геодезии МГСУ Г.С. Елесин предлагает при разработке ГИС-проектов для мониторинга состояния территорий и объектов городского строительства и хозяйства в качестве исходной картографической основы использовать измерительную стереоскопическую цифровую модель местности (с. 59).

Надеемся, что никого не оставит равнодушным статья в разделе «Путешествие в историю», подготовленная коллективом авторов из Швейцарии (с. 50). В ней рассматриваются основные этапы развития фотограмметрии в Швейцарии (1922–2008), которые неразрывно связаны с историей Швейцарского общества по фотограмметрии, анализу изображений и дистанционному зондированию и компаний Kern и Wild, которые в 1990 г. объединились в фирму Leica Geosystems AG. Благодарим П. Шрайбера за помощь, оказанную при подготовке данной публикации.

В разделе «Новости» представлен защищенный полевой компьютер Allegro MX, предлагаемый компанией «ГНСС плюс» (с. 34), справочник терминов по геодезии, картографии, топографии, ГИС и пространственным данным (с. 35), приводятся итоги проектов, выполненных компанией «Аркон» (с. 38), и некоторых мероприятий (с. 35). Среди них особо хотелось бы отметить открытие памятника «Дуге Струве» в г. Екабпилс (Латвия), вблизи пункта геодезических и астрономических наблюдений, выполненных в 1826 г.

Основные мероприятия на октябрь–декабрь 2008 г. приведены в разделе «Календарь событий» (с. 66).

Напоминаем, что оформить подписку на 2009 г. на журнал «Геопрофи» можно:

- за наличный расчет в любом почтовом отделении РФ через каталог Агентства «Роспечать» (подписной индекс 85153);
- за наличный и безналичный расчет: через Интернет по адресу [www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru) («Урал-Пресс») или по тел: (495) 787-34-15 доб. 133 (Агентство «Мир Прессы»).

При возникновении сложностей с подпиской, обращайтесь в редакцию журнала.

**Редакция журнала**

# LASERBUILD

GPS1200

надёжность измерений  
и профессиональное  
исполнение

TPS1200

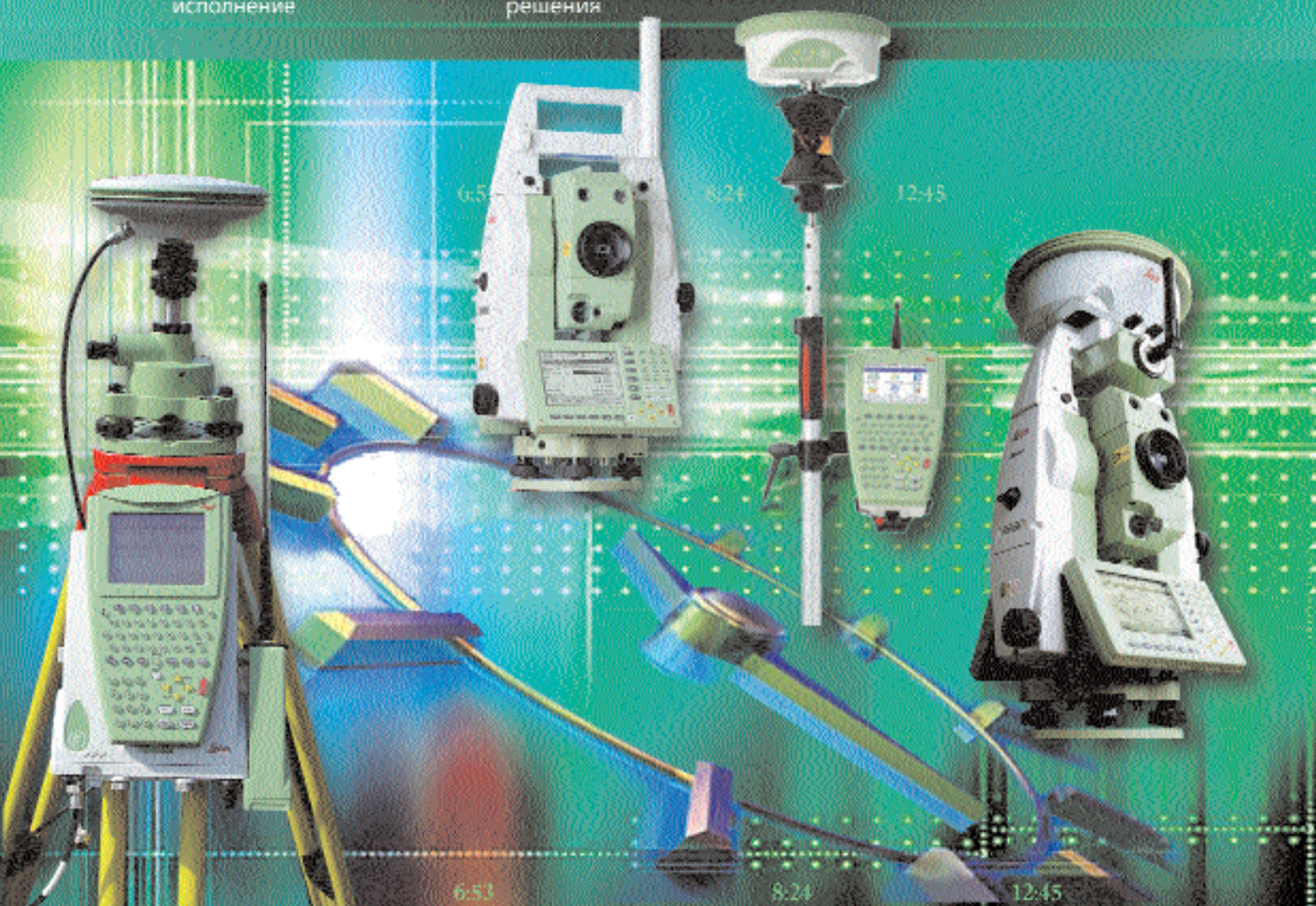
новые  
инженерные  
решения

SmartPole

лёгкость  
в работе

SmartStation

сочетание  
GPS и TPS



Время выбирать *Leica*

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

— when it has to be right

**Leica**  
Geosystems

г. Москва, Посланников пер., дом 5, стр. 11 (495) 921 33 54, 101 33 54

## Редакция благодарит компании, поддержавшие издание журнала:

Группа компаний «Геотехнологии», «Геостройизыскания», «ИнжГеоГИС», Trimble Navigation, НПП «НАВГЕОКОМ», «ГеоПолигон», «Аркон», «Ракурс», «Центр инфраструктурных проектов», LaserBuild, Группа компаний «Талка», «Геодезические приборы», ПРИН, Группа компаний CSoft, ЦПГео, «Совзонд», Leica Geosystems, «Сварог», Magellan, «ЭСТИ МАП», «Геометр-Центр», КБ «Панорама», «ГНСС плюс», Навигационно-геодезический центр, НПП «Геосистема», «Росстройобразование»

Издатель  
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор  
**В.В. Грошев**

Главный редактор  
**М.С. Романчикова**

Редактор  
**Т.А. Каменская**

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

Дизайн макета  
**И.А. Петрович**

Дизайн обложки  
**В.А. Богоутдинов**

Интернет-поддержка  
**А.С. Князев**

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

Интернет-версия  
www.geoprofi.ru

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

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

Периодичность издания —  
шесть номеров в год.

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

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать  
10.09.2008 г.

Печать Издательство «Проспект»

## ТЕХНОЛОГИИ

- Б.Е. Резник  
**НЕПРЕРЫВНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ** 4
- А.Ю. Николаев  
**ОПЫТ СОЗДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОЙ ГИС ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ** 11
- Д.Б. Никольский  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАДИОЛОКАЦИОННОМ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ** 19
- А.В. Спицын, А.А. Чернявцев  
**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КООРДИНАТНОЙ СЪЕМКИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CREDO III** 26
- Е.М. Медведев, Стивен Мах  
**ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ITRES ДЛЯ НУЖД ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА** 30
- С.И. Котельников  
**ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАВЕСНЫХ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ** 40
- Е.В. Журавлева  
**ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ** 43
- А.И. Алчинов, А.В. Викторов, В.Б. Кекелидзе  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЗАИМНОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ СНИМКОВ В ПО ЦФС ТАЛКА 3.6** 47

## НОВОСТИ

- ОБОРУДОВАНИЕ** 34
- ИЗДАНИЯ** 35
- СОБЫТИЯ** 35
- КОМПАНИИ** 38

## ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

- А. Шапуи, П. Фрикер, Д. Хьюз, П. Шрайбер, Е. Траверсари  
**РАЗВИТИЕ ФОТОГРАММЕТРИИ В ШВЕЙЦАРИИ** 50

## ОСОБОЕ МНЕНИЕ

- Г.С. Елесин  
**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦММ В ГИС-ТЕХНОЛОГИЯХ** 59
- В.И. Кафтан  
**СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА В ГЕОДЕЗИИ, ГЕОИНФОРМАТИКЕ И НАВИГАЦИИ** 62

## КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

 66

## ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

 71

# НЕПРЕРЫВНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Б.Е. Резник** (Берлинский университет прикладных наук, Германия)

В 1982 г. окончил маркшейдерский факультет Ленинградского горного института (в настоящее время — Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова) по специальности «прикладная геодезия». После окончания института до 1992 г. работал во ВНИМИ. В настоящее время — профессор инженерной геодезии и геоинформатики Берлинского университета прикладных наук (TFH Berlin). Кандидат технических наук.

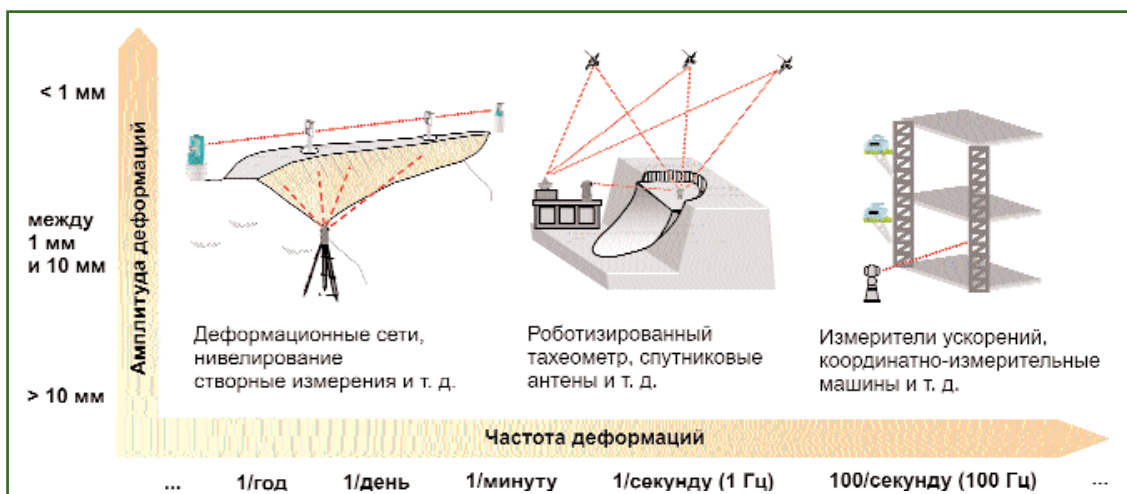


руемых инженерных сооружений и принятие своевременных профилактических мер, обеспечивающих их нормальную работу. В геодезической литературе в качестве понятия «анализ деформационных измерений» обычно понимается уравнивание специальных геодезических деформационных сетей. Опорные пункты, расположенные вне зоны возможных деформаций, обеспечивают при решении этих задач сравнение результатов измерений двух или более циклов измерений (эпох) друг с другом и выявление значимых геометрических изменений между ними. Выбор времени отдельных

циклов измерений зависит от вида сооружения, величины и скорости изменения деформаций, а также других факторов.

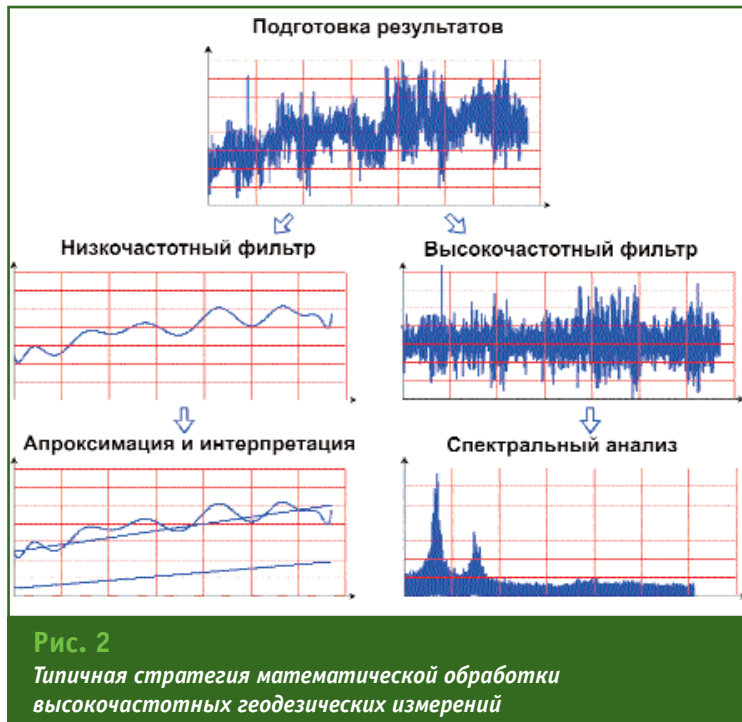
В настоящее время не только специальные приборы (электронные указатели наклонов или смещений), но и классические геодезические приборы (электронные тахеометры, цифровые нивелиры, спутниковые приемники ГНСС и т. д.) могут работать в автоматическом режиме без какого-либо участия наблюдателя. Они обеспечивают непрерывные измерения перемещений (деформаций) строительных конструкций, вызванных воздействием внешних факторов (тем-

Основными целями наблюдений за деформациями являются оценка устойчивости эксплуати-



**Рис. 1**

Выбор методики измерений в зависимости от амплитуды и частоты деформации



**Рис. 2**  
Типичная стратегия математической обработки высокочастотных геодезических измерений

пературы окружающей среды, ветровой нагрузки, механических воздействий движущихся транспортных средств и т. п.). Благодаря быстрому развитию измерительной и компьютерной техники в последние годы такие методы измерений приобретают все большее значение.

При выборе метода измерений должны быть учтены необходимая точность и периодичность (частота) измерений (рис. 1). Периодичность измерений должна не менее чем в два раза превышать наибольшую частоту изменения контролируемых деформаций. Таким образом, с помощью существующих геодезических приборов в настоящее время можно контролировать деформационные процессы, протекающие с частотами до 5 Гц. Если необходима большая частота наблюдений, могут быть применены различные измерители ускорений, которыми, однако, в отличие от геодезических приборов, могут быть определены только относительные перемещения (колебания) контролируемых элементов. Геодезические приборы обеспечивают точность измерений около 1 мм. Значительное увеличение точно-

сти до 1 мкм могут обеспечить так называемые координатно-измерительные машины. Наряду с высокой стоимостью, существенным недостатком этих приборов является сравнительно короткий диапазон измеряемых длин (до нескольких десятков метров). Так как наилучший контроль результатов обеспечивают параллельные и независимые измерения, эти методы целесообразно применять совместно.

Если не учитывать разработку и изготовление измерительных приборов, то сами измерения деформаций геодезическими методами особой сложностью не отличаются. Однако обработка полученных данных, состоящих нередко из сотен тысяч отдельных координат или других величин, становится достаточно сложной задачей, требующей не только инженерных, но и обширных математических знаний. Можно выделить следующие основные этапы такой обработки (рис. 2).

**Подготовка цифрового ряда наблюдений для математического анализа.** На этом этапе особое значение получает поиск резких скачков и разрывов в цепочке измерений, которые часто

связаны с движениями в механических креплениях приборов или прерыванием оптических сигналов между ними. Такие изменения трудно обнаружить на графических изображениях цифрового ряда из-за его длины, и они могут значительно исказить результаты последующего анализа полученных данных. Накопленный опыт показал, что особенно успешно подобные задачи могут быть решены при помощи дискретного вейвлет-преобразования [1].

**Восстановление одинакового временного интервала между наблюдениями.** Для того, чтобы заполнить образовавшиеся разрывы в данных (например, из-за замены источника питания), необходима интерполяция данных. Эта задача может быть решена с помощью какой-либо приближенной функции, например, состоящей из отдельных прямолинейных отрезков и проходящей через все имеющиеся точки измерений. Как правило, одновременно может быть реализован или восстановлен одинаковый временной интервал между отдельными измерениями, который требуется для большинства методов корреляционного и спектрального анализа.

**Выделение и обработка низкочастотного сигнала.** Эта процедура осуществляется с помощью математического фильтра. Для анализа и экстраполяции (прогнозирования) выделенного низкочастотного сигнала, освобожденного от искажающего его шума, требуется усредненная аппроксимированная функция [2]. В тех случаях, когда реальные физические закономерности процессов неизвестны, как правило, применяются обычные полиномы. Интерпретация контролируемых деформаций возможна, благодаря последующему совместно корреляционному или регрессионному анализу различных, в том числе и негеометрических данных (например, температуры).

**Выделение и обработка высокочастотного сигнала.** Высокочастотные колебания строительных конструкций могут быть выделены из результатов измерений вычитанием низкочастотного сигнала. При помощи спектрального анализа (разложение в ряд Фурье) в дальнейшем может быть определена амплитудно-частотная характеристика сигнала и выделены частоты так называемых собственных колебаний контролируемых конструкций.

Рассмотрим подробнее опыт организации непрерывных измерений деформаций и обработки полученных результатов на примере двух проектов, выполненных сотрудниками Берлинского университета прикладных наук (TFH Berlin).

▼ **Наблюдения за конструктивными элементами на водном перекрестке Магдебурга**

Канал ГанOVER — Магдебург — Берлин играет важную роль в судоходном сообщении Германии. В месте пересечения этого канала с рекой Эльба в 2003 г. был принят в эксплуатацию самый длинный в мире мост этого типа, общей длиной около 918 м. Главная задача геодезического проекта, выполненного

в 2007 г. силами Берлинского университета прикладных наук, состояла в проведении ежегодной инспекции, обработке результатов и их передаче ответственной за эксплуатацию организации. Организация долгосрочных измерений для исследования деформаций сооружения соответствовала принятой практике и состояла из высокоточного нивелирования и линейно-угловых измерений обширной сети специальных пунктов, закрепленных на опорах моста и вне зоны возможных деформаций. Выполненные высотные измерения верхнего строения мостового перехода показали его большие деформации в течение одного дня, поэтому запланированное сравнение изменений в течение года потеряло всякий смысл. Было принято решение дополнительно к перечисленным выше измерениям провести непрерывные многочасовые наблюдения деформаций для некоторых характерных участков мостового перехода.

Так как наилучший контроль результатов обеспечивается применением различных и независимых измерений, непрерывные измерения деформаций выполнялись параллельно электронным тахеометром и высоко-

точным электронным измерителем наклонов. Оба метода обеспечивают частоту измерений около 8 Гц (восемь измерений в одну секунду) и основаны на принципиально различных принципах.

Для измерений использовались роботизированный электронный тахеометр Leica TCRP 1202 и электронный измеритель наклонов Leica Nivel 20 (рис. 3). Роботизированный тахеометр по заданной программе и с заданной частотой в автоматическом режиме находит положение отражателя, установленного на контрольном пункте, измеряет расстояние, горизонтальный и вертикальный углы. На основе этих данных можно вычислить пространственные координаты отражателя с точностью до 1 мм. Электронный измеритель наклонов работает по принципу электронного уровня и способен с заданной частотой автоматически регистрировать значения углов наклона в двух взаимноперпендикулярных направлениях с точностью около 1–2 мкм/м. Подобные геодезические измерения позволяют получить только геометрические параметры (координаты и наклоны) деформации несущих конструкций. При их интерпретации прогноз

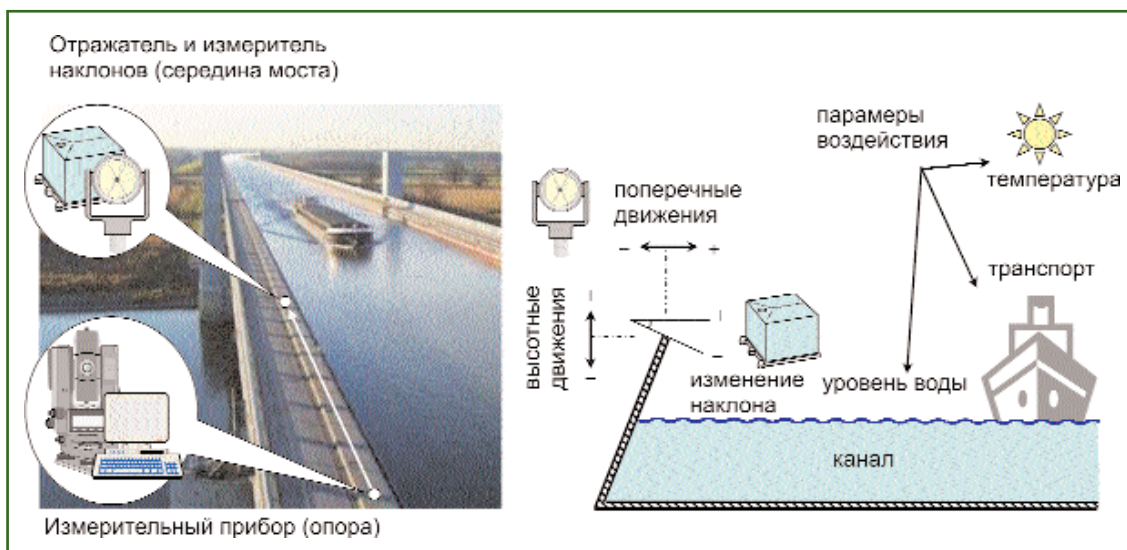
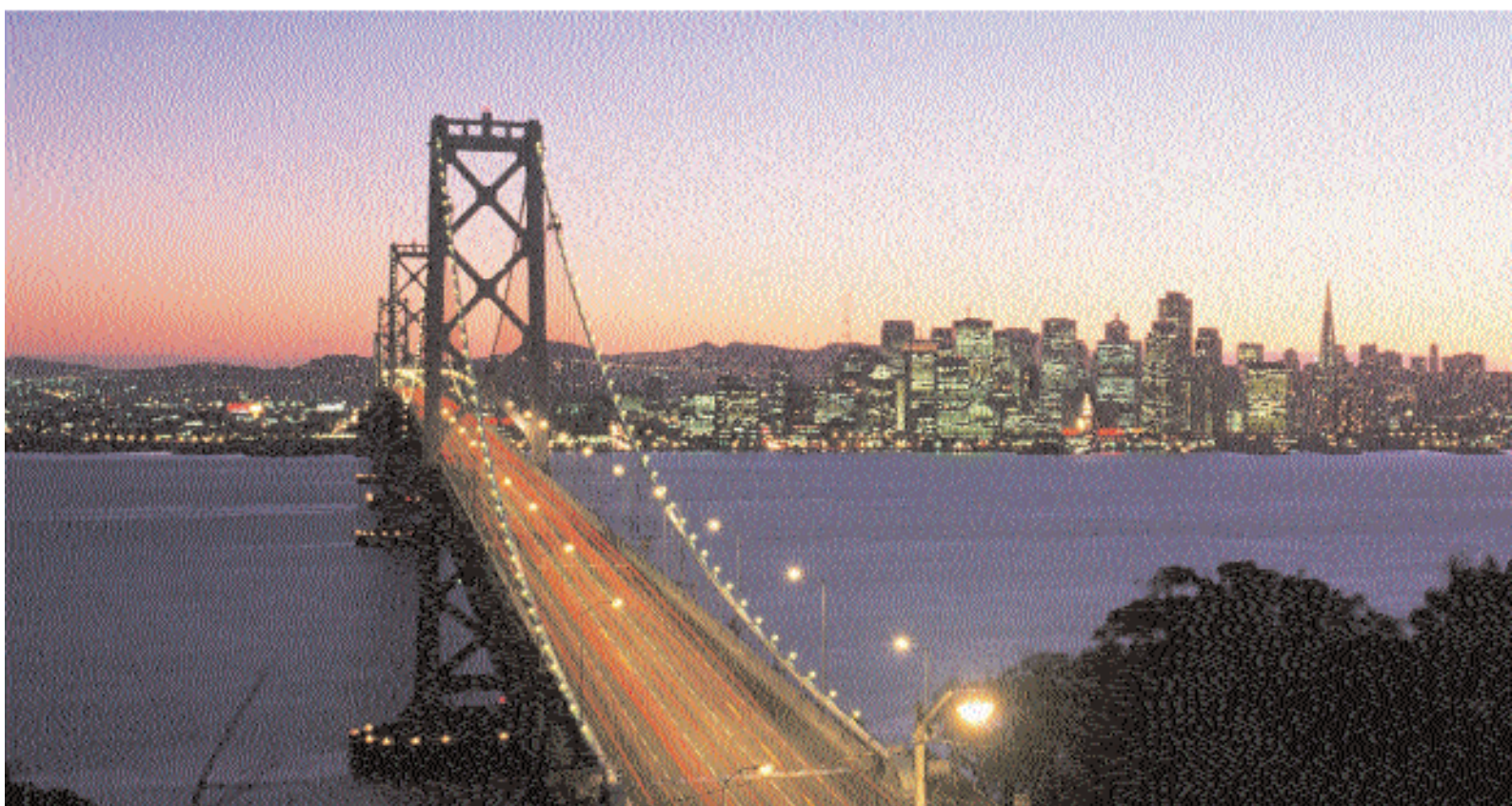


Рис. 3

Непрерывные деформационные измерения конструктивных элементов моста на водном перекрестке Магдебурга

# Leica Nivel210/220

## Высокоточный датчик наклона для геодезического мониторинга строительных конструкций и сооружений



Высокоточный датчик наклона Leica Nivel210/Nivel220, работающий на принципах оптоэлектроники, измеряющий одновременно величину наклона по двум осям, их направление и температуру в месте установки.

### Высокоточные измерения об отклонении от вертикали элементов строительных конструкций и инженерных сооружений

- Двухосевой высокоточный датчик наклона с максимальной точностью до 0.001 mrad
- Высокая стабильность измерений
- Непрерывное получение данных в реальном режиме времени.
- Поддерживается программным обеспечением для мониторинга Leica GeoMoS и GNSS QC



дальнейшего развития возможен только в том случае, если остальные параметры (уровень воды в канале, проходящего по мостовому переходу, температура и т. д.) остаются неизменными при всех циклах наблюдений. Для получения обобщенной модели деформаций должны быть дополнительно измерены параметры возможного воздействия на несущие конструкции, такие как температура воздуха, время прохождения судов по каналу, уровень воды в нем и т. д.

Так как объем данной статьи не позволяет включить описание всех результатов измерений, здесь представлен только анализ взаимного влияния различных параметров при их обработке. На рис. 4 изображены типичные деформации в поперечном направлении в течение одного дня в интервале времени с 9.30 до 14.00, полученные по результатам обработки с применением низкочастотного фильтра. Для того, чтобы математически проанализировать влияние проходящих кораблей на несущие конструкции моста на основе измерений был создан искусственный сигнал из отдельных импульсов, соответствующих времени прохождения судовых средств. Между сигналами наклонов и вертикальных движений контролируемых точек, полученными по результатам большого количества измерений, были установлены коэффициенты корреляции около 0,83. Это доказывает, что в обоих случаях были измерены одни и те же процессы, и что на основе полученных в результате измерений наклонов конструкций могут быть вычислены их горизонтальные перемещения и наоборот. Значимые коэффициенты корреляции были также установлены между изменениями температуры и деформациями верхнего строения моста, амплитудами высокочастотных колебаний несущих конструкций на определенных частотах и прохождением судов по каналу.

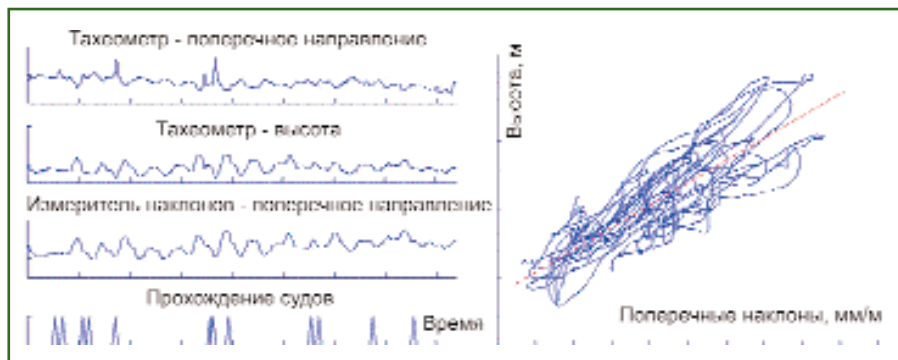


Рис. 4

Результаты деформационных измерений конструктивных элементов моста на водном перекрестке Магдебурга

#### Наблюдения на мостовом переходе Dammbuecke в Берлине

В 2005–2007 гг. силами Берлинского университета прикладных наук под руководством автора статьи были выполнены непрерывные деформационные измерения на мостовом переходе Dammbuecke в Берлине. Этот современный бетонный мостовой переход, общей длиной 69,80 м и шириной около 18,50 м, построенный в 1984–1986 гг., имеет по две полосы для автомобильного и трамвайного движения. Также как и в первом описанном проекте, главной задачей измерений являлось проведение очередной инспекции, оценка устойчивости этого инженерного сооружения и принятие своевременных профилактических мер, обеспечивающих его нормальную работу. Выполненные измерения включали высокоточное нивелирование и линейно-угловые измерения обширной сети специальных пунктов, установленных на опорах моста и вне зоны возможных деформаций. Особенностью мостового перехода является значительная кривизна подъездных путей как в плане, так и в профиле. По этой причине, особенно во время прохождения трамваев с общим весом около 18 т и других тяжелых транспортных средств, возникают значительные колебания несущих конструкций мостового перехода. Поскольку

такие колебания при определенных условиях способны значительно ухудшить несущую способность инженерного сооружения, было принято решение дополнительно к названным классическим измерениям применить многочасовые непрерывные высокочастотные измерения при помощи роботизированного электронного тахеометра и измерителя наклонов на характерных элементах мостового перехода. Во время измерений отражатель и электронный измеритель наклонов Leica Nivel 20 были закреплены в центральной части мостового перехода. Электронный тахеометр Leica TCRP 1202 располагался вне зоны деформаций, на расстоянии около 70 м от отражателя, таким образом, чтобы оптический луч был близок к горизонтальной плоскости и проходил параллельно оси моста. Такая организация угловых измерений позволяла без каких-либо преобразований вычислить вертикальные и поперечные движения отражателя и соответствующие деформации верхнего строения моста и избежать искажений из-за менее точных линейных измерений.

Не останавливаясь на обработке всех результатов измерений, представим только один путь анализа взаимного влияния различных параметров. На рис. 5 изображены типичные результаты измерений (тахеометр и измеритель наклонов) на протяжении примерно пяти часов, ин-

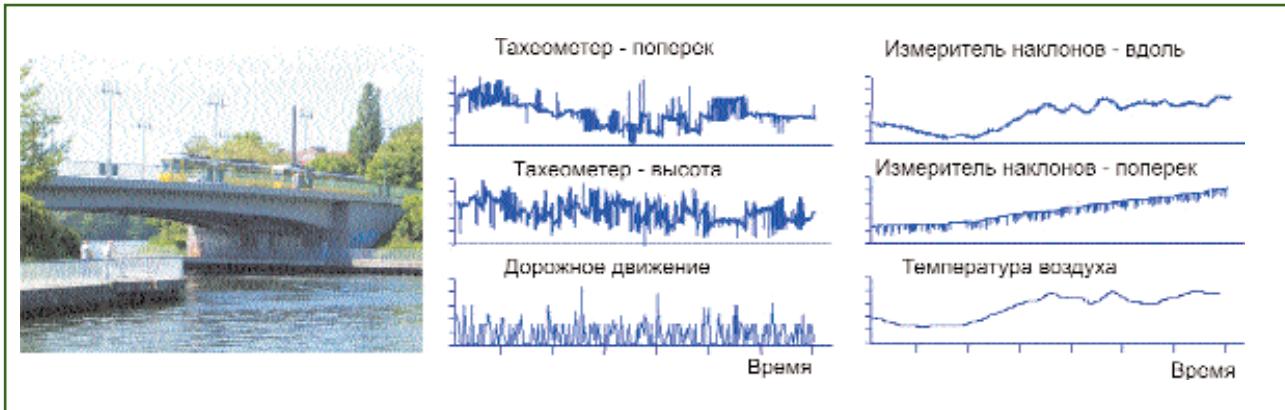


Рис. 5

Непрерывные деформационные измерения на мостовом переходе Dammbuecke (Берлин)

терполированные с одинаковой частотой 10 Гц без применения какого-либо математического фильтра. На основании этих результатов по методу наименьших квадратов были вычислены коэффициенты аппроксимированного низкочастотного сигнала. С целью определения возможного влияния транспорта и температуры окружающей среды на несущие конструкции с точностью до одной секунды было дополнительно зарегистрировано время прохождения отдельных тяжелых транспортных средств по мосту в районе контрольных пунктов и температура воздуха.

Наиболее очевидным путем для того, чтобы определить на каких частотах дорожное движение вызывает колебания несущих конструкций, является разбиение сигналов на отдельные короткие участки равной длины («окна») с последующим приме-

нением алгоритма быстрого преобразования Фурье к каждому из них. Этот прием широко известен в практике анализа сигналов как STFFT (Short Time Fast Fourier Transform). Длина «окон» должна быть достаточно большой, чтобы в них на основании разложения в ряд Фурье можно было вычислить с достаточно большим разрешением амплитудно-частотную характеристику сигнала, и в то же время достаточно короткой, чтобы эти параметры можно было привести к какому-либо конкретному времени. Оптимальные результаты в рассматриваемом случае были получены при «окнах» из 512 измеренных величин (51,2 с). На графике внизу слева, на рис. 6, представлены усредненные на ширину «окна» результаты измерений, вызванные движением транспортных средств по мосту, а на графике вверху — вычис-

ленные амплитуды колебаний несущих конструкций в поперечном направлении (измеритель наклонов) на различных частотах. Математическая зависимость между этими сигналами описывается коэффициентами корреляции, значения которых между средними амплитудами колебаний и интенсивностью транспортного движения, полученные на основе большого количества данных, составили около 0,7. Это доказывает, что именно движение транспортных средств по мостовому переходу является главной причиной его колебаний на контролируемых частотах. Представленные результаты позволяют также установить, какие именно частоты определяют диапазон собственных колебаний контролируемых конструкций. Так в рассматриваемом примере установлена особенно тесная корреляционная связь между обоими сигналами на частотах около 3 Гц (график справа на рис. 6).

Опыт наблюдений за деформациями конструкций инженерных сооружений позволяет сделать следующие выводы.

Изменение температуры, а также неодинаковый солнечный нагрев пролетного строения может значительно изменять форму несущих конструкций, особенно в середине пролета. Поэтому при сравнении результатов деформационных измерений при различных температурах не-

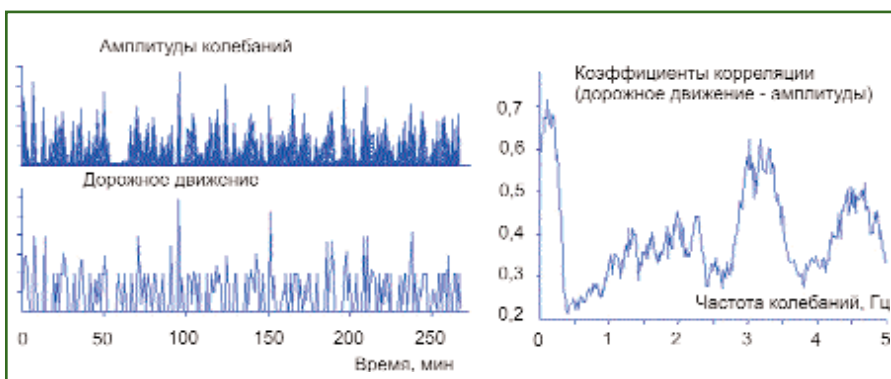


Рис. 6

Спектральный анализ колебаний несущих конструкций (мост Dammbuecke, Берлин)

обходимо вводить поправки в полученные координаты, чтобы привести результаты каждого цикла наблюдений к температуре первого цикла измерений. Для математического анализа таких деформаций должен использоваться низкочастотный фильтр. Если изменения температуры вызывают сравнительно медленные изменения геометрии несущих конструкций, то движение транспортных средств активизирует их быстрые колебательные движения. Эти колебания могут быть успешно выделены при помощи высокочастотного фильтра и дальнейшего спектрального анализа.

В то время как несущие конструкции современных строительных сооружений в соответствии с появлением новых материалов и изменяющимся вкусом становятся все более изящными, нагрузки на них возрастают с каждым годом. Чем легче становятся строительные сооружения, тем сильнее

они деформируются в результате различных внешних воздействий, таких как изменение температуры окружающей среды, ветровая или транспортная нагрузки. Теоретические вычисления таких, как правило, периодических, деформаций для существующих сооружений, даже при известных величинах нагрузки, ненадежны, так как параметры строительных материалов в процессе эксплуатации изменяются, как правило, неравномерно. На основе описанных методов измерений и обработки расчетные модели деформаций могут быть успешно проконтролированы, что позволит повысить надежность их прогнозирования. Практическая реализация подобных задач требует интенсивной совместной работы различных специалистов и, в первую очередь, в области геодезии и строительства.

#### ▼ Список литературы

1. Resnik B. Analyse von automatisierten Deformationsmessungen

mit Wavelet-Transformation. — VDVmagazin 3/2007. — S. 200–203.

2. Resnik B. Approximation von dynamischen Bauwerksdeformationen anhand der kontinuierlichen Messung mit geodatischen Sensoren. — VDVmagazin 5/2007. — S. 360–363.

#### RESUME

The below given conclusions have been drawn based on the experience of conducting continuous geodetic measurements of the building structural deformations under this article's author supervision. While processing the data measured it is necessary to consider not only geometrical parameters but exogenous factors varying in-between the observation cycles including ambient temperature as well as wind and mechanical loads. Additionally for the further measurement interpreting it is recommended to process separately low frequency and high frequency components using certain elements of the correlation, regression and spectral analysis.

## Инженерно-геодезические изыскания

Геодезическое сопровождение  
строительства

Разработка систем  
дистанционного мониторинга

Поставка оборудования

тел. (495) 955-2857

тел./факс (495) 580-5816

info@geometer-center.ru

www.geometer-center.ru

**Leica**  
Geosystems

**ГЕОМЕТР** Центр

# ОПЫТ СОЗДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОЙ ГИС ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**А.Ю. Николаев** (Группа компаний «ВИЗИР», Великие Луки, Псковская область)

В 1987 г. окончил Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта (в настоящее время — Петербургский государственный университет путей сообщения) по специальности «промышленное и гражданское строительство». После окончания института работал в Строительном тресте № 52, ООО «Стройкомплект», ЗАО «ЗЭТО». С 1998 г. работал начальником отдела Кадастровой палаты по Псковской области, а с 2001 г. — главным архитектором Великолукской районной администрации. С 2002 г. работает в группе компаний «ВИЗИР», в настоящее время — начальник отдела землеустройства и оценки. Одновременно является директором ООО «Кондор Гео» (проектное подразделение группы компаний «Визир»). В 2006 г. окончил аспирантуру Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Кандидат экономических наук.

## ▼ Проблемы информационного обеспечения градостроительного комплекса в городе Великие Луки

Экономический спад 1990-х гг. привел не только к значительному сокращению деловой активности, но и снизил усилия и влияние власти города на поддержание его планомерного развития. Планирование города, осуществлявшееся в увязке с государственными планами развития промышленного комплекса, титульными списками строящихся предприятий, прекратилось. Однако жизнь в городе не остановилась: появилось большое число предприятий обслуживания и торговли, получила развитие частная застройка, значительно (в разы) увеличилась плотность транспортного потока на улицах. Некоторая бессистемность, присущая, очевидно, бизнесу на ранних стадиях поиска рыночных возможностей, отразилась и на городской застройке последних 15 лет.

Система градостроительного планирования, как и любая другая система, без должной «энергетической подпитки» подвергается процессу разру-

шения. Отсутствие финансирования, необходимого для проведения работ по актуализации градостроительной документации и внесения текущих изменений в картографическую основу, недисциплинированность проектировщиков и застройщиков в части предоставления в органы архитектуры исполнительной документации привело к тому, что существующий картографический материал не отражает текущего состояния дел, а зачастую вообще отсутствует. Произошла потеря актуальной градостроительной информации. В настоящее время из 800 планшетов масштаба 1:500, необходимых для картографического отображения городской территории, имеется только 500, да и этот материал недопустимо устарел. Его актуальность соответствует началу 1990-х гг.

Рост экономики города в последние годы отразился и на строительном комплексе. Стали расширять свои производства крупные промышленные компании, началось строительство многоэтажного жилья, логистических центров и крупных торговых комплексов. Все это тре-

бует землеотвода, планирования размещения новых производств, объектов гражданского назначения и городской инфраструктуры, т. е. возобновления функции управления градостроительным комплексом в полном объеме. В силу отсутствия актуальной градостроительной информации земельные участки под строительство объектов часто формируются с нарушением системных принципов градостроительства: вместо порядка предоставления земельных участков на основе градостроительного регламента и в соответствии с градостроительной документацией, применяется норма Земельного кодекса с предварительным согласованием размещения объекта.

Такое состояние дел повышает вероятность того, что могут быть потеряны красные линии застройки, сократятся мощности транспортной и инженерной инфраструктур, территории, необходимые для озеленения, нарушится принцип комплексного формирования системы обслуживания, что в целом приведет к нарушению условий комфортного проживания жителей.

Учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что в настоящее время отсутствие актуальной градостроительной информации является одной из главных проблем эффективного управления градостроительным комплексом города. Проблемы по определению не решаются в принципе, решаются конкретные задачи

▼ **Принципы постановки и пути решения задач информационного обеспечения градостроительства**

Согласно градостроительному кодексу РФ органы местного самоуправления обязаны вести информационную систему обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД), предназначенную для предоставления участникам градостроительной деятельности информации о принятых градостроительных решениях в отношении территории муниципальных образований. Кроме того, ИСОГД предназначена для ведения систематизированного свода документированных сведений о развитии территории, ее застройке, земельных участках, объектах капитального строительства в интересах обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц достоверными сведениями, необходимыми для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности. При этом основным критерием полезности такой информационной системы является социальный и экономический эффект — сокращение сроков разрешительной процедуры в строительстве и связанных с этим издержек, четкие координация и планирование работ хозяйствующих субъектов и служб города, в том числе при осуществлении превентивных мер по предупреждению аварий и чрезвычайных ситуаций.

Основой информационной базы обеспечения градостроительной деятельности (градостроительного кадастра), определяющей конечную цель, является градостроительная документация, которая содержит решения по регулированию застройки города. ИСОГД должна обладать технологическими возможностями современных геоинформационных систем (ГИС), обеспечивая работу с пространственными данными объектов, расположенных на территории города.

Следует отдать должное мэру города Великие Луки, городской думе и руководителю управления архитектуры и градостроительства города в том, что они, понимая эту проблему, за счет средств городского бюджета нашли возможность финансирования проекта по созданию муниципальной ИСОГД. Для реализации данного проекта Администрация города разработала и утвердила целевую программу, определив основные направления, которые должна поддерживать муниципальная информационная система обеспечения градостроительной деятельности. Среди них следует отметить следующие:

— разработку документов территориального планирования и правил землепользования и застройки;

— разработку перечня разрешенного использования и всех видов градостроительных ограничений объектов недвижимости в процессе государственной регистрации прав на недвижимость;

— подготовку исходно-разрешительной документации для строительства и реконструкции объектов капитального строительства, в том числе при проведении земельных и инвестиционных торгов (в части градостроительного регулирования использования земельных участков и иных объектов недвижимости);

— подготовку документов по установлению и изменению границ и видов разрешенного использования земельных участков;

— принятие решений по резервированию и изъятию земельных участков для государственных и муниципальных нужд;

— присвоение адресов новым объектам капитального строительства на территории муниципального образования;

— оценку объектов недвижимости, в том числе кадастровую, определение платежей за землю и связанной с ней недвижимостью;

— осуществление контроля над соблюдением земельного и градостроительного законодательства;

— проведение публичных слушаний по проектам территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территорий и размещения объектов капитального строительства;

— мониторинг состояния инженерной инфраструктуры города, экологической обстановки, транспортной ситуации и др.;

— накопление и анализ данных инженерных изысканий для строительства на территории муниципального образования;

— создание специализированных баз данных и карт, в том числе для спутниковой навигации, разработка отраслевых ГИС;

— предоставление информации заинтересованным лицам, компаниям и службам города по запросу.

Для достижения поставленных целей информационная система должна включать:

1. Геодезические и картографические материалы (координатную основу города, топографические планы масштабов 1:500–1:2000, а также карты различных масштабов);



# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Санкт-Петербург

◆ Поставка геодезического оборудования  
и внедрение новых технологий

◆ Крупнейший на Северо-Западе  
технический и сервисный центр

(лицензия №002754-Р Федеральное агентство  
по техническому регулированию и метрологии)



**ВЫБОР ЗА ВАМИ!**

197101, г. Санкт-Петербург  
ул. Большая Монетная, д.16  
тел./факс: (812) 363 43-23

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

[www.geopribori.ru](http://www.geopribori.ru), e-mail: [office@geopribori.ru](mailto:office@geopribori.ru)



2. Материалы в текстовой форме и в виде карт (схем), в которых должны быть отражены сведения:

- о документах территориального планирования Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, муниципальных образований, материалах по их обоснованию (документы и сведения о границе города Великие Луки);

- о правилах землепользования и застройки;

- о документации по планировке территории;

- об изученности природных и техногенных условий на основании данных инженерных изысканий;

- об изъятии и о резервировании земельных участков для государственных или муниципальных нужд;

- дела о застроенных и подлежащих застройке земельных участках;

- иные документы и материалы (например, о градостроительной ценности территории города, транспортных потоках, перспективном планировании и др.).

Таким образом, основой ИСОГД города должна стать муниципальная ГИС, включающая картографический материал в цифровом виде, отражающий городскую застройку, проезжие части дорог, контуры кварталов, а также инженерные сети города с точностью масштаба 1:500. Наличие этих данных позволит различным службам города получить точные координаты объектов городской застройки и инженерных сетей, их основные характеристики, информацию о взаимном расположении сетей различных типов, а также ориентиры на местности, например, для точного нахождения места аварии и т. д.

Для создания такой картографической основы определены следующие первоочередные этапы:

- подготовка обновленной растровой картографической основы города в масштабе 1:2000 по данным космических снимков либо аэрофотосъемки с привязкой в местной системе координат;

- установление границ города Великие Луки и их закрепление на местности межевыми знаками;

- создание векторного цифрового плана города масштаба 1:500 с нанесением коммуникаций по имеющимся планшетам (предварительно) и данных земельного кадастра;

- обновление векторного цифрового плана по данным инструментальной наземной топографической съемки и уточнение характеристик инженерных сетей и коммуникаций, начиная с территорий, предназначенных для нового строительства и перспективной застройки.

В дальнейшем необходима постепенная корректировка плановой геодезической основы города.

Если следовать предложенной схеме, то, с одной стороны, удастся избежать сплошной топографической съемки на первом этапе, что значительно сократит затраты на создание ИСОГД города. С другой стороны — достаточно быстро появится достоверный рабочий материал, необходимый для координации деятельности участников градостроительства, который позволит принимать оперативные, обоснованные решения, избегать разорительных для города, бизнеса и жителей ошибок, сократить сроки и стоимость строительства и достаточно быстро окупить вложенные в систему средства.

Подводя итог, следует отметить, что общая направленность ИСОГД в городе Великие Луки заключается, главным образом, в обеспечении упорядоченного и планомерного развития города и его инфраструктуры, сокра-

щению сроков инвестиционного цикла и стоимости строительства за счет упрощения разрешительной процедуры, а также повышения эффективности городских служб муниципального хозяйства и снижения уровня аварийности эксплуатации городских инженерных сетей.

Пользователями этой системы станут городские службы архитектуры и градостроительства, управления муниципальным имуществом, службы коммунального хозяйства города, инвесторы-застройщики, проектные и изыскательские организации, транспортные компании, экстренные службы города, частные застройщики и землепользователи.

#### ▼ Этапы и технология создания муниципальной ГИС

По результатам конкурса, проведенного Администрацией города Великие Луки, исполнителем работ по созданию муниципальной ГИС для информационной системы обеспечения градостроительной деятельности была выбрана организация ООО «ВИЗИР» — головное предприятие группы компаний «ВИЗИР».

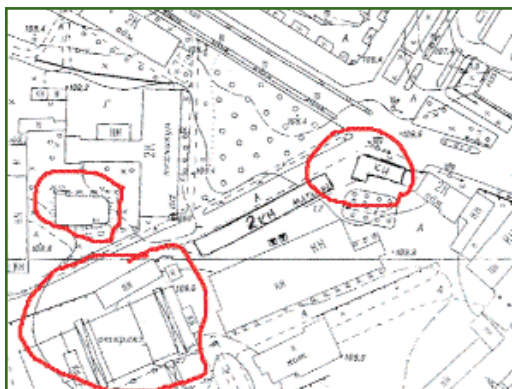
На основании изучения и анализа имеющихся исходных материалов были определены основные этапы создания муниципальной ГИС, необходимые виды работ и их объем (см. таблицу).

Для выполнения работ второго и третьего этапов управлением архитектуры и градостроительства города были переданы картографические материалы на бумажных носителях масштаба 1:2000 (1994–1996) и масштаба 1:500 (1989–1991). Фрагмент плана масштаба 1:500 представлен на рис.1.

Были заказаны и получены цифровые изображения с космического аппарата QUICKBIRD (рис. 2), позволившие использовать их для корректировки растрового плана масштаба 1:2000.

## Основные этапы создания муниципальной ГИС, виды работ и их объем

Номер этапа	Наименование этапа и вида работ	Объем
1	Установление границ города Великие Луки на местности, с закреплением межевыми знаками	64,9 км
2	Создание картографической основы муниципальной ГИС обеспечения градостроительной деятельности города Великие Луки	
2.1	Создание актуальной растровой основы масштаба 1:2000 с привязкой к местной системе координат	~70 км <sup>2</sup> (71 планшет масштаба 1:2000)
2.2	Векторизация растровой основы масштаба 1:2000	~1775 дм <sup>2</sup>
2.3	Создание ГИС на основе цифрового векторного плана масштаба 1:2000	
3	Развитие ГИС на основе цифрового векторного плана масштаба 1:500	
3.1	Уточнение растровой основы по имеющимся картографическим материалам масштаба 1:500	~18,75 км <sup>2</sup> (~300 планшето масштаба 1:500)
3.2	Векторизация полученной растровой основы и создание векторного плана масштаба 1:500	7500 дм <sup>2</sup>
3.3	Топографическая инструментальная съемка в масштабе 1:500	133,7 га
3.4	Уточнение ГИС на основе данных топографической инструментальной съемки	133,7 га



**Рис. 1**  
Фрагмент плана масштаба 1:500 на бумажной основе



**Рис. 2**  
Фрагмент цифрового космического снимка с КА QUICKBIRD

Подготовка данных для привязки космических снимков осуществлялась с помощью двухчастотных спутниковых приемников GPS Trimble R8 GNSS.

Из сравнения данных на плане (рис. 1) и космическом снимке (рис. 2) видно, что на территории города произошли существенные изменения.

Была реализована следующая технология создания картографической основы для формирования муниципальной ГИС ИСОГД.

Сначала выполнялось сканирование картографических материалов масштаба 1:2000, предоставленных управлением архитектуры и градостроительства города, с помощью планшетного широкоформатного сканера Smart LF. Для получения электронного плана города отсканированный материал трансформировался и привязывался в местную систему координат. По цифровым космическим снимкам выполнялась актуализация электронного плана города масштаба 1:2000, и на его основе создавался векторный электронный план масштаба 1:2000. В качестве программного обес-

печения для проведения этих работ использовалась ГИС «Карта 2005».

Затем осуществлялось сканирование планшетов масштаба 1:500, и полученные растровые изображения трансформировались и привязывались в местной системе координат. По растровым изображениям создавался электронный план города масштаба 1:500, который использовался для получения векторного плана масштаба 1:500. По мере выполнения инструментальной топографической съемки корректировался векторный план масштаба 1:500. Данные топографической съемки обрабатывались с помощью программного обеспечения IndorCAD/Топо.

Полученные таким образом векторные планы масштабов 1:2000 и 1:500 позволяют в дальнейшем вносить необходимые атрибутивные данные по каждому объекту города (рис. 3). В результате создается база пространственно-распределенных данных, привязанных к конкретным объектам.

Таким образом, дальнейшее создание ИСОГД на основе муни-



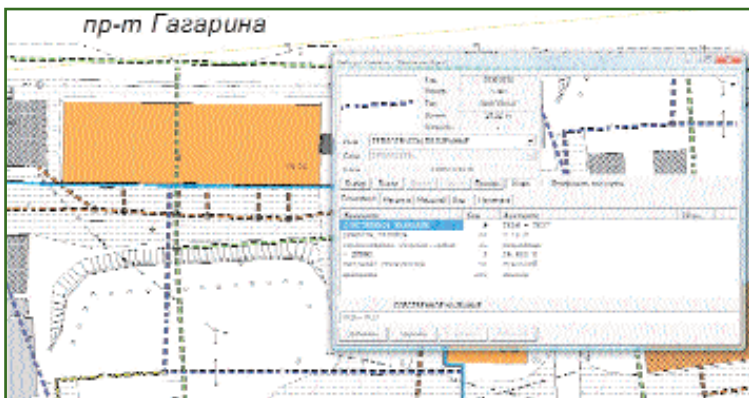


Рис. 3

Фрагмент векторного картографического материала с атрибутивной информацией

ципальной ГИС, кроме перечисленных выше задач, позволит:

- разработать градостроительный регламент земель города и связать его с конкретными земельными участками, которые планируется отводить под застройку в соответствии с генеральным планом;
- детализировать генеральный план для планомерной (упорядоченной) застройки конкретных районов города в соответствии с градостроительным регламентом;
- вести дежурный детализированный план и базу градостроительных объектов города: зданий, сооружений и инженерных сетей, с учетом их архитектурных и конструктивных особенностей, производительности (мощности), принадлежности и текущего состояния;

— вести дежурный детализированный план геологических, гидрологических и экологических условий строительства;

- формировать предпроектную документацию в соответствии с градостроительным регламентом и детализированным ге-

неральным планом с согласованными техническими условиями на строительство на стадии выделения земельного участка, что позволит оперативно получать необходимую информацию для принятия инвестиционных решений по строительству;

- создавать планы и карты различного назначения: туристические, спутниковой навигации и т. д.;

- создать и развивать единый кадастр объектов недвижимости для упорядочения имущественных, налоговых и арендных отношений.

**RESUME**

A problem of efficient management of the urban planning system in Velikie Luki is considered. This problem is first and foremost dependent on the lack of the both actual urban planning information and urban planning cadastre service. A description is given for the principles accepted as a basis for the municipal information service to support the urban planning activity and the complex of works on its creation based on the town's digital map.

# 3-DAS-1

## Цифровая камера для аэрофотосъемки

Три цветных канала (backward/nadir/forward) по 8000 активных пикселей

Превосходная радиометрия RGB 42bit

Узкоугольные объективы (36°) для снижения перспективных искажений на ортофото

Автоматическая геопривязка снимков

Стереосоставление с возможностью выбора угла конвергенции 16°, 26° или 42°



Wehrli/Geosystem

www.vingeo.com



**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  
группа компаний

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

Волгоград (8442) 94 8874  
Воронеж (4732) 35-3050  
Екатеринбург (343) 378-5771  
Казань (843) 570 5431  
Калининград (4012) 33-2000  
Краснодар (861) 254-2158  
Псков (831) 430 9025  
Новосибирск (383) 220-5187  
Омск (3812) 31-0210

Пермь (342) 235 2585  
Ростов-на-Дону (863) 205-1212  
Самара (846) 373-8130  
Санкт-Петербург (812) 496 6929  
Томск (3452) 40-5705  
Уфа (347) 292-1694  
Хабаровск (4212) 41 1338  
Челябинск (351) 265-6278  
Ярославль (4652) 42-7044

# Двухчастотный GPS приемник OmniSTAR 8305HP



**OmniSTAR 8305** — это надежный, необслуживаемый, двухчастотный DGPS приемник, способный принимать поправки платного дифференциального сервиса L-band для высокоточного определения местоположения. Наличие множества встроенных функций позволяет использовать приемник для производства различных видов геодезических работ.

Прочный, водонепроницаемый корпус защищает приемник от воздействия влаги и пыли, а применение двух частот выдачи данных позиционирования 5 Гц и 20 Гц делает возможным использование приемника, как для обычных, так и более динамичных, высокоскоростных условий эксплуатации.

#### Услуги VBS и HP+

OmniSTAR предоставляет услуги платного, дифференциального сервиса по всему миру и является лидером в проектировании и разработке технологии DGPS позиционирования с использованием геостационарных спутников. Система OmniSTAR в реальном времени обеспечивает потребителей дифференциальными поправками субметровой точности в режиме VBS (Virtual Base Station) и дифференциальными поправками дециметровой точности в режиме HP+ (High Performance). Указанные виды сервиса базируются на данных полученных от опорных наземных станций системы OmniSTAR в сочетании с высокоточной коррекцией орбит и часов спутников. При этом система OmniSTAR обеспечивает дециметровую точность позиционирования в глобальном масштабе, даже в таких отдаленных районах как Казахстан, Сибирь и Сахара.

#### Почему OmniSTAR 8305HP?

Удачное конструктивное решение, наряду с удобным, дружелюбным пользовательским интерфейсом делают возможным широкое применение приемника для решения задач в различных отраслях от геодезии до сельского хозяйства, от строительства до авиации.

#### Геодезия/ГИС

Тот факт, что OmniSTAR 8305HP обеспечивает данными высокоточного позиционирования на обширных территориях без необходимости установки локальных базовых станций, делает приемник превосходным инструментом для решения задач, требующих высокой мобильности, таких как сканирование земной поверхности, магнитометрическая съемка высоковольтных линий электропередач, обследование трубопроводов, выбор трасс автомобильных дорог, трубопроводов и линий электропередач.

Учитывая автономный метод использования, а также небольшой вес, приемник также легко применим для выполнения кадастровой съемки или для развития геодезических сетей на отдаленных территориях.

#### Авиация

OmniSTAR 8305HP не требует локальных базовых станций, что дает возможность пользователю проводить испытания воздушных судов на огромных территориях, получая данные высокоточного позиционирования в реальном времени, не требующих дополнительной постобработки. Это делает OmniSTAR 8305HP идеальным средством для применения при испытаниях и сертификации самолетов, полетном инспектировании, аэросъемочных работах, измерении высот и позиционировании беспилотных летательных аппаратов.

#### Сельское хозяйство

Приемник OmniSTAR 8305HP обеспечивает землеустроителей субметровой, или дециметровой точностью, применимой для широкого спектра задач высокоточного земледелия и автоматического управления сельскохозяйственными машинами, особенно при использовании с совместимыми системами автоматического руления, а также системами орошения и удобрения.

**ООО «СВАРОГ» — эксклюзивный поставщик оборудования под маркой OmniSTAR**

Россия, 119021, Москва, ул. Россолимо, 17, стр. 5

Тел +7 (495) 708-36-55, Факс +7 (495) 708-35-22

E-mail: commercial@svarog.ru, Интернет: www.svarog.ru



# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАДИОЛОКАЦИОННОМ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ

Д.Б. Никольский (Компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «исследование природных ресурсов авиакосмическими средствами». После окончания университета работал в ЗАО «Совинформспутник». Стажировался в Институте цифровой обработки изображений JOANNEUM RESEARCH (Грац, Австрия) по направлению «Радарная интерферометрия. Обработка и интерпретация радарных изображений». С 2007 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — специалист по обработке радиолокационных данных.

Оперативность получения актуальной пространственной информации о земной поверхности является важным требованием, предъявляемым к современным данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), наряду с высоким пространственным разрешением, а также геометрической точностью. Именно оперативность является одним из основных преимуществ радиолокационных систем ДЗЗ или SAR-систем. Также следует отметить, что благодаря микроволновому радиодиапазону (табл. 1), используемому в радиолокации, радиолокационные данные служат источником уникальной информации о земной поверхности. Они позволяют определять вертикальные смещения с высокой точностью (вплоть до нескольких миллиметров), что является альтернативой дорогостоящим и трудозатратным наземным измерениям.

К современным тенденциям в области радиолокации можно отнести следующие основные направления:

— использование радиолокационных данных в различных отраслях в качестве простран-

ственной основы для решения широкого круга задач, в том числе совместно с данными оптического диапазона;

— получение данных в режиме реального времени с задержкой буквально на несколько часов;

— создание высокоточных цифровых моделей местности (тандемные миссии);

— определение просадок и подвижек земной поверхности с высокой точностью;

— применение поляриметрических данных;

— использование новых диапазонов и подходов в обработке данных.

Происходит активное развитие общемировой группировки коммерческих радиолокацион-

ных систем. В 2005 г. на орбите находилось только три космических аппарата с системами среднего разрешения, работающих в радиодиапазоне. В настоящее время доступны данные восьми радиолокационных систем, причем пространственное разрешение изображений, получаемых с их помощью, достигает 1 м.

## ▼ Перспективные радиолокационные системы

Рассматривая современные тенденции в радиолокационном дистанционном зондировании земной поверхности, нельзя не отметить активное развитие именно спутникового сегмента, а не только технологий обработки данных. Круг задач, решаемых с помощью радиоло-

Параметры микроволнового радиодиапазона Таблица 1

Диапазон	Длина волны, см	Частота, ГГц
Ka	0,8–1,1	40,0–26,0
K	1,1–1,7	26,5–18,5
Ku	1,7–2,4	18,5–12,5
X	2,4–3,8	12,5–8,0
C	3,8–7,5	8,0–4,0
S	7,5–15,0	4,0–2,0
L	15,0–30,0	2,0–1,0
P	30,0–100,0	1,0–0,3

Перспективные радиолокационные системы

Таблица 2

Наименование системы	Страна	Дата запуска, год	Диапазон	Периодичность, дней	Характеристики съемки		
					ПР, м	ПС, км	ПЛ
COSMO-SkyMed-3	Италия	2008	X	16	1	10	Да
RISAT-1	Индия	2008–2009	C	12	2	10	Да
TanDEM-X	Германия	2009	X	11	1	10x5	Да
Кондор-Э	Россия	2009	S	—	1–2	10–20	Нет
HJ-1C	Китай	2009	S	31	1	—	Нет
SAOCOM-1A/1B	Аргентина	2010	L	16	7	50	Да
Kompsat-5	Южная Корея	2010	X	—	1	5	Нет данных
Sentinel-1	Европа	2011	C	12	5	80	Да
BIOMASS	Европа	2013	P	30	50	—	Да
CoRe-H2O	Европа	—	X и Ku	3–12	50	100	Да

**Примечания.** ПР — максимальное пространственное разрешение, которое дает система; ПС — полоса съемки соответствующего режима; ПЛ — возможность поляриметрической съемки.

кационных данных, постоянно расширяется, что требует использования данных с новыми параметрами. В табл. 2 представлена обобщенная информация о перспективных радиолокационных системах. Некоторые из них рассмотрим более подробно, так как они являются уникальными и в будущем позволят получать данные для решения принципиально нового класса задач.

Система **TanDEM-X** служит дополнением к системе TerraSAR-X и предназначена для измерения высот на земной поверхности. В настоящее время она является одним из наиболее ожидаемых космических радиолокационных аппаратов, так как в результате совместного использования TerraSAR-X и TanDEM-X будет получена глобальная высокоточная цифровая модель местности (ЦММ), не имеющая аналогов, а также появится возможность получать данные для построения ЦММ на конкретные регионы независимо от метеоусловий.

Комплекс TerraSAR-X — TanDEM-X — это первый бистатический космический интерферометр, в котором земная поверхность облучается радио-

локатором с одного спутника, а регистрируется датчиками двух спутников (рис. 1). Он создается для достижения ряда целей.

Основной целью является создание глобальной цифровой модели местности (90% поверхности Земли) стандарта HRTI-3 и региональных ЦММ более высокой точности стандарта HRTI-4 (табл. 3).

Среди дополнительных можно отметить следующие цели: поляриметрическую интерферометрию, достижение суперразрешения, обработку различных бистатических режимов, интерферометрию при использовании мультипространственной базовой линии (Multi Baseline InSAR), интерферометрию вдоль орбиты (Along-Track Interferometry), получение данных при использовании четырех фазовых центров (за счет разделения антенны на две на каждом спутнике) и т. д.

Запуск космического аппарата (КА) с системой TanDEM-X запланирован на сентябрь 2009 г., после чего около трех месяцев будет проводиться ее тестирование и, начиная с 2010 г., начнется плановая съемка земной поверхности, которая должна быть законче-

на в 2012 г. Съемка будет выполняться в несколько этапов.

**Первый этап (2010 г.).** Получение полного покрытия земной поверхности с небольшой перпендикулярной базовой линией (около 300 м). Небольшая базовая линия дает меньшую точность, но обработка данных упрощается.

**Второй этап (2011 г.).** Достижение полного покрытия земной поверхности с большей

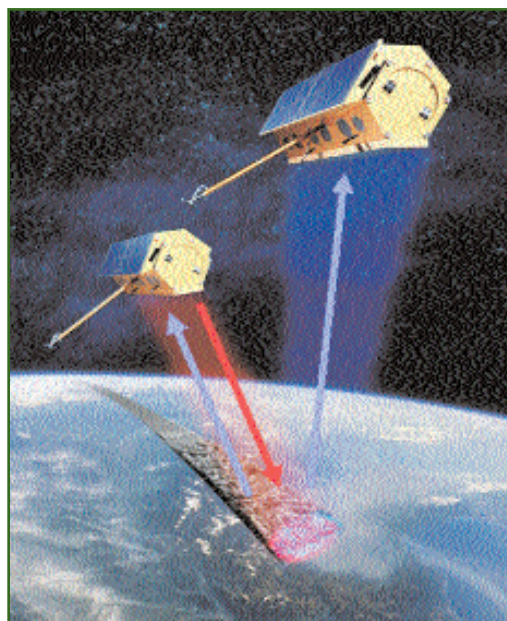


Рис. 1

Принцип работы комплекса TerraSAR-X — TanDEM-X

Стандартные уровни цифровых моделей местности

Таблица 3

Уровень	Пространственное разрешение, м	Вертикальная точность		Источник
		Абсолютная*, м	Относительная**, м	
DTED-1	90x90	30	20	SRTM-C, распространяемая свободно
DTED-2	30x30	18	12	ASTER, SRTM-X, ERS Tandem, SPOT 5 HRS, SRTM-C (ограниченные территории)
HRTI-3	12x12	10	2-4***	TanDEM-X, оптические спутниковые системы высокого разрешения
HRTI-4	6x6	5	0,8-2***	Системы самолетного базирования, TanDEM-X

**Примечания.** DTED (Digital Terrain Elevation Data) — ЦММ либо ЦМР среднего пространственного разрешения; HRTI (High Resolution Terrain Information) — ЦММ либо ЦМР высокого пространственного разрешения;

\* — определяется как 90% линейная ошибка в глобальном масштабе; \*\* — определяется как 90% линейная ошибка по точкам для участка 1x1; \*\*\* — в зависимости от рельефа местности.

перпендикулярной базовой линией (около 500 м). Полученные данные должны соответствовать стандарту HRTI-3. При обработке будут использоваться результаты, полученные на предыдущем этапе.

**Третий этап (2012 г.).** Съёмка сложных в отношении рельефа регионов (зоны переналожений и теней) под «другим ракурсом», а также съёмка с большими базовыми линиями для получения региональных ЦММ более высокой точности.

Комплекс TerraSAR-X — TanDEM-X за три года должен обеспечить многократную съёмку земной поверхности, по результатам которой будет создана глобальная цифровая мо-

дель местности с относительной точностью по высоте 2 м для равнинных территорий и 4 м для горных районов. Точность ЦММ будет являться беспрецедентной для глобального покрытия. В настоящее время ближайшим аналогом можно назвать ЦММ, построенную по интерферометрическим радиолокационным данным С-диапазона системы SRTM (2000 г.) и имеющую уровень точности DTED-1 (табл. 3). Как известно, в системе SRTM съёмка проводилась и в X-диапазоне, но ввиду небольшой полосы захвата полученное покрытие содержало значительные пропуски (хотя уровень точности выше, чем для данных С-диапазона). SRTM

имеет ограничения по широте 60°N, поэтому Антарктика, а также большинство северных территорий (что актуально для России), не обеспечены достаточно точной высотной информацией. Запуск КА с системой TanDEM-X позволит решить эту проблему, и у пользователей появится возможность получать актуальные высокоточные высотные данные в глобальном масштабе. На рис. 2 для наглядности приведено сравнение ЦММ, построенным по данным TerraSAR-X (StripMAP, 12x12 м) и SRTM (90x90 м).

Космические аппараты с системой серии **Sentinel** являются новым проектом Европейского космического агентства и, в первую очередь, предназначены для получения регулярных данных через каждые 12 дней (один КА). В 2011 г. запланирован запуск КА с системой Sentinel-1, а затем — КА с системой Sentinel-2. С помощью двух КА появится возможность получать снимки земной поверхности с периодичностью в 6 дней. Такая частота съёмки позволит выйти на новый уровень в интерферометрической обработке данных.

Одной из тенденций развития съёмочных систем является получение данных в широкой полосе, но при этом с достаточ-

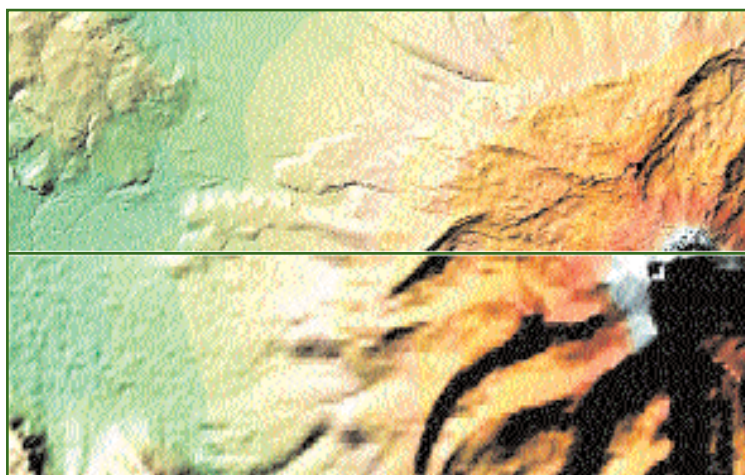


Рис. 2

Пример ЦММ, построенных по данным: TerraSAR-X (вверху); SRTM (внизу)

но высоким разрешением. В режиме, предназначенном именно для интерферометрии, съемка будет проводиться в полосе 250 км с пространственным разрешением 5x20 м. Таким образом, одна сцена будет иметь площадь более 60 тыс. км<sup>2</sup> и в совокупности с высокой периодичностью съемки это позволит достичь качественных результатов по выявлению малейших подвижек и просадок земной поверхности на значительных территориях.

Система **BIOMASS** также разрабатывается Европейским космическим агентством и предназначена для картографирования и мониторинга лесной растительности в глобальном масштабе. Съемка земной поверхности будет проводиться в Р-диапазоне длин волн (около 70 см) при полной поляризации излучения. Уникальность системы **BIOMASS** состоит в том, что она впервые будет проводить космическую радиолокационную съемку в Р-диапазоне, который наилучшим образом обеспечивает решение задач, связанных с исследованием растительного покрова.

В настоящее время отсутствуют космические радиолокационные системы, работающие одновременно в двух диапазонах. Первой подобной системой станет **CoRe-H2O**, предназначенная для исследования снего- и влагозапасов холодных регионов. В ней будут использованы коротковолновые диапазоны X и Ku, которые обеспечивают существенно меньшую проникающую способность излучения (для данного случая в снежный и ледовый покровы), чем диапазоны с большей длиной волны.

▼ **Перспективные направления в обработке и применении радиолокационных данных**

В настоящее время происходит активное развитие различных направлений и методик обработки радиолокационных данных (SAR-данных), причем большое число из них еще находится на экспериментальном, и даже на теоретическом уровнях. Рассмотрим наиболее перспективные из них с точки зрения практического использования.

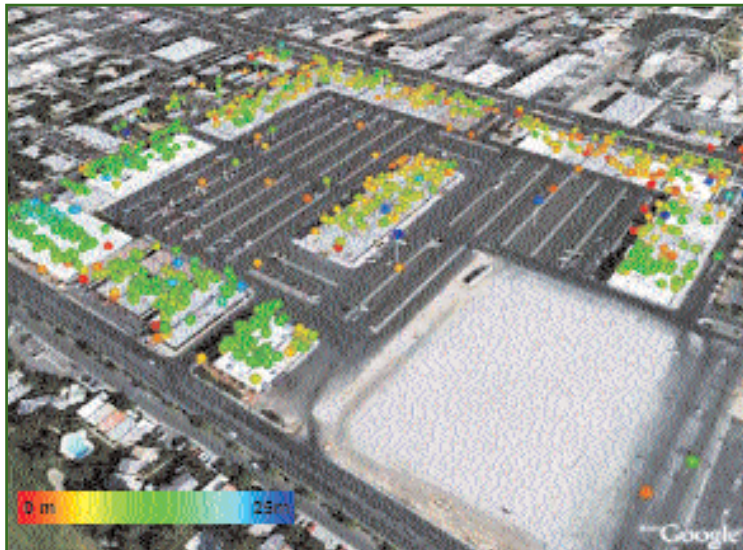
**1. SAR-данные — как пространственная основа.** Упор делается на минимизацию времени, проходящем между размещением заказа и поставкой данных заказчику. Причем речь идет как об изображениях (исправленных геометрически и радиометрически), так и о готовой конечной картографической продукции, такой как: топографические, ситуационные и тематические карты, карты изменения местности (в большей степени двумерные). Изучение вертикальных просадок и подвижек является отдельным направлением. При этом обработка радиолокационных данных максимально автоматизируется (в первую очередь, в области выявления изменений на местности — change detection), что позволяет существенно сократить сроки предоставления готовой продукции. Таким образом, заказчик может получить обработанные актуальные данные и созданную по ним картографическую продукцию в сжатые сроки — в течение нескольких дней.

**2. Измерение высот объектов местности, построение высокоточных ЦММ.** Для решения приведенных задач используется радиолокационная интерферометрия. Классическая методика интерферометрической обработки подразумевает использование данных, полученных при некоторых значениях базовых линий и, как правило, через определен-

ный промежуток времени. Для достижения высокой точности, а также обеспечения полноты результирующей интерферограммы наиболее эффективно применение однопроходной интерферометрической съемки, которую практически невозможно реализовать для космических систем. В связи с этим разработчиками комплекса TerraSAR-X — TanDEM-X была предложена уникальная система из двух спутников, работающих в бистатическом режиме, которые будут вести однопроходную интерферометрическую съемку (пример ЦММ см. на рис. 2).

Для самолетных систем развивается другое направление — интерферометрия при различных значениях базовых линий (multi baseline interferometry). По сути, обрабатываются матрицы данных с различными базовыми линиями, что позволяет работать на высокодетальном уровне. Другая методика, подразумевающая использование серий интерферометрических изображений (минимум при двух базовых линиях), будет реализована в проекте TerraSAR-X — TanDEM-X. Также следует отметить, что для интерферометрической обработки данных сверхвысокого разрешения используются несколько отличные алгоритмы, чем при работе с данными среднего разрешения. В новой версии программного модуля SARscape (ПК ENVI), предлагаемого компанией «Совзонд», такая поддержка уже реализована.

Наряду с описанными методиками существует методика определения высот объектов на радиолокационных изображениях, которая называется SAR-tomography (рис. 3). Ее сущность заключается в определении высот объектов по серии изображений (около 5) и по одним и тем же объектам — от-



**Рис. 3**  
Иллюстрация методики SAR-томографии, представленная в среде GoogleEarth (цвет точек соответствует высотам объектов на местности)

ражателям (наподобие методики Persistent Scatters Interferometry). Используя данный метод, можно получить точные высоты объектов (как правило, объекты городской или промышленной застройки), но не цифровую модель местности.

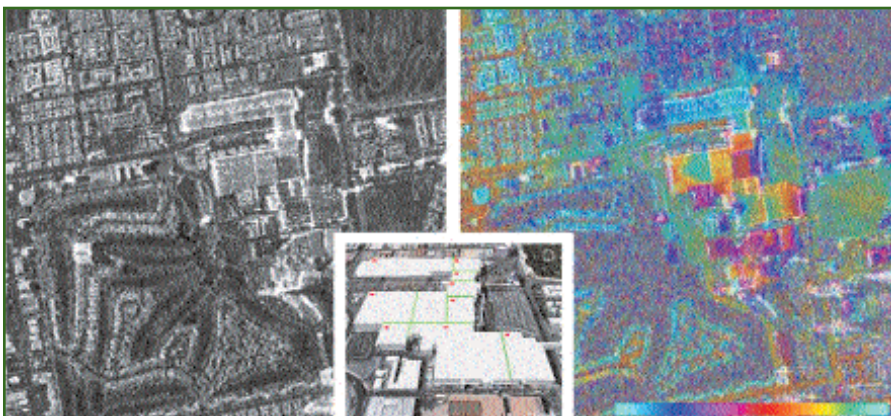
**3. Мониторинг деформаций различных объектов, выявление просадок.** Методика определения просадок земной поверхности и сооружений на ней, основанная на совместном выявлении постоянных объектов (отражателей) на большой

серии снимков (Persistent Scatters Interferometry), стала активно применяться относительно недавно. Причем для обработки использовались только снимки среднего пространственного разрешения. С появлением данных нового поколения с разрешением 1–3 м данная методика получила дальнейшее развитие, так как высокое разрешение обеспечивает на порядок большее количество объектов (отражателей) на 1 км<sup>2</sup>, по которым выполняется определение величин деформаций, чем для дан-

ных среднего разрешения. Описанная методика развивается и в другом направлении: в целом принцип обработки остается неизменным, но объекты обработки (отражатели) выбираются на основе значений их когерентности (Coherence Scatters Interferometry).

Классическая дифференциальная интерферометрия также остается актуальной для данных сверхвысокого разрешения. Изменения коснулись масштабов обработки: появилась возможность исследовать деформации отдельных крупных сооружений. На рис. 4 приведен пример мониторинга деформаций здания конгресс-центра (Лас-Вегас, США) по данным TerraSAR-X, выполненным в режиме съемки SpotLight. На интерферограмме (рис. 4), полученной за 44 дня, видны вертикальные смещения — одна цветовая полоса соответствует величине смещения в 1,55 см.

**4. Определение скорости быстро движущихся объектов.** По радиолокационным спутниковым данным можно уверенно определять скорость быстро движущихся объектов, например, автомобилей. Для этого используется методика — интерферометрия вдоль орбиты (Along-track Interferometry). Интерферометрическая пара представляет собой два изображения, полученные с одной орбиты, но с различными фазовыми центрами. Для отработки алгоритма использовались данные TerraSAR-X экспериментального режима Dual-Receive Antenna (DRA), при котором «разделение» на две субантенны (поддержка такого режима есть и у спутника Radarsat-2) позволяет получить два фазовых центра. В данном случае определяющей является временная базовая линия, составляющая миллисекунды или секунды. Полу-



**Рис. 4**  
Пример мониторинга деформаций здания конгресс-центра (Лас-Вегас, США): амплитудное изображение (слева); модель исследуемого здания (в центре); интерферограмма (справа)



ченные изображения обрабатываются совместно. Так как имеется задержка во времени и объекты движутся со значительной скоростью, появляется возможность получить смещение этих объектов относительно их реального положения и направления движения, которое определяет скорость (методика основана на доплеровском смещении). На рис. 5 приведен пример, иллюстрирующий данную методику. Цветные стрелки на трассе показывают скорость и направление

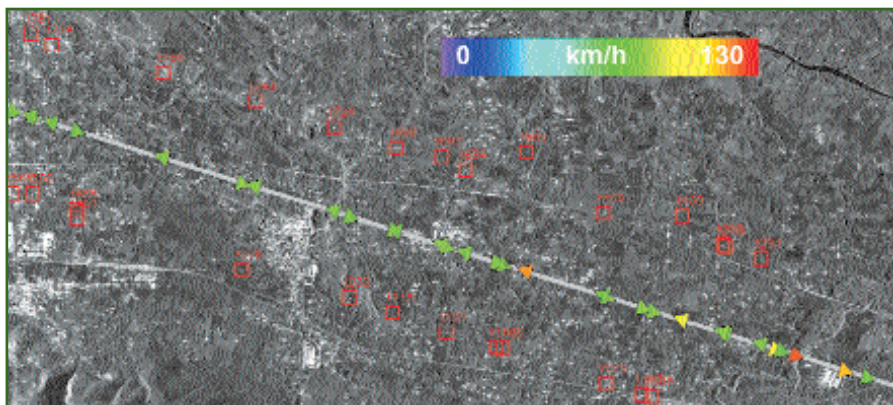


Рис. 5

Графическое представление методики определения скоростей автомобилей по данным TerraSAR-X в экспериментальном режиме съемки DRA

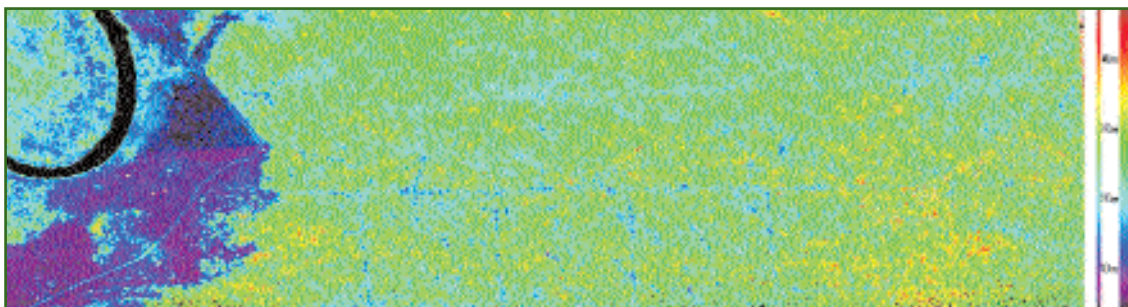


Рис. 6

Карта с высотами растительности, построенная по данным интерферометрической многополяризационной съемки системой E-SAR в L-диапазоне

движения, а красные квадраты обозначают автомобили, по которым, собственно, и определяется скорость.

**5. Поляриметрическая интерферометрия (Pol-inSAR).** Использование поляриметрических данных в настоящее время развито достаточно хорошо. Одна из главных тенденций в этой области касается интерферометрических многополяризационных данных, причем акценты в использовании данных такого типа в последнее время изменились. Если раньше поляриметрические данные применялись для интерферометрии с целью оптимизации и улучшения значений когерентности, то теперь основным направлением является исследование растительного покрова, в частности, определение высот деревьев. Комбинация интерферометрических

и поляриметрических данных позволяет извлечь информацию о вертикальной структуре лесного покрова. На рис. 6 приведена карта с высотами растительного покрова. Описанная методика уже отработана на самолетных радиолокационных данных, а ее реализация на основе спутниковой съемки еще исследуется.

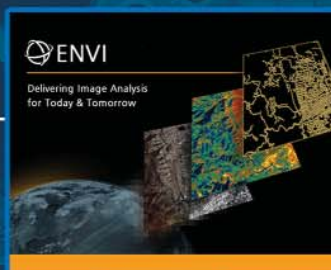
В статье рассмотрен только ряд наиболее интересных новых направлений применения радиолокационных данных. В действительности возможных прикладных направлений гораздо больше. Так как данная отрасль развивается достаточно активно, в дальнейшем число сфер деятельности и объем конкретных задач, решаемых по данным дистанционного зондирования Земли в радиодиапазоне, будет только увеличиваться.

При подготовке статьи использованы материалы VII Европейской конференции, посвященной радиолокации с синтезированной апертурой EUSAR 2008 (2–5 июня 2008 г., Фридрихсхафен, Германия).

#### RESUME

Promising spacebased radar remote sensing systems as well as the radar systems mounted onboard aircraft and helicopters are considered. These systems efficiency together with acquiring unique data on the being imaged surface are highlighted. The most interesting fields of the radar data applications including those for developing the spatial topographic control base, measuring objects' heights, creating high-precision DTMs, monitoring deformations of various objects and detecting their subsidence as well as determining the velocity of the moving objects.

# КОМПАНИЯ "СОВЗОНД" – ВРЕМЯ РЕШЕНИЙ



- Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) различного пространственного разрешения.
- Геопорталы на базе современных данных ДЗЗ.
- Программное обеспечение для выполнения технических проектов различного уровня сложности.
- Комплексные проекты по обработке космических снимков для целей создания и обновления картографической продукции.
- Тематическая обработка космических снимков.
- Создание прикладных геоинформационных систем.
- Центры оперативного космического мониторинга и пространственного анализа (ведомственные, региональные, отраслевые, корпоративные).
- Мобильные лаборатории.
- Программно-аппаратные средства для лабораторий ДЗЗ «под ключ».
- Консалтинговый центр.



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

# ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КООРДИНАТНОЙ СЪЕМКИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА CREDO III

**А.В. Спицын** («Триада Плюс», Казань)

В 1979 г. окончил Казанское высшее военное инженерное училище. После окончания училища проходил службу в ракетных войсках сухопутных войск. С 1992 г. работал техником, инженером, главным специалистом Главного управления архитектуры г. Казани. С 1998 г. по настоящее время — директор компании «Триада Плюс».

**А.А. Чернявцев** («Геостройизыскания»)

В 1986 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания института работал инженером отдела изысканий «ПромНИИПроект», с 1994 г. — ведущим инженером отдела изысканий предприятия «ПриЗ». С 1996 г. работает в компании «Геостройизыскания», в настоящее время — главный специалист.

Прошло более четырех лет с момента публикации первой статьи по данному вопросу в журнале «Геопрофи» (см. Геопрофи. — 2003. — № 5. — С. 40–43. — *Прим. ред.*). За этот период суть подхода к решению задачи не изменилась, более того, на основе приведенной в статье технологии, были выполнены работы на многих объектах. Тем не менее, произошли изменения в технической и программной составляющих технологии, предложенной авторами.

Так, например, расширились номенклатура и технические характеристики безотражательных электронных тахеометров, значительно усовершенствована их конструкция. Не ставя перед собой задачи обобщать и сравнивать технические характеристики безотражательных тахеометров различных фирм, в качестве примера приведем только те изменения, которые касаются приборного ряда электронных тахеометров компании Sokkia (Япония).

В настоящее время во всех электронных тахеометрах Sokkia применяются дальномеры, со-

зданные на основе технологии RED-tech и ее производных — RED-tech II, RED-tech EX. В этой технологии используется аналого-цифровой преобразователь для выборочной оцифровки полученного сигнала в трех различных частотных диапазонах, а также специальное программное обеспечение для вычисления значения расстояния. Данное техническое решение гарантирует автоматический выбор наиболее подходящего метода вычислений для конкретных условий измерений и, как результат, увеличивает дальность и точность измерений. RED-tech дальномер улучшен за счет приемо-передающей оптики и электронных компонентов. Лазерный луч дальномера имеет малый диаметр, что позволяет легко проводить измерения расстояний до объектов, имеющих малые размеры, под большим углом к поверхности объекта, сквозь препятствия, такие как сетчатые ограждения, листва деревьев и т. п.

Одной из важных характеристик прибора, применяемого для съемки фасадов, является пре-

дельная дальность работы в безотражательном режиме. Характеристики дальности и точности безотражательных тахеометров, выпускаемых фирмой Sokkia, приведены в таблице, из которой видно, что дальность измеряемых расстояний составляет от 150 до более 500 м, а точность измерения вертикальных и горизонтальных углов от 1 до 6”.

Значительные изменения произошли и в программном комплексе CREDO с разработкой программ третьего поколения



**Рис. 1**  
Фасад строящегося здания в городе Чебоксары

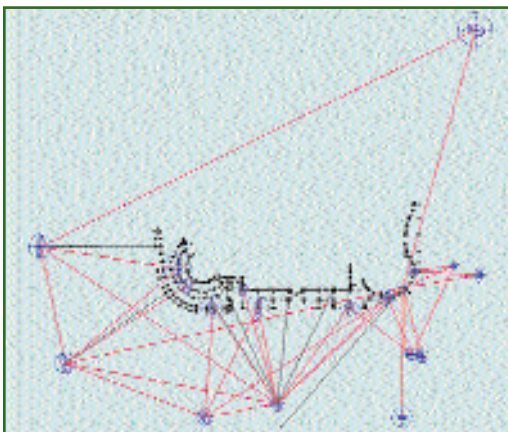


Рис. 2

Схема сети теодолитных ходов и ходов тригонометрического нивелирования

CREDO III: ТОПОПЛАН, ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН и ДОРОГИ. Более двух лет поставляется программа CREDO\_DAT версии 3.1, вышла ее новая версия 3.12. Отметим наиболее важные, именно для съемки фасадов, отличия программ CREDO III от программ предыдущего поколения. Прежде всего, осуществлен переход на многопользовательский режим, использование глобальной и локальной баз данных, современных и мощных СУБД (MS SQL Server и Oracle), что повышает удобство и скорость обработки полевых материалов, особенно на крупных объектах. В программах третьего поколения реализована функция загрузки растровых подложек любой цветности. Теперь имеется возможность применять в качестве подложек не только схемы и чертежи, но и цифровые снимки, что дает больше наглядной информации об объекте. Появился новый примитив — сплайн, который позволяет быстро и качественно отображать криволинейные поверхности. Расширены функции работы со структурными линиями. Особо следует отметить возможность назначения второго профиля структурной линии. Данная функция необходима для моделирования вертикальных поверхностей и крайне важна при работе с моделями фасадов зда-

ний. Появились дополнительные компоненты: «Менеджер баз данных», «Редактор линий и штриховок», «Редактор шаблонов» и др. Повышена точность построения модели по сравнению с программами CREDO\_TER и CREDO\_MIX.

Рассмотрим технологию съемки, подготовки и выпуска чертежей фасадов зданий и поэтажных профилей с использованием систем CREDO\_DAT 3.11 и ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0 на примере работ, выполненных на строящемся здании в городе Чебоксары (рис. 1). Не останавливаясь на описании полевых измерений, отметим только, что съемка фасадов проводилась электронным тахеометром Sokkia SET530RK3 в условной системе координат.

Камеральная обработка полученных при съемке данных включала ряд основных этапов, которые рассмотрим более подробно.

**Импорт файла измерений.** Файлы измерений импортировались из электронного тахеометра и являлись исходными данными для последующей камеральной обработки.

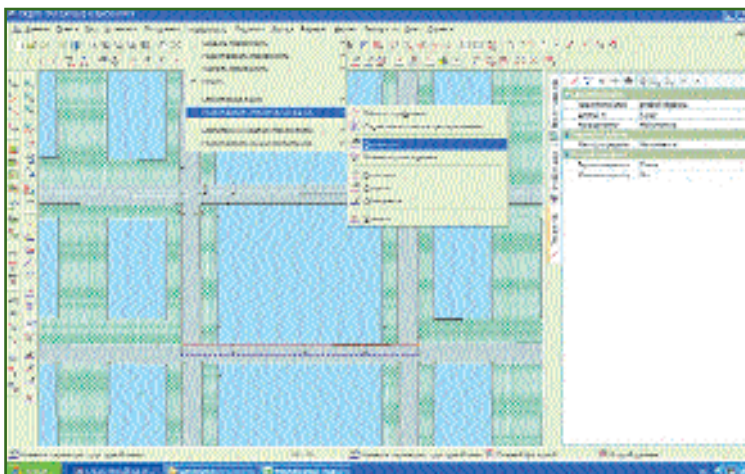
**Уравнивание сети теодолитных ходов и ходов тригонометрического нивелирования.** Уравнивание проводилось в программе CREDO\_DAT 3.11. Схема сети представлена на рис. 2.

**Преобразование файла координат.** Для того, чтобы получить поэтажные профили фасада, по сути, нужно получить разрез цифровой модели фасада, создаваемой на основе коорди-

#### Дальность и точность безотражательных электронных тахеометров, выпускаемых фирмой Sokkia

Марка тахеометра	Максимальная дальность работы дальномера в безотражательном режиме, м	Угловая точность
SET X1	>500	1"
SET X2	>500	2"
SET X3	>500	3"
SET X5	>500	5"
SET230RK3	>350	2"
SET330RK3	>350	3"
SET530RK3	>350	5"
SET230R3	>350	2"
SET330R3	>350	3"
SET530R3	>350	5"
SET230RK3L	>350	2"
SET530RK3L	>350	5"
SET230R3L	>350	2"
SET530R3L	>350	5"
SET230RK	>200	2"
SET330RK	>200	3"
SET530RK	>200	5"
SET230R	>200	2"
SET330R	>200	3"
SET530R	>200	5"
SET230RKЛ	>200	2"
SET530RKЛ	>200	5"
SET230RЛ	>200	2"
SET530RЛ	>200	5"
SET630RK	>150	6"
SET630R	>150	6"

**Примечания.** Первая цифра в названии прибора соответствует угловой точности прибора, R — безотражательный режим, K — расширенная клавиатура, L — низкотемпературный вариант (до  $-30^{\circ}\text{C}$ ). Все приведенные в таблице приборы имеют одинаковую точность измерения расстояния в безотражательном режиме:  $\pm(3 + 2 \times 10^{-6} \times D)$  мм.



**Рис. 3**  
Изображение фасада здания в ПО CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0

нат характерных точек. Для этого необходимо плоскость фасада, которая изначально находится в произвольной вертикальной плоскости, «положить» горизонтально (в плоскость XY).

Предварительно вычислив дирекционный угол между крайними точками цокольного этажа, изменением исходного опорного направления основной фасад был развернут по направлению дирекционного угла, равного 90°. Указав необходимые параметры в настройке шаблона и «отключив» станции, с которых не проводились измерения главного фасада, был выполнен экспорт точек в текстовый файл «Файл/Экспорт/По шаблону (точки)».

Далее можно было бы открыть в CREDO\_DAT 3.11 новый проект и импортировать полученный файл, меняя координаты X и Z. Но этого недостаточно, так как при таком переходе будут получены «зеркальные» искажения. Действительно, если мы работаем с вогнутым фасадом, то чем больше значение X, тем больше после замены X на Z будет значение Z. И там, где есть вогнутая поверхность, мы получим выпуклую. Для того, чтобы исключить эти искажения, до замены X на Z было проведено преобразование координаты X всех характерных точек по следующей формуле:

$$X_i' = X_i (-1) + K,$$

где **K** — положительное число, выбираемое по условию **K > X<sub>max</sub>**.

Другими словами, знак значений X менялся на минус, но, так как с отрицательными значениями работать неудобно, к каждому значению X прибавлялась положительная константа. Сделать это можно разными способами, в данном случае использовалась программа Microsoft Excel.

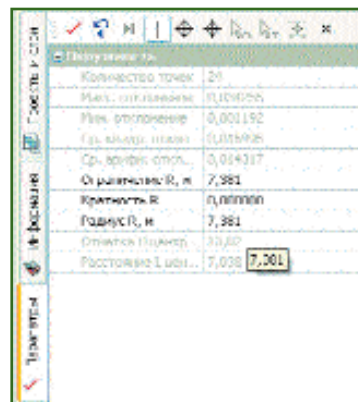
Только после этих преобразований был создан новый проект в CREDO\_DAT 3.11, в который импортировался полученный файл в формате TXT «Файл/Импорт/По шаблону (точки)». При создании шаблона замена местами координат X и Z позволила «положить» фасад в горизонтальную плоскость для создания цифровой модели рельефа фасада. В результате был получен набор точек, наглядно описывающих снимаемый объект. После сохранения данных работа в CREDO\_DAT 3.11 была завершена.

**Построение цифровой модели.** Вычерчивание геометрии фасада и создание цифровой модели рельефа фасада проводилось в CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0. При построениях использовались как фотографии, сделанные при съемке, так и абрисы сложных элементов фасада с описанием точек съемки. В результате, используя

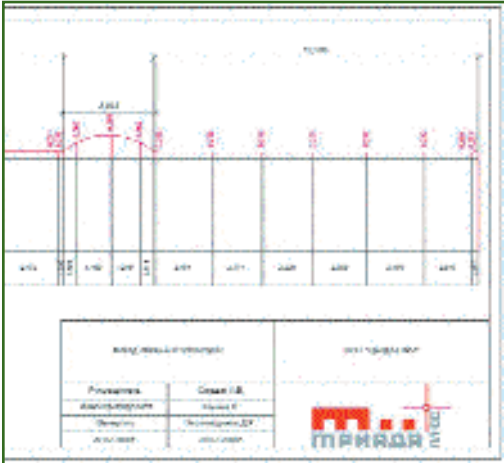
широкие возможности ПО CREDO III, а именно: элементы точной геометрии, маски, регионы с заполнением различной штриховкой, было получено изображение фасада здания, в полной мере отвечающее как требованиям точности, так и возможности отображения конструктивных элементов (моноклит, кирпич, блок и т. п.) (рис. 3).

Создание ЦМР по фасаду здания проводилось с использованием структурных линий со вторым профилем, на основе объединения групп треугольников с редактированием их параметров. Работа в окне профиля со структурной линией позволила интерактивно построить положение вертикальной стенки, тем самым точно определив положение балконов или других выступающих элементов фасада и одновременно подготовив ЦМР к созданию разрезов.

**Построение поэтажных профилей.** Разрезы фасада строились созданием ЛТО (линейный топографический объект) и последующим редактированием профиля ЛТО в окне профиля. Программа позволила адекватно построить не только прямолинейные участки разрезов, но и круговые элементы с аппроксимацией точек разреза на криволинейных участках, и оценить соответствие фактичес-



**Рис. 4**  
Оценка соответствия фактических радиусов кривых проектным значениям

**Рис. 5**

Фрагмент проекта чертежа разреза

ких радиусов кривых проектным значениям в окне параметров аппроксимации (рис. 4).

**Изготовление чертежей.**

Перед подготовкой чертежей разрезов были созданы новые шаблоны чертежей, штампы, шаблоны сеток профиля, заполнены сетки профилей, на профиле построены координаты и отметки (рис. 5).

По ходу работы заказчику передавались промежуточные материалы съемки:

— трехмерная модель «облака точек» в виде файла в формате DXF, который был получен из CREDO\_DAT 3.11 после уравнивания;

— рельеф фасада в формате 3D DXF, который был получен с помощью программы CREDO КОНВЕРТЕР 1.0 на основе цифровой модели, созданной в CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 1.0.

Предвидя возможную реакцию скептиков, заметим следующее. Действительно, программы CREDO\_DAT 3.11 и ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, входящие в комплекс CREDO III, разрабатывались не для создания цифровых моделей зданий и сооружений, а для решения проектно-изыскательских задач. Однако потенциал, заложенный в этих программах, позволяет применять их для решения разнообразных специализированных инженерных задач, возникающих на практике.

Имея в своем распоряжении программный комплекс CREDO и умело его применяя, можно избежать лишних затрат на приобретение дополнительного специализированного программного обеспечения. Поиск новых сфер применения программ комплекса CREDO III должен основываться на глубоких знаниях программ и практическом опыте их использования, которые можно получить в учебном центре НОУ «Ростройобразование» (Казань) или ЗАО «Геостройизыскания».

**RESUME**

A technology of survey as well as the preparation and output of the building facade drawings together with the floor profiles is considered based on the project fulfilled by the authors. The works were conducted at the building being constructed at Cheboksary using reflectorless total station Sokkia SET530RK3, the software CREDO\_DAT 3.11 and the LINEINYE IZYSKANIYA package of the CREDO III system.

## НАПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ:

**РОССТРОЙОБРАЗОВАНИЕ**  
НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

**инженерная геодезия**

**инженерная геология**

**проектирование генпланов**

**маркшейдерское дело**

**землеустройство**

**проектирование автомобильных дорог**

**CREDO-DIALOGUE**  
Региональный учебно-внедренческий центр

Наш адрес: 420111, РТ, Казань,  
ул. Дзержинского, 6  
Тел./факс: (843) 292-16-40, 292-22-22  
E-mail: triada@mi.ru

Лицензия № 204210 от 14 ноября 2007г.

# ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ITRES ДЛЯ НУЖД ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

## 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 аэрокосмического мониторинга, картографии и геоинформатики Красноярского государственного аграрного университета. Кандидат технических наук.

## Стивен Мах (ITRES, Канада)

С 1996 г. по 2005 г. занимал должность вице-президента по продажам прикладных программ компании ITRES, руководил основными направлениями бизнеса и отвечал за разработку CASI, а также систем лазерного сканирования. С момента получения ученой степени консультировал и курировал экспертов в области геоинформационных технологий, а также в вопросах, связанных с использованием CASI, TABI, SASI, TASI. В настоящее время — вице-президент компании ITRES по развитию бизнеса.

Лесохозяйственные и лесоустроительные работы всегда являлись одним из наиболее важных приложений гиперспектральных технологий, разрабатываемых компанией ITRES (Канада) и ее российским партнером — компанией «ГеоЛИДАР».

Россия и Канада обладают половиной мировых запасов леса, являющихся, по общему признанию, не только национальным, но и общечеловеческим достоянием. Интерес к изучению леса средствами авиационного мониторинга в обеих странах велик. Велики и успехи в этой области. Среди российских достижений можно отметить результаты, полученные под руководством профессора И.М. Данилина [1–2], связанные, в первую очередь, с использованием лазерно-локационных методов для целей инвентаризации и мониторинга лесов.

Опыт канадских специалистов также включает активное использование лазерно-локационных методов, дополненных другими технологиями авиационного дистанционного зондирования.

Весьма перспективными в этом смысле являются авиацион-

ные гиперспектральные технологии, реализуемые с помощью авиационных сканеров, производимых ITRES. По общему признанию, компания ITRES достигла значительных успехов в этой области, а разрабатываемые ею гиперспектральные сканеры CASI (Compact Airborne Spectral Imager), работающие в видимом и ближнем ИК-диапазонах, являются наиболее совершенными и востребованными.

Возвращаясь к вопросу использования аэросъемочных, вообще, и гиперспектральных технологий, в частности, для целей инвентаризации и мониторинга лесов, можно отметить следующее. Такие технологии разрабатываются во многих странах и по показателям точности и экономической эффективности превосходят другие известные в настоящее время дистанционные методы изучения и измерения параметров лесной растительности.

Структура, объемные показатели деревьев и древостоев, их фитомасса наиболее достоверно и точно определяются по лазерно-локационным данным («лазерным портретам»), интегрированным с ортотрансформиро-

ванными аэроснимками высокого разрешения, а также с геопривязанными гиперспектральными изображениями видимого и ближнего инфракрасного диапазонов электромагнитного спектра. Основой такого анализа является цифровая модель местности и поле распределения лесного полога, которые генерируются из данных лазерной локации за счет фильтрации импульсов лазерного сканера, отраженных от земной поверхности и растительности.

При обработке и анализе лазерно-локационных, аэросъемочных и гиперспектральных данных используются методы математической морфологии. Цифровая (лазерно-локационная) модель земной поверхности и лесной растительности, включающая в качестве компонента гиперспектральный слой, позволяет получать детальные координаты и морфометрические характеристики рельефа местности и лесных насаждений средствами трехмерной компьютерной графики и визуализации с использованием различных программных средств, таких как Air View Spatial, 3D Analyst и др.

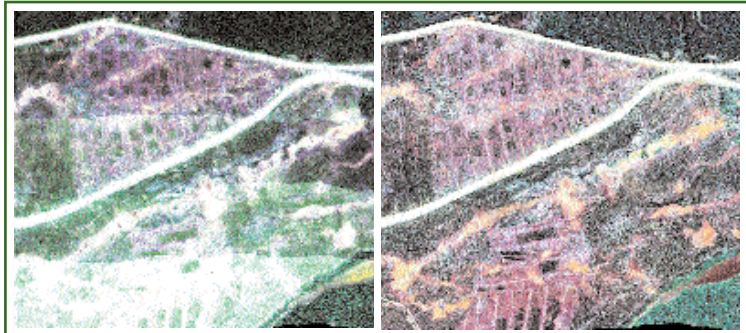
Говоря о применении технологии CASI в области лесопользования, можно выделить следующие основные направления:

- подсчет численности хвойных пород для инвентаризации и восстановления;
- учет плотности хвойных насаждений для планирования рубок;
- оценка прогалов в хвойных лесах;
- картирование пород хвойных лесов;
- смыкание крон;
- оценка состояния лесов, в том числе выявление болезней корней и ареалов распространения вредителей;
- идентификация пород деревьев, картирование пород деревьев;
- классификация земного покрова и др.

Использование гиперспектральных сканеров CASI позволяет получать изображения земной поверхности, представляющие не только яркость каждого пикселя, но и спектральную характеристику (сигнатуру). Одно это обстоятельство дает возможность достоверно классифицировать деревья по породам и проводить первичную оценку биологического состояния лесов.

Такого рода классификация осуществляется с помощью специального программного обеспечения, которое анализирует фактический зафиксированный спектр и сравнивает его с эталоном. При этом весьма важно исключить влияние на спектр отраженного сигнала, вызванного такими факторами, как рельеф местности (различная ориентация поверхности), солнечная радиация, глубокие тени из-за облаков и др.

Чтобы частично исключить изображение спектра, вызванного неопределенностью интенсивности солнечной радиации, используется специальный датчик, устанавливаемый в верхней части фюзеляжа летательного аппарата и служащий для регис-



**Рис. 1**

*Слева: исходная мозаика снимков CASI1500 с различной освещенностью между соседними проходами; справа: орторектифицированная мозаика снимков CASI1500 — различия в освещенности минимизированы*

трации излучения в верхней полусфере. Дополнительно используется специальное программное обеспечение, результаты применения которого представлены на рис. 1.

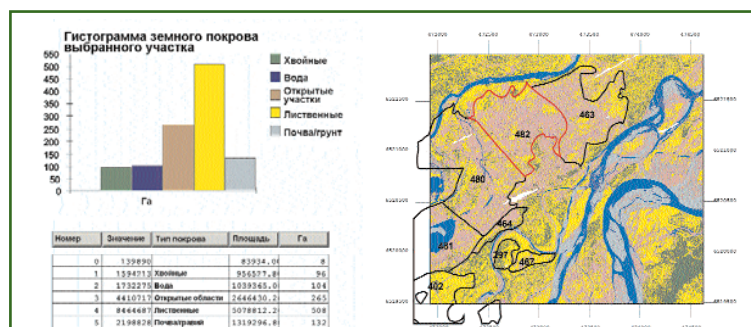
В некоторых случаях методы авиационной гиперспектральной съемки позволяют выполнить полный анализ лесного покрова с выделением местоположения отдельных деревьев и кустарников.

Результаты численного анализа, проведенного с использованием гиперспектральных изображений, полученных камерой CASI1500, приведены на рис. 2. Такой анализ позволяет получить статистически достоверные оценки площадей земной поверхности, покрытых растительностью того или иного вида, водных и открытых площадей.

Кроме идентификации пород деревьев и типов растительности гиперспектральные данные дают возможность оценить со-

стояние «здоровья» леса, фазы вегетации и других биометрических параметров.

Интеграция гиперспектральных и аэросъемочных данных является полезным и весьма перспективным направлением. Поскольку, во-первых, позволяет обеспечить ортотрансформирование и геопривязку гиперспектральных данных, что ценно само по себе, так как позволяет сразу же представлять результаты гиперспектральной съемки в виде картографических материалов в соответствующей проекции и в реальных геодезических координатах. Во-вторых, наличие лазерно-локационных данных и производных от них — цифровой модели рельефа и цифровой модели местности — дает возможность повысить достоверность результатов спектрального анализа, благодаря информации о взаимном расположении обследуемых объектов, ориентации отражаю-



**Рис. 2**

*Статистика классификации земного покрова выбранного участка*



щих поверхностей по отношению к источнику излучения и т. п. Пример интеграции гиперспектральных и лазерно-локационных аэросъемочных данных при выполнении мониторинга леса представлен на рис. 3.

В заключении отметим, что изменения, происходящие в настоящее время в российской лесной отрасли, сопровождаются значительным возрастанием интереса к авиационным методам сбора данных при выполнении работ по мониторингу и инвентаризации лесных угодий.

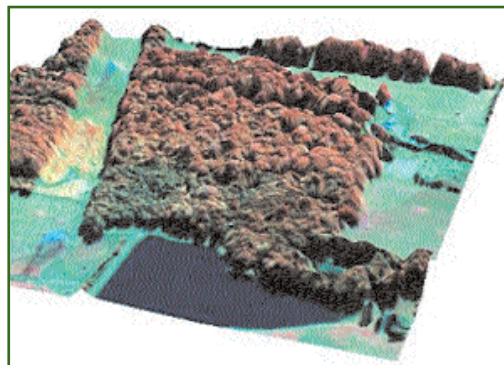
В связи с этим компании ITRES и «ГеоЛИДАР» видят свою задачу не только в распространении в России современного аэросъемочного оборудования, но и во всестороннем развитии методических аспектов, программных средств, комплексировании данных и решении других вопросов, связанных с эффек-

тивным использованием этих методов для решения насущных задач современного лесопользования.

*Авторы выражают благодарность директору Института землеустройства, кадастров и природообустройства Красноярского государственного аграрного университета профессору И.М. Данилину за помощь в подготовке публикации.*

▼ Список литературы

1. Медведев Е.М., Данилин И.М., Мельников С.Р. Лазерная локация земли и леса. Учебное пособие. Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: ГеоЛИДАР, Геокосмос; Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007, 229 с.
2. Данилин И.М., Медведев Е.М. Оценка структуры и состояния лесного покрова на основе лазерного сканирования и цифровой аэро- и космической съемки // География и природные ресурсы. — 2005. — 3. — С. 109–113.



**Рис. 3**  
Пример интеграции гиперспектральных и лазерно-локационных аэросъемочных данных

RESUME

In article questions of use of aviation hyperspectral scanners of company Itres for monitoring and inventory of wood grounds are considered. High efficiency of integration of the data laser location and hyperspectral aerial photograph is shown. Concrete examples of use of hyperspectral technologies of company ITRES in interests of a forestry are resulted.



# КБ ПАНОРАМА

www.gisinfo.ru



**ГИС Карта 2008**



**ГИС Сервер 2008**



**GIS WebServer**



**GIS Toolkit**



**“Земля и Недвижимость”**



**Блок “Геодезия”**

**3D-моделирование**

- Геоинформационные системы и ГИС-приложения для Windows, Linux, Solaris, Pocket PC 2003, ОС-РВ, QNX и др.
- ГИС-приложения для WEB
- 3D моделирование.
- Обработка геодезических измерений и формирование землеустроительной документации.
- Земельный кадастр и Межевое дело.
- Кадастр объектов недвижимости.
- Подготовка карт к изданию.
- Программное обеспечение для разработки собственных ГИС.

**ЗАО КБ “ПАНОРАМА”**  
 Россия, 119017, г. Москва,  
 Б.Толмачевский пер., дом 5, офис 1004  
 Тел.: (495) 738-0245, 725-1801  
 Тел./факс: (495) /39 0244  
 E-mail: panorama@gisinfo.ru  
 http://www.gisinfo.ru



Официальный разработчик ГИС «Карта 2008», GIS Toolkit, «Земли и Недвижимость», GIS WebServer

Свидетельство РосПатент: 910001, 990130, 2000610161, 2007614531, 2007614529  
 © Copyright Panorama Group 1991-2008

# ProMark 500 – выбор лидеров!!!

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

BLADE TECH  
INSIDE



## Преимущества системы:

- Использование технологии BLADE™ GNSS
- Высокоточное позиционирование в режиме RTK
- Обширный спектр коммуникационных возможностей
- Компактность и средства беспроводной связи
- Герметичность и ударостойкость
- Многофункциональный полевой терминал

## Контакты:

Россия +7 495 980 54 00

MShchadrov@MagellanGPS.com

Франция +33 2 28 09 38 00

professionalsales@magellanGPS.com

## ProMark™ 500

### Решение Magellan для ГЛОНАСС + GPS съемки

В новом ГЛОНАСС + GPS приемнике ProMark 500 реализован 20-летний опыт работы компании Magellan в области технологий глобального спутникового позиционирования. Данная система позволяет использовать в работе не только доступные в настоящее время спутниковые системы GPS, ГЛОНАСС и сигналы SBAS, но также может быть модернизирована для работы с сигналами будущих группировок (GALILEO и т.д.).

ProMark 500 это уникальная смесь технологий, которые повышают возможности режима кинематики в реальном времени (RTK). Запатентованная технология BLADE™ обеспечивает быструю инициализацию, точность измерений на больших расстояниях и всестороннюю совместимость с другим GNSS оборудованием. Новая технология позволяет устойчиво отслеживать сигнал, уменьшает влияние многолучевости и повышает возможность работы в трудных условиях. Инновационный дизайн, удобный интерфейс и современные способы коммуникаций открывают новые горизонты спутниковой съемки.

В качестве контроллера ProMark500 предлагается полноценная спутниковая система для навигации и сбора ГИС данных — MobileMapperCX. Сочетание полевого контроллера MobileMapperCX с новым программным обеспечением FAST Survey обеспечивает максимально эффективное использование режима RTK, а программное обеспечение GNSS Solutions делает систему ProMark500 уникальным ГЛОНАСС + GPS решением.

Более подробные сведения о ProMark 500 можно  
найти по адресу [www.pro.magellanGPS.com](http://www.pro.magellanGPS.com)

**MAGELLAN**<sup>®</sup>  
PROFESSIONAL

# ОБОРУДОВАНИЕ

## ▼ Полевой компьютер Allegro MX с операционной системой Microsoft Windows Mobile

Большинство геодезических работ в полевых условиях не ограничивается только процессом измерения и сбора данных. Для повышения производительности необходимо использовать полевой компьютер (контроллер), к техническим характеристикам которого предъявляются особые требования. В настоящее время предлагается достаточно много полевых компьютеров и прикладных программ к ним. Среди них следует отметить полевой компьютер Allegro MX, разработанный компанией Juniper Systems, Inc. (США) — поставщиком инновационных компьютерных решений. Данная модель является продолжением хорошо зарекомендовавшей и испытанной серии Allegro.



Allegro MX — усовершенствованный полевой компьютер для сбора, накопления, управления, обмена, поиска и разделения информации. Специально созданный для экстремальных условий, он обладает повышенной степенью влаго- и пылезащиты, имеет прочную, защищенную

клавиатуру, несколько беспроводных каналов связи, большую емкость аккумулятора, высококонтрастный дисплей, размером 3,9 дюймов.

Модель Allegro MX Field PC соответствует степени защиты от пыли и влаги IP67, а стандарты падения, вибрации, погружения в воду, влажности и рабочих температур MilStd-810F характеризуют его как надежный полевой прибор. Дополнительные разъемы расширения дают возможность потребителям и системным интеграторам настроить полевой компьютер для решения конкретных задач. Дополнительный порт позволяет интегрировать PC-карту или другое устройство без потери стандарта IP67. Стандартные слоты расширения включают слот для считывателя штрих-кода и подключения приемника ГНСС.

Глобальные Навигационные Спутниковые Системы

# GNSS




**NovAtel SPAN-CPT™**  
 комплексное GPS+ИНС  
 решение для надежного  
 высокоточного позиционирования

ООО «ГНСС плюс», Россия, Москва  
 официальный дилер NovAtel Inc.  
 8 (495) 988-72-52, 8 (495) 643-02-11  
 info@GNSSplus.ru, www.GNSSplus.ru

Полная алфавитно-цифровая клавиатура разработана специально для удобного и быстрого ввода данных в полевых условиях. Многофункциональные клавиши имеют цветовое распределение. Уникальная возможность «12 горячих клавиш» позволяет использовать их как для прикладных программ, так и для стандартных функций Windows.

Allegro MX оснащен операционной системой Windows Mobile

версии 6.1 с процессором Intel XScale с частотой 624 МГц. В Microsoft Windows Mobile включены программы Microsoft Excel Mobile, PowerPoint Mobile, Word Mobile, Outlook Mobile, Internet Explorer Mobile и ActiveSync. Они позволяют повысить производительность, благодаря беспроводной синхронизации файлов и задач с офисным компьютером, а также поддерживают 18 тыс. приложений. Для

беспроводного обмена данными в Allegro MX имеются встроенные модули Bluetooth и Wi-Fi 802.11 b/g.

Более подробную информацию о ПК Allegro MX можно получить, обратившись к специалистам компании «ГНСС плюс», — официальному дилеру Juniper Systems, Inc. на территории России и стран СНГ.

**К.Ю. Андреева**  
(«ГНСС плюс»)

## ИЗДАНИЯ

### ▼ Справочник стандартных и употребляемых (распространенных) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным

Справочник, вышедший из печати в 2008 г., имеет объем 736 страниц. Он подготовлен коллективом авторов в составе: В.Н. Александрова, М.А. Базинной, И.Г. Журкина, Л.В. Корниловой, В.Г. Плешкова, Г.Г. Побединского, А.В. Ребрия, О.В.Тимкиной.

Как отмечается в аннотации справочника, в нем «обобщен опыт использования стандартных терминов, накопленный в течение последних лет специалистами предприятий и центрального аппарата Федерального агентства геодезии и карто-

графии». Справочник в полной мере раскрывает сложившиеся подходы к толкованию наиболее распространенных терминов. Он включает 4023 термина с их подробным описанием и ссылками на один или несколько источников, что позволяет полностью разъяснить приводимый термин, показав его трактовку с различных точек зрения. В качестве источников описания терминов послужили федеральные законы Российской Федерации, регулирующие деятельность в области геодезии, картографии, топографии, геоинформационных систем, пространственных данных (за период 1992–1997 гг., 10 наименований); действующие межгосударственные, государственные и отраслевые стандарты и методические пособия, реко-

мендации Федеральной службы геодезии и картографии России (за период 1974–2006 гг., 53 наименования), а также справочники и словари (за период 1963–2004 гг., 14 наименований).

Структура, дизайн и качество печати справочника отвечают современным требованиям, предъявляемым к данному классу изданий. Смушает только его небольшой тираж — 1000 экземпляров, но от этого ценность справочника не уменьшается. Он будет полезен широкому кругу специалистов, решающим производственные и научные задачи, преподавателям высших и средних учебных заведения, аспирантам и студентам.

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

## СОБЫТИЯ

### ▼ Первая ежегодная конференция компании JAVAD GNSS (Москва, 21–26 июля 2008 г.)

В конференции приняли участие зарубежные и российские партнеры компании JAVAD GNSS. Официальным языком на конференции был английский.

Конференцию открыл руко-

водитель компании JAVAD GNSS Джавад Ашджаи, который в часовом презентационном докладе представил сотрудников компании, участвующих в разработке нового оборудования, программного обеспечения и технологии ГНСС-измерений, дал краткую характеристику последним разработкам и продемонстрировал образцы спутниковых

ГНСС-приемников серии TRI-UMPH. С докладами на конференции выступили ДеВон Лабрум (Juniper Systems, Inc., США), С.Г. Ревнивых (ЦНИИМаш), а также представители компании JAVAD GNSS — Ю. Ноянов, В. Жуков, С. Овчинник, А. Разумовский, С. Органов, В. Ефремов, А. Вязов, К. Салий, Л. Рапорт, Д. Кинкулькин и др.

В период работы конференции состоялась полевая демонстрация работы спутниковой аппаратуры серии TRIUMPH.

Кроме того, участники конференции имели возможность ознакомиться с достопримечательностями Москвы и Санкт-Петербурга, а также принять участие в ежегодной встрече сотрудников компании JAVAD GNSS, которая традиционно прошла на берегу Истринского водохранилища.

**В.В. Грошев**

(Редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **Вторая международная научно-практическая конференция «Спутниковые технологии на службе железнодорожного транспорта» (Москва, 24 июля 2008 г.)**

Конференция была организована ОАО «Российские железные дороги» и ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (НИИАС) и прошла в гостинице «Ренессанс-Москва».

В ней приняли участие руководители и специалисты из Министерства транспорта РФ, РЖД, НИИАС, Finmeccanica/Telespazio (Италия), ИнтехГеоТранс, «Транспортные системы связи», Ansaldo Segnalamento Ferroviario (Италия), РНИИ КП, Ижевский радиозавод, Дженерал Телеком, ИТМиВТ им. С.А. Лебедева РАН, МГУПС, «ГНСС плюс», Росжелдорпроект, Leica Geosystems (Швейцария), «Геокосмос», «Аэрокосмический мониторинг и технологии» и «Совзонд».

Тематика докладов касалась перспектив развития и внедрения спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах транспортного комплекса России, внедрения в практику железнодорожного транспорта спутниковых технологий на базе ГНСС ГЛОНАСС/GPS, комплексирова-

ния спутниковых и инерциальных технологий, спутниковых технологий дистанционного зондирования Земли, а также опыта ЕС в создании систем управления движением поездов на основе применения ГЛОНАСС/GPS/GALILEO с широкозонными системами дифференциальной коррекции типа EGNOS и широкополосными системами связи и опыта создания высокоточной координатной системы для информационного обеспечения высокоскоростной магистрали Москва — Санкт-Петербург на основе ГЛОНАСС/GPS.

Во время конференции в ЦНТИ ОАО «РЖД» работала выставка «КОСМОТРАНС-2008».

**В.В. Грошев**

(Редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **Leica Geosystems на Олимпийских играх 2008 (Пекин, Китай, 8–24 августа 2008 г.)**

Традиционно, начиная с Олимпийских игр в 2000 г. в Сиднее (Австралия), компания Leica Geosystems является официальным членом спортивного комитета этих состязаний. В обязанности специалистов, работающих совместно с судьями соревнований, входит инструментальная проверка достигнутых спортсменами результатов. Согласно правилам Международной ассоциации легкоатлетических федераций (IAAF), измерения расстояний должны выполняться с точностью 0,5 см.

В 2008 г., на Национальном стадионе Пекина «Птичье гнездо», специалисты компании выполняли измерения линейных параметров в следующих спортивных состязаниях: прыжках в длину, тройном прыжке в длину, прыжках с шестом, метании диска, копья и молота, а также в толкании ядра. Кроме того, специалисты Leica Geosystems отвечали за оперативное отображение на информационном табло стадиона результатов, достигнутых спортсменами.



Для измерений использовались четыре электронных тахеометра TCA1205 (Leica Geosystems) и четыре — TCA1205+ (Leica Geosystems), которые были оснащены специальным программным обеспечением для обработки результатов спортивных состязаний.

Недостаточно высокая, по геодезическим понятиям, точность измерений дополнялась большой ответственностью за измеренные параметры.

**Рональд Рейзер**

(Leica Geosystems)

▼ **Международная конференция «Геодезическая дуга Струве и ее продолжение во времени и пространстве» (Екабпилс, Латвия, 22–23 августа 2008 г.)**

Конференция была организована Латвийским агентством геопространственной информации и курировалась непосредственно мэром города Екабпилс Л. Салцевичем. Мэрия оказала материальную поддержку в организации весьма значимого международного события.

В его работе приняли участие специалисты из Беларуси, Бельгии, Великобритании, Латвии,



**Основные направления деятельности:**

- проектирование и создание Систем Поддержки Принятия Решений (СППР) по любой предметной области управления пространственно-распределенными ресурсами, включая поставку рабочих мест заданной функциональности, центров обработки и хранения данных, сопровождение эксплуатации систем, базовое и прикладное ПО;
- аэросъемка и другие виды дистанционного зондирования, включая лазерное сканирование, фотосъемку в оптическом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазоне, обработка данных наземного и воздушного лазерного сканирования, фотограмметрическая и специальная обработка аэрокосмических изображений;
- создание прикладных ГИС, цифровых топографических карт и планов, ортофотопланов, кадастровых планов, 3D моделей местности и объектов;
- разработка и сопровождение ПО обработки данных лазерного сканирования, прикладного ПО рабочих мест пользователей ГИС и СППР;
- мониторинг пространственно-распределенных объектов, мониторинг внешней среды и ЧС природного характера, мониторинг пожарной и гидрометеорологической обстановок, грозовой активности, мониторинг и прогнозирование гололедных явлений.

**РЕШЕНИЯ ПРИНИМАТЬ ЛЕГКО!**

Литвы, Молдовы, Нидерландов, Норвегии, России, Финляндии, Швейцарии, Швеции и Эстонии. Участники конференции заслушали и обсудили 23 доклада, отражающие научную и практическую работу специалистов и ученых различных стран, направленную на восстановление и сохранение исторического памятника «Дуга Струве». На конференции отмечалось научное значение наследия знаменитого

астронома-геодезиста В.Я. Струве и рассматривались возможности развития полученных им результатов.

Во время работы конференции в Екабпилсе в парке, носящем имя В.Я. Струве, состоялось официальное открытие нового памятника, расположенного вблизи пункта геодезических и астрономических наблюдений Дуги меридиана Струве «Екабпилс» (1826 г.). От России в ра-

боте конференции принял участие представитель Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии, генеральный директор ЗАО «Геодезические приборы» В.И. Глейзер.

Более подробная информация о конференции будет опубликована в одном из ближайших номеров журнала «Геопрофи».

**В.Б. Капцюг**

(Санкт-Петербургское общество геодезии и картографии)

## КОМПАНИИ

### ▼ Компания «Аркон»

Компания успешно завершила комплекс работ, результаты которых будут использоваться для проектирования и строительства железнодорожной линии «Нарын-Лугокан». Проектируемая трасса железной дороги проходит по малоосвоенной территории Читинской области Сибирского Федерального округа. Основной целью работ являлось обеспечение строительства железнодорожной линии к территориям горнообогатительных комбинатов. Данная железнодорожная линия позволит не только снизить себестоимость производства, но и существенно улучшить транспортную доступность близлежащих населенных пунктов.

В соответствии с техническим заданием были выполнены следующие виды работ:

- создана геодезическая сеть сгущения;

- проведено лазерное сканирование и аэрофотосъемка (на площади 200 км<sup>2</sup>);

- классифицированы точки лазерных отражений;

- подготовлены ортофотопланы;

- созданы цифровая модель рельефа (ЦМР) и цифровая модель местности (ЦММ) на участке длиной 500 км в полосе 400 м

с использованием технологии воздушного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки;

- изготовлены топографические планы масштаба 1:2000 в формате CREDO и AutoCAD (на территорию площадью 200 км<sup>2</sup>).

По завершению работ заказчику были предоставлены цифровой ортофотоплан, ЦМР в формате CREDO, топографический план масштаба 1:2000 в формате CREDO и в формате AutoCAD.

Компания «Аркон» выполнила комплекс топографо-геодезических и аэросъемочных работ, обработку данных и создание топографического плана масштаба 1:2000 для проектирования и строительства железной дороги «Полуночное-Обская» по заказу ООО «УралСтройТехнологии».

Проектируемая трасса железной дороги проходит по территории Тюменской области (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа) Уральского Федерального округа. Особенностью данного проекта является большая протяженность трассы железной дороги — 850 км (из них 650 выполнено компанией ЗАО «Аркон») и широкая полоса съемки, необходимая для проектирова-

ния — 2,5 км, что обусловлено сложными природными условиями для строительства. Рельеф территории будущего строительства преимущественно равнинный, состоящий из тундры и лесотундры, с множеством рек, озер и болот, встречаются скалы и каменные россыпи. Аэросъемка проводилась с использованием технологии воздушного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки. При выполнении проекта была применена автоматическая классификация растительности с последующим автоматическим выделением контуров. Так как большую часть территории трассы занимает лесная и кустарниковая растительность, то ее автоматическая оцифровка позволила сократить время камерального дешифрирования в 2 раза.

В качестве выходной продукции заказчику были предоставлены:

- цифровой ортофотоплан в масштабе 1:2000;

- ЦМР и топографический план в формате CREDO в масштабе 1:2000;

- топографический план в формате AutoCAD 2004 в масштабе 1:2000.

**По материалам пресс-релиза компании «Аркон»**

### *Мы, работая для Вас, выполняем:*

- Создание цифровых моделей рельефа, ортофотопланов, цифровых моделей местности и топографических планов М1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 на основе данных воздушного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки, воздушной цифровой парапланерной съемки, наземного лазерного сканирования и данных традиционных инженерно-геодезических изысканий.
- Наземное лазерное сканирование и моделирование на его основе объектов, зданий и сооружений.
- Специальная обработка данных воздушного лазерного сканирования.
- Создание геоинформационных систем и пространственных систем поддержки принятия решений.
- Создание реалистичных виртуальных моделей местности.
- Подповерхностная георадарная съемка.
- Печать картографических материалов.

### *Вы, сотрудничая с нами, получаете:*

- Высокие технические результаты.
- Лояльность к требованиям заказчика.
- Гибкость в выборе решений.
- Оптимальная стоимость проекта.
- Короткие сроки.

*«Аркон» является дистрибьютером компании «ДАТА+» по программным продуктам ESRI и Leica Geosystems.*

*В настоящее время система менеджмента качества компании «Аркон» проходит сертификацию на соответствие требованиям ISO 9001-2000.*

ЗАО «Аркон» [www.ark-on.ru](http://www.ark-on.ru)

Юр.адрес: 105064, г.Москва, ул.Садовая-Черногрозская, д.22, стр.1  
Почт.адрес: 115114, г.Москва, наб.Дербеневская, д.11, корп.А, офис 85  
Тел./факс: (495) 647-13-81 E-mail:[infos@ark-on.ru](mailto:infos@ark-on.ru)



# ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАВЕСНЫХ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

С.И. Котельников (НПП «НАВГЕОКОМ»)

В 1995 г. окончил геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. После защиты кандидатской диссертации с 2000 г. работал редактором в компании Kartographie Huber (Германия). С 2004 г. по настоящее время — инженер отдела лазерного сканирования ЗАО НПП «НАВГЕОКОМ». Кандидат геолого-минералогических наук.

Бурный рост строительства и реконструкций зданий привел к серьезной конкуренции среди компаний, оказывающих услуги в этой сфере. Следствием этого явилось предъявление повышенных требований заказчиков к качеству и скорости выполнения проектов.

Вышесказанное особенно актуально при проектировании и монтаже навесных вентилируемых фасадов, которые находят широкое применение в России. Старые фасады большинства типовых зданий нуждаются в постоянном косметическом ремонте и имеют непрезентабельный внешний вид. Установка вентилируемых фасадов является выходом из этой ситуации. Работы по их монтажу проводятся в короткие сроки. Вентилируемые фасады наряду с эстетической функцией — придание зданиям современного или соответствующего стилистике ансамбля зданий внешнего вида, выполняют еще и практические задачи. Они предотвращают воздействие агрессивной внешней среды на поверхность стен, служат эффективным теплоаккумулятором, а также сокращают до минимума работы по обслуживанию и содержанию зданий в надлежащем состоянии.

Осуществление монтажа навесных фасадов с необходимым качеством требует высокого профессионализма и соблюдения технологий производства. Перед началом монтажных работ всегда проводится обмер здания. На этом этапе должна быть проверена вертикальность стен и прямоугольность углов, оценена неровность поверхностей и т. д. Точность выполнения обмерных работ во многом определяет качество конечного результата: правильность монтажа креплений, расчет необходимого объема утеплителя, соблюдение ширины воздушного зазора, определенной из условий влагоудаления и т. д.

Для здания, имеющего простую геометрию, такие обмерные работы можно провести с помощью обычного тахеометра (многие используют даже лазерную рулетку). Но чем больше площадь фасада здания и чем разнообразнее на нем геометрические элементы, тем дольше и сложнее проводить обмерные работы с помощью такого оборудования. Лазерный сканер, в отличие от тахеометра, выполняет несколько тысяч измерений в секунду, т. е. в короткие сроки может быть получена детальная трехмерная точечная модель всего здания.



Рис. 1  
Внешний вид здания



Рис. 2  
Фрагмент отсканированных стен здания в виде «облака точек»

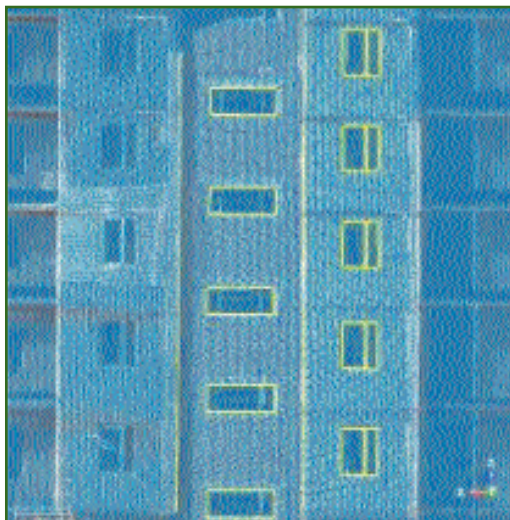


Рис. 3

Фрагмент двумерного чертежа фасада (желтые линии), построенного по «облаку точек»

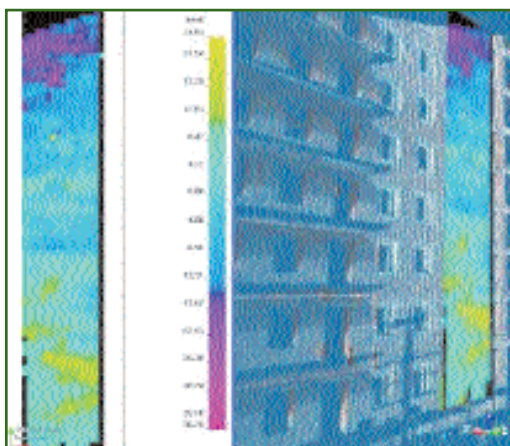


Рис. 4

Картограмма и цветовая шкала отклонений участка стены здания от вертикальной плоскости

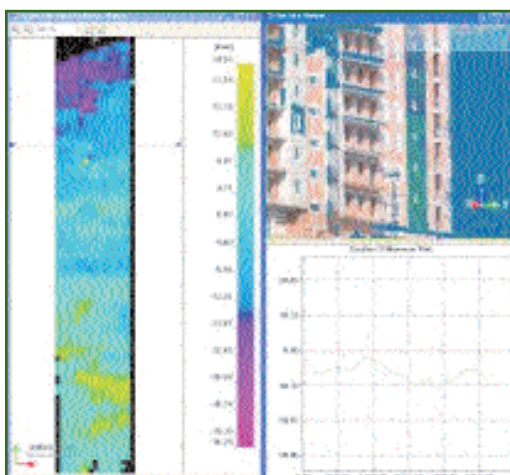


Рис. 5

Пример анализа величины отклонений фасада стены в горизонтальной плоскости

Как технология лазерного сканирования может помочь проектировщикам и монтажникам фасадов на этапе обмера здания, рассмотрим на примере пилотного проекта, выполненного специалистами компании НАВГЕОКОМ в Тюмени.

В качестве объекта было выбрано одиннадцатизэтажное строящееся здание со сложной геометрией фасадов (рис. 1). Используя лазерный сканер Trimble GX, с двух точек его установки за 1,5 часа были сняты нижние части двух стен здания (рис. 2). Общий объем «облака точек» составил более 1,5 млн точек. Отдельные части здания снимались с различной детальностью, в зависимости от сложности геометрии фасада, что позволило не перегружать конечный проект лишней информацией и экономить время на этапе сканирования.

Простые линейные измерения на «облаке точек» можно провести в полевых условиях, сразу после сканирования в программе Trimble PointScape, которая управляет процессом сканирования.

Дальнейшая обработка и анализ данных проводятся в программе Trimble RealWorks Survey (RWS). Программа содержит полный спектр функций по обработке данных наземного лазерного сканирования, начиная с возможности редактирования «облака точек» и заканчивая созданием конечного результата и его экспортом в формат любой системы автоматизированного проектирования (САПР). RWS имеет следующие функции:

- шивки данных сканирования, полученных с разных точек установки сканера, в единую систему координат;
- сегментирования и разряжения точечной модели;
- построения срезом и сечений;
- построения изолиний;

— создания трехмерных и двумерных полилиний;

— инспектирования (сравнения данных сканирования с проектом или мониторинг геометрии объекта);

— проведения измерений;

— создания триангуляционной модели;

— ортопроецирования (создания двумерных растров);

— трехмерного моделирования, которая позволяет встраивать в «облака точек» и редактировать геометрические примитивы.

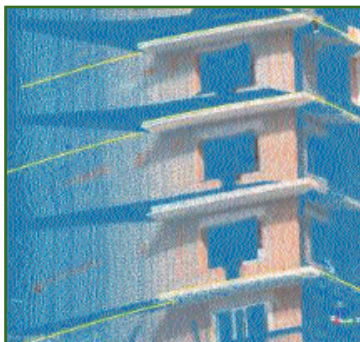
При проведении обмерных работ с помощью трехмерного сканера для получения конечного результата могут быть использованы сразу несколько функций программы. Двухмерный чертеж фасада может быть получен в результате обработки «облака точек» с помощью функции отрисовки полилиний (рис. 3).

Одной из задач при проектировании навесных фасадов является оценка вертикальности стен здания, которая достаточно просто и наглядно решается в программе RWS с помощью функции инспектирования. Для этого по полученному «облаку точек» стены фасада здания строится вертикальная плоскость (модель идеальной стены) и генерируется картограмма и ее цветовая шкала, показывающие величины отклонений реальной стены, полученной в результате сканирования, от вертикальной плоскости. На приведенном примере (рис. 4) видно, что максимальное отклонение стены здания от вертикальной плоскости составило более 60 мм.

Функция инспектирования позволяет по картограмме построить график отклонений фасада стены в заданном сечении (рис. 5). Следует отметить, что анализ вертикальности стен становится возможным, благодаря наличию в сканере

Trimble GX встроенного компенсатора. Поэтому при сканировании ось Z системы координат, в которой создается «облако точек», направлена строго вертикально.

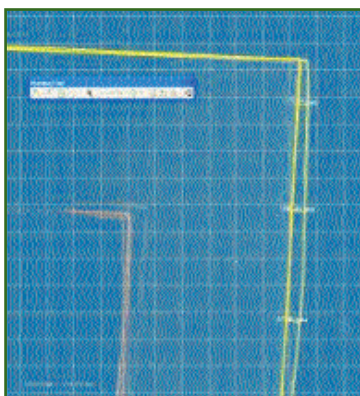
При съемке данного объекта особый интерес представляла



**Рис. 6**  
Плиты на фасаде здания и их горизонтальные сечения



**Рис. 7**  
Двухмерный чертеж вертикального сечения фасада здания и плит



**Рис. 8**  
Вид сверху на горизонтальные сечения плит

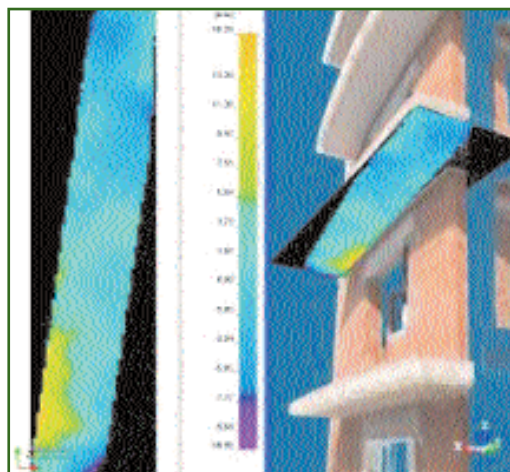
геометрия плит, выступающих на фасаде (рис. 6), так как в дальнейшем на эти плиты планируется монтировать инженерные конструкции.

Функция ортопроецирования программы RWS позволяет получать двухмерные чертежи в плоскости сечения (рис. 7). По горизонтальным сечениям плит, при виде сверху (рис. 8), можно проследить и измерить различия в форме и положении плит в плане.

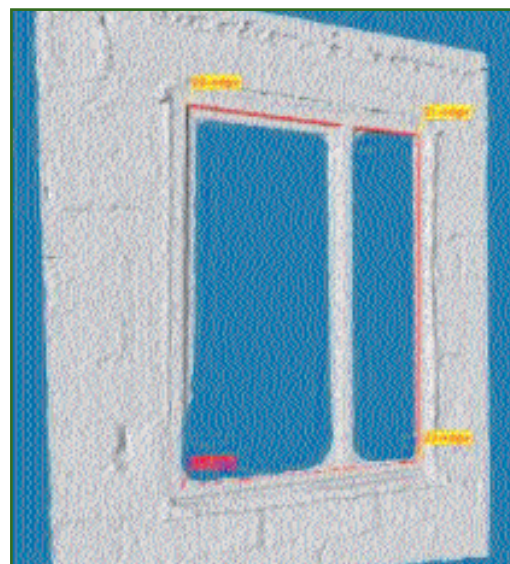
Для анализа отклонения поверхности каждой плиты от горизонтальной плоскости можно построить картограмму отклонений (рис. 9), используя функцию инспектирования.

Как уже отмечалось выше, для проведения простых измерений не обязательно использовать программу Trimble RealWorks Survey, а можно выполнить измерения непосредственно по «облаку точек» в программе Trimble PointScare. Однако для более точного определения координат отдельных точек здания целесообразно по «облаку точек» построить триангуляционную модель фасада, а затем, используя функцию геокодирования, по этой модели измерить координаты необходимых точек, например, координаты углов оконного проема (рис. 10).

Таким образом, главными преимуществами метода наземного лазерного сканирования при проведении обмерных работ являются высокая скорость и детальность полученной информации. При выполнении большого объема точечных измерений на объекте с помощью тахеометра или рулетки, каждое из которых требует действий оператора, существует большая вероятность возникновения ошибок. Данные, полученные методом наземного лазерного сканирования, лишены этого недостатка. С помощью сканера координаты точек на



**Рис. 9**  
Анализ отклонений плиты от горизонтальной плоскости



**Рис. 10**  
Триангуляционная модель фрагмента фасада здания и значения координат углов оконных проемов

поверхности фасада определяются в автоматическом режиме, а от оператора требуется лишь задать необходимые параметры перед началом съемки.

**RESUME**

The onground laser scanning technology is considered for surveying facade of the being constructed building with a complex geometry. The NAVGEOCOM implemented this technology for a pilot project in Tyumen. Short time as well as possibility of acquiring the detail and objective survey data is noted.

# ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Е.В. Журавлева (НПП «НАВГЕОКОМ»)

В 2007 г. окончила магистратуру геодезического факультета МИИГАиК. С 2005 г. — ассистент кафедры высшей геодезии МИИГАиК. С 2007 г. по настоящее время — ведущий инженер по технологии постоянно действующих базовых станций инженерно-технологического отдела ЗАО НПП «НАВГЕОКОМ».

Технологии спутниковых измерений находят все большее распространение на территории Российской Федерации. В зависимости от решаемых задач пользователи спутниковых приемников применяют либо автономное, либо относительное определение пространственных координат. В первом случае предельная точность определения координат точек составляет 5–15 м, а во втором — пространственное положение одной точки земной поверхности относительно другой может вычисляться с точностью до нескольких миллиметров.

В практике геодезических измерений, в подавляющем большинстве случаев, используется относительное определение пространственных координат. Данная технология подразумевает применение двух спутниковых приемников. Один из них выполняет роль базовой станции и устанавли-

вается в месте, удобном для спутниковых наблюдений, а другой — является подвижным и последовательно перемещается по точкам, координаты которых требуется определить. Предельные расстояния между подвижным приемником и базовой станцией зависят от требуемой точности определения координат неизвестной точки, методики наблюдений, класса точности оборудования, внешних условий наблюдений. Если работы проводятся в режиме статических измерений, при благоприятных условиях подвижный приемник может находиться от базовой станции на расстоянии до 100 км и более. При работе в режиме RTK (кинематика в режиме реального времени) и при наличии специализированного программного обеспечения на базовой станции обеспечивается передача дифференциальных поправок по GSM или GPRS-каналам связи с базовой станцией на подвижный приемник, находящийся на расстоянии до 50 км от нее [1]. Это расстояние может быть увеличено до 100 км и более при использовании в качестве подвижного приемника ГНСС класса ГИС.

▼ **Использование постоянно действующих базовых станций в мировой практике**

Постоянно действующая базовая станция представляет собой спутниковый приемник, антенна которого жестко закреплена на здании или железобетонном пилоне. При этом, приемник измеряет пространственные координаты центра антенны в непрерывном режиме. Несколько одновременно работающих базовых станций, непрерывно определяющих свое пространственное положение относительно друг друга, образуют сеть постоянно действующих базовых станций. Такая сеть является наилучшим хранителем координатной основы, которой являются центры спутниковых антенн, поскольку имеется возможность непрерывно проверять неизменность их взаимного пространственного положения.

В мировой практике имеются примеры создания государственных, ведомственных и частных сетей базовых станций. Наряду с ними существуют сети, сформированные в результате сотрудничества различных научно-исследовательских организаций для решения образовательных, научных и прикладных задач. Такой глобальной сетью постоянно действующих базовых станций является сеть IGS Международной службы ГНСС (рис. 1). В насто-



Рис. 1

Сеть постоянно действующих базовых станций международной службы IGS

ящий момент она состоит из 362 станций, принадлежащих, по большей части, научно-исследовательским учреждениям (<http://igscb.jpl.nasa.gov>). Измерения на станциях этой сети используются для определения общей земной системы отсчета (ITRF), мониторинга движения литосферных плит, изучения вращения Земли и многих других задач. Помимо передачи в открытый доступ данных об измерениях на базовых станциях сети и их координат на определенную эпоху, служба IGS публикует информацию о точных эфемеридах спутников GPS и ГЛОНАСС, определенных по результатам обработки измерений станций сети, движении полюсов и т. д.

Существует также европейская сеть постоянно действующих базовых станций EPN (EUREF Permanent Network), статус которой приравнен к статусу сети IGS. Многие станции сети EPN являются одновременно и станциями сети IGS. Однако измерения, выполняемые на 200 постоянно действующих станциях этой сети (рис. 2) на территории Европы, направлены на реализацию и уточнение Европейской референционной системы координат (EUREF), предназначенной для решения научных и производственных задач на территории Европейского Союза ([www.epncb.oma.be](http://www.epncb.oma.be)).

Государственная координатная основа США закреплена сетью постоянно действующих базовых станций CORS (Continuously Operating Reference Stations). Сеть включает порядка 1274 станций, обслуживаемых Национальной геодезической службой США (NGS), и около 200 станций, поддерживаемых другими государственными и негосударственными организациями. Данные измерений на постоянно

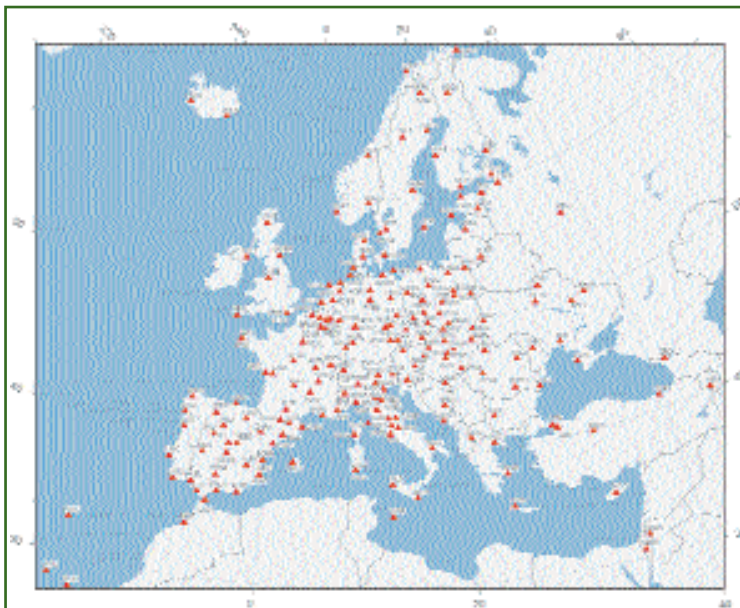


Рис. 2  
Сеть постоянно действующих базовых станций EPN

но действующих станциях сети CORS доступны в сети Интернет. Для каждой станции публикуются координаты в общей земной системе отсчета ITRF и в референционной системе отсчета, принятой в США NAD-83 ([www.ngs.noaa.gov/CORS/cors-data.html](http://www.ngs.noaa.gov/CORS/cors-data.html)).

В Японии из 130 тыс. геодезических пунктов, реализующих государственную систему отсчета, более тысячи являются постоянно действующими базовыми станциями ([www.gsi.go.jp/ENGLISH](http://www.gsi.go.jp/ENGLISH)).

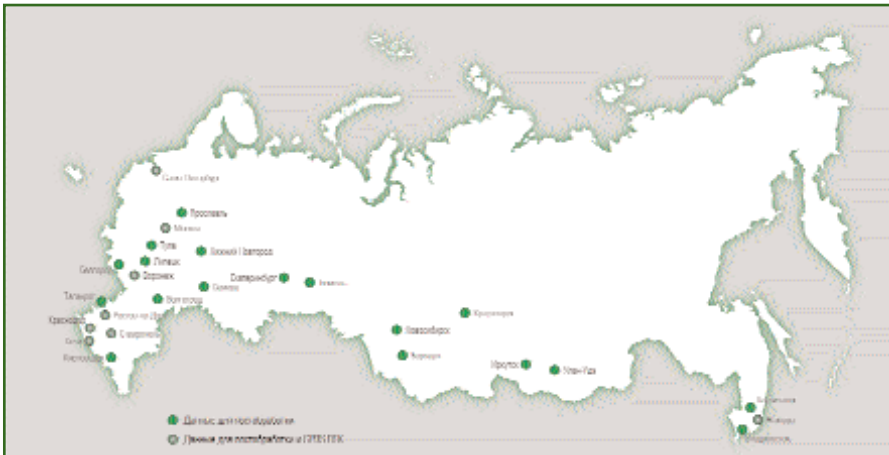
В России принята новая система построения государственной геодезической сети, согласно которой часть пунктов ФАГС (Фундаментальной астрономо-геодезической сети) являются постоянно действующими базовыми станциями [2]. В настоящее время государственная геодезическая сеть находится в стадии построения.

Кроме того, в РФ активно создаются и эксплуатируются как отдельные постоянно действующие базовые станции, так и сети таких станций. Имеются постоянно действующие базовые

станции, включенные в международную сеть IGS, доступ к данным которых открыт. Существуют ведомственные и корпоративные, региональные и локальные сети постоянно действующих базовых станций, создаваемые для геодезического обеспечения специальных проектов. Эти сети, как правило, являются закрытыми для широкого доступа.

#### ▼ Создание постоянно действующих базовых станций НПП «НАВГЕОКОМ»

С 2001 г. ЗАО НПП «НАВГЕОКОМ» осуществляет реализацию проекта по созданию постоянно действующих базовых станций на территории РФ. Первая постоянно действующая базовая станция GPS с удаленным доступом к ее данным через сеть Интернет была создана компанией НАВГЕОКОМ в феврале 2001 г. совместно со Службой точного времени Государственного астрономического института им. Штенберга (ГАИШ) и геологическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова. В настоящее время установлено 29 постоянно



**Рис. 3**  
Постоянно действующие базовые станции НПП «НАВГЕОКОМ» на территории РФ

янно действующих базовых станций в 26 городах РФ, имеющих возможность передачи поправок в режиме RTK по каналу GPRS (рис. 3). В мае 2008 г. постоянно действующая базовая станция «Навгеоком-Пулково» (Санкт-Петербург) была включена в Европейскую сеть EPN.

Целью проекта постоянно действующих базовых станций компании НАВГЕОКОМ является

предоставление пользователям возможности определения пространственных координат в режиме реального времени и выполнения дополнительного контроля полевых измерений. Принцип «открытого доступа» позволяет получать данные с базовых станций всем желающим. В настоящее время данные, собираемые на постоянно действующих базовых станциях компании НАВГЕОКОМ, используются при выполнении геодезических, кадастровых и других видов работ, а также при проведении научных исследований и экспериментов. Проект распространяется на всю территорию РФ, а в некоторых регионах постоянно действующие базовые станции расположены настолько близко друг к другу, что при обработке результатов полевых измерений имеется возможность использовать данные более, чем от одной базовой станции. Например, в Москве в настоящее время работают две постоянно действующие базовые станции: одна — на базе двухчастотного GPS-приемника (ГАиШ), другая — на базе приемника ГЛОНАСС/GPS (НАВГЕОКОМ) (рис. 4). Соответственно, при обработке данных, измерен-

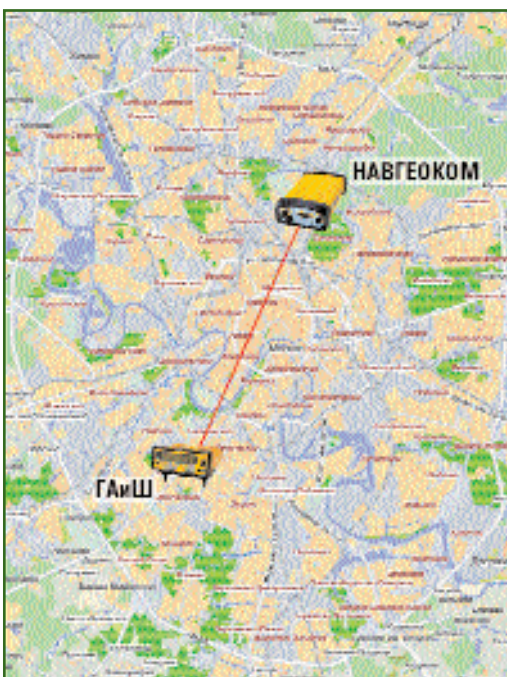
ных даже одним приемником, результаты можно контролировать по замыканию полигонов, что повышает надежность выполненных работ.

В Дальневосточном регионе базовые станции компании НАВГЕОКОМ в городах Партизанске, Находке и Владивостоке образовали сеть в виде треугольника со сторонами 40, 80 и 90 км. Таким образом, существует возможность полноценной работы в режиме статики внутри получившегося полигона без использования данных дополнительных станций.

В будущем НПП «НАВГЕОКОМ» планирует разместить базовые станции во всех субъектах Российской Федерации. Это позволит организациям, использующим спутниковое оборудование, оценить технологию работ с помощью постоянно действующих базовых станций, интегрировать ее в производство, повысив, тем самым, эффективность и качество проводимых полевых геодезических работ.

#### ▼ Список литературы

1. Воробьев К.А. Спутниковые ГНСС-измерения в режиме реального времени — GSM RTK // Геопрофи. — 2008. — № 2. — С. 47–49.
2. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации. ГКИНП (ГНТА) 01-006-03. — М.: ЦНИИ-ГАиК, 2004.



**Рис. 4**  
Постоянно действующие базовые станции в Москве: НАВГЕОКОМ и ГАиШ

#### RESUME

World experience of adapting permanent base stations as well as the based on them control networks is introduced. Advantages of conducting field geodetic measurements in the RTK mode are highlighted. The Navgeocom project (launched in 2001) on developing permanent base stations with «an open access» over the territory of Russia is described.

# ГРУППА КОМПАНИЙ "ТАЛКА"

Лучшая цена.  
Лучшее качество.



Аэросъемка  
Космосъемка  
Наземное лазерное сканирование  
Геодезия  
Картография  
Фотограмметрия  
Землеустройство  
Создание ГИС  
3D-моделирование  
Создание программных продуктов  
Калибровка цифровых камер



• 244.1

цена  
**45 000**  
рублей

## Программное обеспечение «ЦФС-Талка»

«ЦФС-Талка» предназначена для обработки материалов аэросъемки, космосъемки со спутников Ikonos, QuickBird, SPOT-5, Irs. Выходной продукцией станции «Талка» являются:

- фотосхемы, фотопланы, ортофотопланы;
- цифровые модели рельефа в виде горизонталей, матрицы высот, треугольников (TIN);
- электронные карты и планы;

**ВЫШЛА  
НОВАЯ ВЕРСИЯ  
3.6.1**

цена  
**30 000**  
рублей

## Программное обеспечение «Талка-ГИС»

Программа предназначена для работы с геоинформационными материалами: векторными и растровыми картами, космическими и аэрофотоснимками.



ТАЛКА-ГИС

## Программное обеспечение «Талка-КПК»

Программа используется для полевой дешифрирования и позволяет вести сбор семантики непосредственно в электронную карту. Программа может работать совместно с геодезическими спутниковыми приемниками Javad, выполняя все функции контроллера. Программа позволяет выполнять полевую геодезическую съемку.

Демонстрационные версии программ можно скачать с сайта <http://gis.talka2000.ru/> или [www.talka2000.ru](http://www.talka2000.ru)



цена  
**15 000**  
рублей



Группа компаний "ТАЛКА"  
117342 Москва, Профсоюзная, д.65  
тел/факс (495) 334-89-91, 336-76-90  
телефон (495) 334-87-50  
Сайт: [WWW.TALKA2000.RU](http://WWW.TALKA2000.RU)



По вопросам приобретения обращайтесь в ООО "ТАЛКА-ГИС"  
факс (495)334-89-91, тел.(495)334-87-50  
E-mail: [support@talka2000.ru](mailto:support@talka2000.ru)  
Сайт: <http://gis.talka2000.ru/>

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЗАИМНОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ СНИМКОВ В ПО ЦФС ТАЛКА 3.6

**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.

**А.В. Викторов** (ИПУ РАН)

В 2000 г. окончил факультет фотограмметрии Московского государственного университета геодезии и картографии по специальности «инженер-фотограмметрист». С 2000 г. по настоящее время — младший научный сотрудник 22-й лаборатории ИПУ РАН.

**В.Б. Кекелидзе** («Талка-ТДВ»)

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

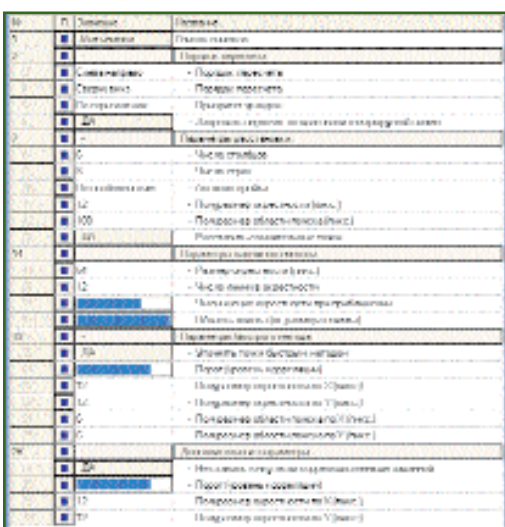
В настоящее время наблюдается большой спрос на услуги по обработке материалов аэро съемки. Одним из наиболее трудоемких процессов, занимающих большое количество времени при создании ортофотопланов, планов и фотосхем, является измерение связующих точек.

Рассмотрим метод автоматизации этого процесса средствами ПО ЦФС Талка-3.6 с помощью задачи «Расставить и пересчитать точки». Эта задача служит для автоматической расстановки соответствующих точек на группе снимков проекта. Для ее выполнения необходимо иметь в компьютере файлы снимков (растровых изображений) и задать для всех обрабатываемых снимков положение в маршрутной схеме.

Снимки обрабатываются последовательно, один за другим. На каждый снимок сначала пересчитываются точки со всех соседних с ним снимков по маршрутной схеме (если такие точки есть). Затем, в оставшиеся свободными зоны снимка расставляются новые точки. Далее таким же образом обрабатывается следующий снимок и т. д. В конце работы, вновь поставленные точки, которые не удалось пересчитать на другие снимки, удаляются.

На рис. 1 приведены параметры, которые используются при выполнении этой задачи. Параметры «Порядок пересчета» и «Приоритет укладки» определяют последовательность обработки снимков. Параметр «Запретить пересчет по диагонали в маршрутной схеме» определяет, какие снимки считаются соседними с данным снимком. Если пересчет по диагонали запрещен (в этом случае значение параметра равно «да»), то снимок имеет до четырех соседних снимков (сверху, снизу, справа и слева). Если пересчет по диагонали разрешен (значение параметра равно «нет»), то снимок имеет до восьми соседних снимков.

Параметры расстановки определяют, каким образом размещаются новые точки на снимке. Каждая точка пересчитывается со снимка на снимок вначале «надежным» методом, а затем (при значении «да» параметра «Уточнять точки быстрым



**Рис. 1**  
Параметры задачи «Расставить и пересчитать точки» в «ЦФС-Талка»



методом») ее положение уточняется еще и «быстрым» методом, который работает на уровне подпиксельной точности. После того, как точка пересчитана со снимка на снимок, она может быть принята либо отвергнута по результатам дополнительного сравнения окрестностей. Такое сравнение проводится, если параметр «Не ставить точку, если корреляция меньше заданной» имеет значение «да». Дополнительные параметры «Порог» и «Полуразмер окрестности» определяют требуемый уровень корреляции и то, какие окрестности сравниваются.

На работу задачи косвенно влияют параметры блока в маршрутной схеме «Направление маршрутов» и «Перекрытие снимков» (маршрутное и межмаршрутное перекрытие). Процент перекрытия снимков может быть использован программой для определения начального приближения положения точки при ее пересчете на соседний снимок. Для определения начального приближения положения точки может быть использовано также положение рамок и уже имеющиеся до начала выполнения задачи общие точки снимков. В случае, если задача запускается повторно с другими параметрами, необходимо удалить точки, поставленные при первом запуске, используя кнопку «Отмена действий с точками» на панели точек, и рамки снимков, если они рассчитывались после запуска данной задачи.

Приведенная выше технология была опробована на не-

скольких проектах и в настоящее время успешно используется в Группе компаний «Талка».

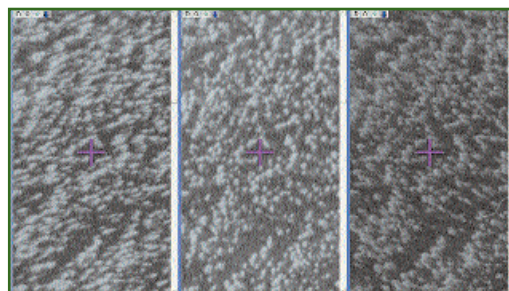
Рассмотрим результаты обработки двух проектов.

Первый проект включал 24 снимка масштаба 1:40 000, полученных с помощью АФА LMK (Zeiss-Jena, Германия). Снимаемая местность представляла собой межселенную территорию, на которой лесные массивы составляли порядка 15%. При обработке задача «Расставить и пересчитать точки» запускалась с параметрами «по умолчанию». В результате количество ошибочных точек составило 9,5%. После изменения значения параметра «Не ставить точку, если корреляция меньше заданной» на «да», количество ошибочных точек составило 0,5%. Затраты времени на каждую операцию приведены в таблице.

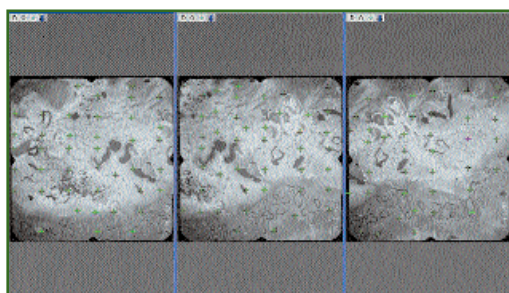
На рис. 2 видно, что программа достаточно успешно может расставлять связующие точки на участках с лесной растительностью. В тех случаях, когда на снимках присутствуют области с однотонной структурой, например озера, точки в этих областях будут отсутствовать (рис. 3).

Второй проект содержал 28 снимков масштаба 1:25 000, полученных с помощью АФА LMK. Снимаемая территория включала 70% застроенной территории, а лесные массивы составляли порядка 10%.

Как и в первом проекте, задача «Расставить и пересчитать точки» запускалась с параметрами «по умолчанию». Количество ошибочных точек составило 32%. После изменения значения параметра «Не ставить



**Рис. 2**  
Результат работы автоматической расстановки связующих точек на аэрофотоснимках с изображением леса



**Рис. 3**  
Результат работы автоматической расстановки связующих точек на снимках с изображением озер

точку, если корреляция меньше заданной» на «да», количество ошибочных точек составило 1%. При этом ошибочными считались точки, попавшие на крыши строений. Эти точки оператор в полуавтоматическом режиме переносил на землю. Затраты времени на выполнение этого проекта приведены в таблице.

Экспериментально было выявлено, что автоматическая расстановка связующих точек лучше всего выполняется, если снимки в проекте связаны по трем точкам. В том случае, если в проекте нет ни одной связующей точки, необходимо макси-

**Затраты времени на взаимное ориентирование снимков**

Наименование проекта	Количество снимков	Масштаб съемки	Выполнение задачи «Расставить и пересчитать точки», мин	Проверка взаимного ориентирования, мин	Итого затраты на проект, мин	Нормативные затраты на обработку трех снимков, час
Первый	24	1:40 000	4	10	14	1
Второй	28	1:25 000	5	30	45	1

мально точно указать в параметрах маршрутной схемы продольное и поперечное перекрытие снимков в процентном отношении.

В проектах, где сильно варьируется размер перекрытия (продольного или поперечного), рекомендуется предварительно связать снимки по двум-трем точкам, рассчитать «Положение рамок», а затем запускать задачу «Расставить и пересчитать точки».

При использовании АФА типа RC30 (Leica Geosystems), позволяющих выдерживать стабильное перекрытие снимков, значительно повышается производительность расстановки точек. Качество расстановки связующих точек можно значительно повысить, используя координаты центров фотографирования. Если в наличии имеются центры фотографирования, то до начала расстановки связующих то-

чек необходимо провести расчет «положения рамок» снимков с учетом значений координат центров фотографирования.

Выполненные экспериментальные исследования позволяют рекомендовать автоматическую расстановку связующих точек при создании фотопланов и фотосхем по аэрофотоснимкам масштаба 1:25 000–1:40 000 на межселенную территорию. При автоматической расстановке точек на застроенной территории оператор должен проводить уточнение и редактирование связующих точек в полуавтоматическом режиме. При работе в автоматическом режиме общее время, затраченное на измерение связующих точек, сокращается на 50% по сравнению с полуавтоматическим.

Большое количество настроек в задаче автоматической расстановки связующих точек

позволяет использовать ее для обработки материалов аэросъемки любой местности, включая лесные массивы, межселенные территории и населенные пункты.

В настоящее время специалисты Группы компаний «Талка» проводят испытания автоматического метода для обработки аэроснимков более крупных масштабов 1:10 000–1:15 000.

#### RESUME

Measuring wing points turns out to be among the most labor-intensive processes taking significant time when compiling orthophotomaps, plans and mosaics. This article considers the automatization technique for arranging wing points implemented in the TsFS Talka 3.6 software. Results of the technique efficiency experimental analysis for processing aerial images of forest regions, inter-settlement area and settlements are given.

**МАР ИНФО**<sup>®</sup>  
Современные геоинформационные технологии

*С полевых измерений все только начинается ...*

**в России**

ЭСТИ МАП  
119002 Москва Калошин пер.4  
тел/факс (495) 540-4659, 241-0057  
www.esti-map.ru e-mail: esti-m@esti-map.ru

# РАЗВИТИЕ ФОТОГРАММЕТРИИ В ШВЕЙЦАРИИ\*

## А. Шапуи

Окончил университет в Цюрихе (Швейцария) со специализацией в области геодезии и инженерной геодезии. Несколько лет работал на производстве, затем был директором по развитию аналоговых фотограмметрических приборов (PG2 и серии приборов DSR) в фирме Kern Swiss (Швейцария). До 2005 г. работал в компании Leica Geosystems, где курировал разработку фотограмметрических приборов серии SD.

## П. Фрикер

Окончил университет в Цюрихе (Швейцария) со специализацией в области геодезии и инженерной геодезии, а затем ИТС (Голландия) по специальности «инженер по фотограмметрии и дистанционному зондированию». Выполнял производственные проекты в Нигерии, работал в отделе по фотограмметрии фирмы Wild Heerbrugg и Magnavox в Южной Америке. С 1998 г. по 2008 г. являлся директором по развитию аэросъемочного комплекса ADS40 фирмы Leica Geosystems.

## Д. Хьюз

Окончил Технический университет в Веллингтоне (Новая Зеландия) по специальности геодезия, затем ИТС (Голландия) и Оксфорд (Великобритания). Работал в Новой Зеландии, Австралии, Африке, Средней и Юго-Восточной Азии, где приобрел практический опыт в области геодезии, фотограмметрии и управлении проектами. С 1978 г. работал директором по проектам фирмы Swissair Photo, с 1993 г. — директором по продажам оборудования и ПО в области фотограмметрии фирмы Leica Geosystems. С 2006 г. руководит собственной фирмой.

## П. Шрайбер (Leica Geosystems, Швейцария)

В 1969 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания института работал в области фотограмметрии в Будапеште (Венгрия). С 1982 г. — в фирме Wild Heerbrugg (Швейцария) сотрудником, а затем директором по продажам в Восточной Европе фирмы LH Systems. С 2002 г. по настоящее время — директор по продажам аэросъемочных систем фирмы Leica Geosystems.

## Е. Траверсари (Leica Geosystems, Швейцария)

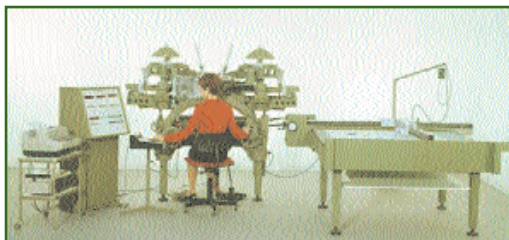
Окончил школу для геодезистов в Италии и Швейцарское фотограмметрическое училище. Затем проходил обучение на курсах по дистанционному зондированию и ГИС в высшей школе (Лозанна, Швейцария) и ИТС (Голландия). С 1985 г. работал инженером по фотограмметрии фирмы Kern Swiss. С 1993 г. по настоящее время занимается вопросами поддержки практического использования ПО дочерних компаний Leica Geosystems в области фотограмметрии и дистанционного зондирования.

Для того, чтобы получить представление о первых шагах, сделанных в области фотограмметрии в Швейцарии, лучше всего изучить книгу по истории фотограмметрии [1], подготовленную по инициативе Швейцарского общества по фотограмметрии, анализу изображений и дистанционному зондированию (SSPIARS). Ис-

тория этого общества, основанного в 1928 г., и двух промышленных фирм из Швейцарии — Kern (г. Аарау) и Wild (г. Хеербруг), которые в 1990 г. объединились в фирму Leica Geosystems AG, неразрывно связаны между собой. В данной статье рассматриваются основные этапы развития фотограмметрии: аналоговый,

аналитический, интерактивных графических систем и цифровой, применительно к наземным и воздушным условиям выполнения работ. Приборы, выпущенные фирмами Kern и Wild вместе с наиболее важными техническими характеристиками, взятыми из [2], приведены в порядке их даты производства. Ограниченный

\* Перевод статьи выполнен Е.Б. Краснопевцевой.



**Рис. 1**  
Автограф первого класса фирмы Wild A8 (1952)



**Рис. 2**  
Фотограмметрический прибор фирмы Kern PG2-GP1 (1960)

объем настоящей статьи вынуждает авторов сократить число иллюстраций приборов и остановиться только на наиболее важных из них, представляющих значительные достижения в технологии.

При рассмотрении производства фотограмметрических приборов в Швейцарии следует учитывать следующие важные факты, оказавшие определенное влияние, в первую очередь, на развитие аналоговых фотограмметрических приборов:

- развитие фотографии во Франции и Германии в XIX веке;



**Рис. 3**  
Аналитическая фотограмметрическая система фирмы Leica Geosystems SD3000 (1992)

- разработка теоретических основ фотограмметрии в Германии в XIX и XX веках;

- потребность в военных картах в период между Первой и Второй мировыми войнами для такой сложной в топографическом отношении страны, как Швейцария;

- высокая организация производства на предприятиях Zeiss в Йене (Германия) и Kern, которая способствовала квалифицированной подготовке и обеспечению потребностей рынка высококлассными механиками и техническими дизайнерами;

- коммерческая деятельность и финансовые вложения ряда предпринимателей.

Без сомнения потребность в военных картах для рекогносцировки была движущей силой, которая гарантировала использование фотограмметрических приборов в Швейцарии и обеспечила основу дальнейшего развития приборов для гражданского применения. В настоящее время заказчики фотограмметрических систем из военных ведомств вносят существенный вклад в оборот компании и стимулируют сложные разработки. Однако, после почти ста лет выпуска приборов, основными потребителями фотограмметрических систем стали гражданские организации.

#### ▼ Аналоговый период

Этот период характеризуется необычайно продолжительным сроком службы приборов. Разработки велись с 1922 г. до 1990 г., когда последний аналоговый прибор AG1 вышел из стен производства (табл. 1). Так, например, автограф первого класса фирмы Wild A8 (рис. 1) выпускался серийно с 1952 г. по 1980 г. За этот период было изготовлено 1035 приборов.

А фотограмметрические приборы фирмы Kern PG2, PG21 (рис. 2), которых было изготовлено более 700 — с 1960 г. по 1985 г. Многие из этих приборов были модернизированы путем установки цифрового вывода и программного обеспечения для подключения к персональным компьютерам, что позволяет использовать сотни из них до настоящего времени.

В табл. 1 приняты следующие обозначения:

A — автограф первого класса точности;

B — автограф второго класса точности;

PG — фотограмметрический прибор;

PUG — устройство маркирования и переноса связующих точек;

PMG — маркирующее устройство.

#### ▼ Аналитический период

В конце 1950-х гг. У. Хелавы (U. Helava) изобрел аналитический плоттер, заменив пространственные рычаги и линейные шкалы уравнениями коллинеарности. В результате в 1961 г. был разработан первый аналитический плоттер AP-1. Фирмы Wild и Kern относительно поздно ввели аналитические системы в производство, помимо прототипов таких приборов, как B8 Stereomat (1964) и A2000 (1968, табл. 2). Без сомнения, наилучшей по точности является система AC1, однако ее высокая стоимость привела к вытеснению этого прибора с рынка. Система SD2000, созданная фирмой Leica Geosystems на базе коллективного опыта фирм Wild и Kern, стала кульминацией в разработке технологии аналитической фотограмметрии. Надежность этих систем при экономически обоснованных затратах на их производство

## Аналоговые приборы (1922–1984)

Таблица 1

Наименование прибора	Фирма-разработчик	Год ввода в эксплуатацию	Год вывода из эксплуатации	Количество проданных экземпляров	Описание прибора
A1	Wild	1922		Три прототипа	
A2	Wild	1926	1941	28	Предназначен для обработки фотопластины с аэрокамеры C2 и фототеодолита P3
A4	Wild	1933	1963	33	Предназначен для обработки фотопластины с наземной стереофотокамеры C12
Ordovas-Kern	Kern	1930		Один прототип	
A5	Wild	1937	1953	90	Первый универсальный прибор, «рабочая лошадка» времен Второй мировой войны
A6	Wild	1940	1953	115	Упрощенный вариант A5
PG0	Kern	1946		Один прототип	Более совершенный, но слишком дорогой прибор
A7	Wild	1952	1972	412	Второй универсальный прибор
A8	Wild	1952	1980	1035	«Рабочая лошадка» в течение почти трех десятилетий
PUG3	Kern	1959	1973	310	Устройство маркирования и переноса точек для аэотриангуляции
PG1	Kern	1960		Три прототипа	
PG2, PG21	Kern	1960	1985	>700	Наиболее значимый прибор, соответствующий по классу точности автографу A8
A9	Wild	1959	1974	71	Третий универсальный прибор с половинным форматом снимкодержателей
B8	Wild	1961	1972	721	Прибор второго класса, изготовленный в наибольшем количестве совместно с прибором B8S
A40	Wild	1964	1982	89	Предназначен для обработки наземных фотоснимков, полученных стереофотокамерами C120 и C40
PUG4	Kern	1968	1985	449	Усовершенствованный PUG3 с изменяемым масштабом изображения (с оптикой переменного увеличения)
A10	Wild	1969	1984	308	Четвертый универсальный прибор
B9	Wild	1969	1971	31	Выпускался в дополнение к прибору A9 с полуформатными снимкодержателями
B8S	Wild	1971	1982	808	Наиболее значимый прибор второго класса
PG3	Kern	1971	1981	30	Универсальный прибор
PMG2	Kern	1977	1994	>60	Устройство маркирования и переноса точек с характеристиками компаратора
AM/AMH	Wild	1977	1983	173	Семейство универсальных приборов, использующих воздушную подушку и по классу точности равных A8
AMU	Wild	1979	1981	21	Пятый универсальный полностью электронный прибор
AG1	Wild	1981	1990	230	Упрощенный, экономичный универсальный прибор, по классу точности равный A8
PUG5	Wild	1984	1990	44	Ультразвуковое устройство маркирования и переноса точек с точностью аналитического компаратора

Аналитические приборы (1964–1992)

Таблица 2

Наименование прибора	Фирма-разработчик	Год ввода в эксплуатацию	Год вывода из эксплуатации	Количество проданных экземпляров	Описание прибора
B8 Stereomat	Wild	1964		Один прототип	Обладает автоматической корреляцией, разработанной совместно с фирмой Raytheon (США)
A2000	Wild	1968		Один прототип	Полностью автоматизированный ортофотоприбор
OR1	Wild	1975	1991	88	Щелевой ортопроектор, управляемый компьютером
AC1	Wild	1980	1987	45	Аналитический прибор высокой точности, основанный на принципе Аббе
DSR1	Kern	1980	1984	30	Компактная система, управляемая несколькими микропроцессорами
BC1	Wild	1982	1984	82	Упрощенная версия AC1 (без принципа Аббе)
DSR11	Kern	1984	1989	100	Упрощенная версия DSR1
BC2	Wild	1984	1989	184	С персональным компьютером
S9-AP	Wild	1987	1990	30	Аналитический плоттер для System 9, обеспечивающий запись в базу данных в режиме реального времени (с 1989 г. поставляется фирмой Prime Wild GIS AG)
DSR12	Kern	1988	1991	130	С компьютером PDP
DSR14	Kern				С персональным компьютером
DSR15	Kern				С компьютером VAX
BC3	Wild	1989	1990	65	С компьютером Unix PC
SD2000	Leica Geosystems	1991	2007	>400	С персональным компьютером
SD3000	Leica Geosystems	1992	2007	>100	С персональным компьютером, добавлен ввод изображений, а также изменена оптическая система

привели к вытеснению с рынка конкурирующих систем. За период с 1991 г. по 2007 г. было изготовлено более 400 аналитических приборов марки SD2000. Последней моделью этого класса стал аналитический прибор SD3000 (рис. 3).

В табл. 2 приняты следующие обозначения:

AC — аналитический прибор высокой точности;

BC — аналитические приборы упрощенной конструкции;

DSR, SD — аналитические приборы;

OR — ортофототрансформатор.

#### ▼ Период интерактивных графических систем

Потребность в интерактивных графических системах возникла в начале 1980-х гг., когда они стали использовать

Интерактивные графические системы (1981–1985)

Таблица 3

Наименование прибора	Год ввода в эксплуатацию	Год вывода из эксплуатации	Количество проданных экземпляров	Описание прибора
GeoMap	1981	1984	117	Система автоматизированной обработки данных геодезических измерений
Informap	1979	1983	>20	Производство фирмы Synercom (США)
Wildmap	1980	1983	>20	В Informap введена фотограмметрическая обработка
System 9 – E/D	1987	1990	>40	Рабочая ГИС-станция, с 1989 г. Prime Wild GIS AG
Infocam	1985	2000	>70	LIS для кадастрового применения

Цифровые фотограмметрические станции и сканеры для фильмов (1988–2003)

Таблица 4

Наименование прибора	Фирма-разработчик	Год ввода в эксплуатацию	Год вывода из эксплуатации	Количество проданных экземпляров	Описание прибора
DSP1	Kern	1988		1 прототип	Первая цифровая рабочая станция
DSW100	Helava Associates	1989	1994	30	Высокоточный сканер для фильмов HAI-100
DPW	Helava Associates	1992	2003	>1000	Цифровая фотограмметрическая рабочая станция, эксклюзивным дистрибьютором которой была фирма Leica Geosystems
DSW200	LH Systems	1994	1941	60	Первый сканер для фильмов
DSW300	LH Systems	1997	1999	60	Первый сканер для фильмов с автоматической лентопротяжкой
DSW500	Leica Geosystems	1999	2002	70	Высокоскоростной сканер для фильмов
Orthobase	ERDAS	1999	2003	>2200	Разработан подразделением компании ERDAS, которое с 2001 г. принадлежит фирме Leica Geosystems
DSW600	Leica Geosystems	2002	2004	>50	Усовершенствованный высокоскоростной сканер для фильмов
DSW700	Leica Geosystems	2004			Усовершенствованный высокоскоростной сканер для фильмов
LPS	Leica Geosystems	2003			Фотограмметрический комплект

ся как дополнение к аналитическим фотограмметрическим плоттерам и электронным тахеометрам при топографической съемке местности (табл. 3). Путь на этот новый рынок был открыт после подписания соглашения о распределении обязанностей с компанией Synercom (США) в 1979 г. Параллельно с этим партнерством была разработана система автоматизированной обработки данных геодезических измерений GeoMap. В результате, на базе накопленного в середине 1980-х гг. опыта, в Хеербруге и Торонто была создана рабочая ГИС-станция System 9, основанная на архитектуре компьютеров фирмы SUN Microsystems, Inc. (США). Низкие показатели по объему продаж этой системы, как видится, с современной точки зрения, были обусловлены тем, что рынок потребителей подобной продукции еще не был сформирован. Именно

по этой причине в 1989 г. данную разработку продали компании Prime Wild GIS AG, а затем — компании Prime Computer. Большая часть команды создателей этой системы в настоящее время отвечает за разработку ГИС MapInfo. Создание интерактивной графической системы для кадастрового применения Infocam велось параллельно в Аарау и Хеербруге. Она занимает промежуточное положение между GeoMap и System 9. К сожалению, ни одна из этих разработок не стала настоящим прорывом на геодезическом и фотограмметрическом рынках.

#### ▼ Цифровой период

Первая цифровая рабочая станция DSP1 (рис. 4) была разработана фирмой Kern и существовала в виде одного образца (табл. 4). Начало интенсивного развития цифровой фотограмметрии ознаменовано подписанием в 1992 г. эксклюзивного соглашения

между фирмами Leica Geosystems и Helava Associates, Inc. (США) о продаже продукции. Фирма Leica Geosystems стала эксклюзивным дистрибьютором цифровой фотограмметрической рабочей станции DPW (табл. 4), разработанной фирмой Helava Associates. За весь период производства было продано более 1000 цифровых фотограмметрических рабо-

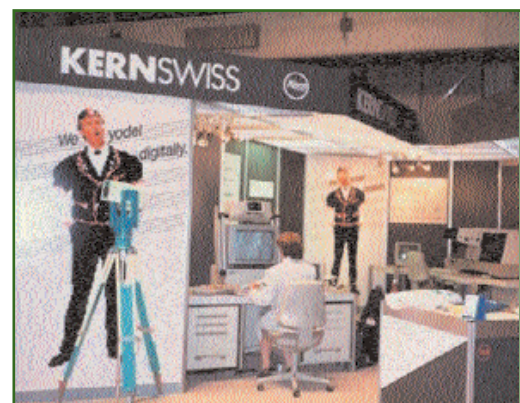


Рис. 4  
Цифровая рабочая станция фирмы Kern DSP1 (1988)



**Рис. 5**  
**Высокоскоростной цифровой сканер для фильмов фирмы Leica Geosystems DSW600 (2002)**

чих станций DPW. Создание совместной компании LH Systems в 1997 г. увенчало успешные взаимоотношения этих фирм.

Продолжалось совершенствование программы SOCET SET, что позволило создать эффективный и производительный модульный программный комплекс для решения широкого круга фотограмметрических задач на цифровых фотограмметрических станциях. Но право собственности на программный комплекс SOCET SET принадлежало фирме BAE Systems. В 2001 г. фирма Leica Geosystems приобрела фирму ERDAS, Inc. в результате чего права на наиболее популярное по продажам программное обеспечение для дистанционного зондирования ERDAS Imagine перешли к Leica Geosystems. Однако по-

стоянное состояние конкуренции с SOCET SET привело к тому, что фирма Leica Geosystems приняла решение о разработке собственного, эквивалентного по кругу решаемых задач, программного комплекса для цифровых фотограмметрических станций. Параллельно с разработкой цифровых фотограмметрических станций разрабатывались и выпускались различные модели сканеров для фильмов (табл. 4). Одна из последних разработок фирмы Leica Geosystems — усовершенствованный высокоскоростной цифровой сканер для фильмов DSW600 представлен на рис. 5.

В табл. 4 приняты следующие обозначения:

DSP — цифровой стереоплоттер;

DSW — цифровой сканер для фильмов;

DPW — цифровая фотограмметрическая рабочая станция.

#### ▼ Наземные фотографические камеры

Без сомнения, первые наземные фотокамеры (фототеодолиты) сделали возможным применение стереофотограмметрии в горной местности до того, как в качестве носителя фотокамеры был предложен самолет. Фирма Wild разработала свой первый фототеодолит P3 в 1926 г., который вы-

пускался в течение 20 лет (табл. 5). Наряду с фототеодолитами, началось производство стереокамер с постоянным базисом, таких как C12 и C120, которые использовались для стереосъемки происшествий. Несмотря на то, что производство фотокамеры P32, используемой вместе с теодолитом, и универсальной наземной фотокамеры P31 было прекращено в 1987 г., эти приборы по-прежнему выпускаются по лицензии фирмой PENTAX (Япония). До настоящего времени эти прочные и надежные фотокамеры продолжают использоваться в Японии и Швейцарии в качестве «полицейского стереометра», обеспечивая съемку при любых погодных условиях.

В табл. 5 приняты следующие обозначения:

C — стереофотокамера;

P — наземная фотокамера, фототеодолит.

#### ▼ Аэрофотокамеры и цифровые сканирующие аэросъемочные системы

История развития аэрофотокамер фирмы Wild, а в последующем фирмы Leica Geosystems, замечательна. Одной из первых аэрофотокамер, выпущенных фирмой Wild в 1927 г., была аэрофотокамера C2 (рис. 6). Из-за небольшого внутреннего рынка в Швейцарии, для того чтобы выжить,

**Наземные фотокамеры фирмы Wild (1926–1974)**

**Таблица 5**

Наименование прибора	Год ввода в эксплуатацию	Год вывода из эксплуатации	Количество проданных экземпляров	Описание прибора
P3	1926	1946	неизвестно	Первый фототеодолит с форматом кадра 10x15 см
C12	1933	1963	150	Наземная стереокамера
P30	1946	1970	>280	Модификация фототеодолита P3
C40	1968	1983	35	Измерительная стереофотокамера
C120	1968	1984	142	Модификация стереокамеры C12
P32	1972	1987	312	Дополнительная фотокамера к теодолиту
P31	1974	1987	122	Универсальная наземная фотокамера



Аэрофотокамеры и цифровые сканирующие аэросъемочные системы (1925–2007)

Таблица 6

Наименование прибора	Фирма-разработчик	Год ввода в эксплуатацию	Год вывода из эксплуатации	Количество проданных экземпляров	Описание прибора
C1	Wild	1925			f = 165 мм, взаимозаменяемые магазины
C2	Wild	1927	1944	50	f = 165 мм, стеклянные фотопластины размером 10x15 см и 13x13 см, съемка с рук или конвергентная подвеска двух фотокамер
C3	Wild	1929		1 прототип	f = 165 мм
RC3	Wild	1937	1941	неизвестно	f = 210 мм, f/4,5, 18x18 см
RC5/RC5a	Wild	1944	1956	130	f = 120/210 мм, 18x18 см
RC7/RC7a	Wild	1949	1972	15	f = 170 мм, 14x14 см, автоматическая фотокамера со стеклянными фотопластинками
RC6	Wild	1951	1955	неизвестно	f = 165 мм, 12,8x12,8 см
RC8	Wild	1956	1972	382	f = 115/152/210 мм, 18x18 см (стеклянные фотопластины) и 23x23 см (фотопленка)
RC9	Wild	1958	1972	100	f = 88 мм, f/5,6, полуформатная
RC10	Wild	1969	1984	380	f = 88/153/210/303 мм
RC10a	Wild	1982	1988	64	Такая же, как RC10, но управляемая микропроцессором
RC20	Wild	1987	1993	138	Такая же, как RC10a, но с FMC
RC30	Leica Geosystems	1992	2008	>400	Такая же, как RC20, но с гиросtabilизированной подвеской
ADS40	Leica Geosystems	2001	2007	>45	Первая коммерческая цифровая сканирующая аэросъемочная система с 10 линейками ПЗС (CCD), f = 62,7 мм
ADS40, 2-я генерация	Leica Geosystems	2007		>15	Усовершенствованный вариант ADS40

фирмы Wild и Leica Geosystems постоянно адаптировали свои системы к зарубежным потребителям, особенно в Америке



**Рис. 7**  
Аэрофотокамера фирмы Leica Geosystems RC30 (1992)

и Японии (табл. 6). Значимые шаги были сделаны после Второй мировой войны, с переходом от 18 см стеклянных фотопластинок к фотопленке и, немногим позже, к фотопленке шириной 23 см. Разработка сверхширокоугольных объективов и внедрение компенсаторов продольного сдвига изображения, а также создание гиросtabilизированной подвески завершили 80-летний период создания аналоговых фотопленочных камер. Последняя модель фотопленочной аэрофотокамеры RC30 приведена на рис. 7.

Признаки наступления цифровой эры были во время распознаны, и уже в 2001 г. фирма Leica Geosystems смогла из-



**Рис. 6**  
Аэрофотокамера фирмы Wild C2 (1927)

готовить и поставить первую коммерческую цифровую сканирующую аэросъемочную систему ADS40 (рис. 8).

В табл. 6 приняты следующие обозначения:

f — фокусное расстояние;



**Рис. 8**  
Цифровая сканирующая аэросъемочная система фирмы Leica Geosystems ADS40 (2001)

С — фотограмметрическая аэрофотокамера с ручной сменой фотопластинок;

RC — автоматическая аэрофотокамера с автоматической сменой фотопластинок или протяжкой фотопленки;

ADS — цифровая сканирующая аэросъемочная система.

Таким образом, приведен-

ное описание достижений Швейцарии в области формирования концепции, конструкции и изготовления фотограмметрических приборов и систем позволяет осознать степень необходимой креативности и знания рынка для того, чтобы успешно поставлять на мировой рынок эту продукцию в течение более 80 лет. Надеемся, что эта статья дополнит описание истории фотограмметрии в Швейцарии, которая была представлена в публикации [1] только до 1980 г.

*Авторы выражают благодарность Ф. Шапира за помощь в подготовке публикации.*

#### ▼ Список литературы

1. P. Fulscher (Ed.). Photogrammetrie in der Schweiz — Geschichte — Entwicklung. Published by the Swiss Society for

Photogrammetry, Image Analysis and Remote Sensing. Buch 7872, Dummler, Bonn, 1996.

2. M.G. Albota. Short Chronological History of Photogrammetry // XIII ISP Congress, Helsinki, 1976. (Даты в этой публикации не всегда совпадают с отчетами фирмы Leica Geosystems из-за различия в дате объявления о выходе прибора и его поставке на рынок).

#### RESUME

The article considers the main stages of photogrammetry development for ground-based and aerial applications in Switzerland, including analog, analytic and digital as well as photogrammetry of interactive graphical systems. It is noted that these stages are inseparably associated with the history of both the Swiss Society of Photogrammetry, Image Analysis and Remote Sensing and the Kern and Wild companies which united in the Leica Geosystems AG in 1990.

## НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Официальный дистрибьютор в Украине

**Leica**  
Geosystems

### Геодезическое оборудование

- Тахеометры TPS
- Теодолиты
- Нивелиры Runner

### Лазерное оборудование

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

### Представляет журнал "Геопрофи" в Украине

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

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

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



Наш сайт: [www.ngc.com.ua](http://www.ngc.com.ua)

E-mail: [ngc@ngc.com.ua](mailto:ngc@ngc.com.ua)

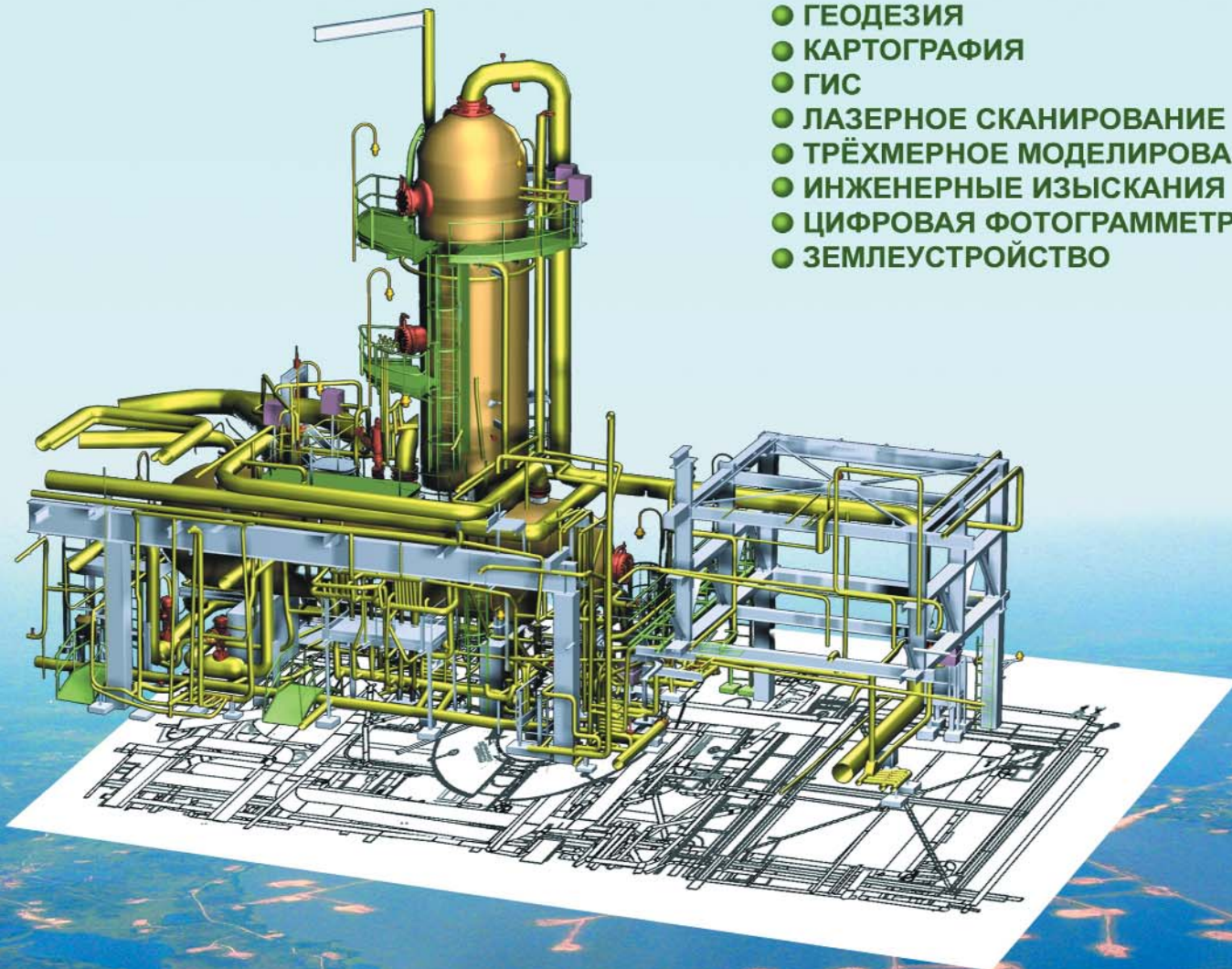
10 ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ



**ЦПГЕО**  
ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

# ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

- АЭРОФОТОСЪЁМКА
- ГЕОДЕЗИЯ
- КАРТОГРАФИЯ
- ГИС
- ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ
- ТРЁХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
- ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ
- ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЯ
- ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО



ПОСТРОЕНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ  
ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

ТРЁХМЕРНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОПИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

109 387, г. Москва, ул. Краснодонская, д.16а, 1 подъезд  
тел. (499) 784 – 5008, 784 – 5009, 784 – 5012; факс (499) 784 – 5010  
[www.cpgeo.ru](http://www.cpgeo.ru) [office@cpgeo.ru](mailto:office@cpgeo.ru)

# ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦММ В ГИС-ТЕХНОЛОГИЯХ

Г.С. Елесин (МГСУ)

В 1961 г. окончил ГУЗ по специальности «геодезия». После окончания института работал во Всесоюзном гидрогеологическом тресте, с 1963 г. — в Узбекском Гипрозем (Ташкент), с 1971 г. — в ГИЗР, с 1993 г. по 2005 г. — в системе Росземкадастра. В настоящее время — профессор кафедры инженерной геодезии Московского государственного строительного университета (МГСУ).

Традиционные технологии создания и использования планов и карт претерпевают значительные изменения в связи с широким внедрением в практику компьютерных технологий. Происходит интеграция цифровых моделей местности (ЦММ) и геоинформационных систем (ГИС) [1]. Однако картографическая информация, используемая в современных ГИС-проектах, зачастую «жестко связана» с содержанием, оформлением и другими параметрами традиционных карт и планов. Это не позволяет полностью использовать возможности цифровой формы представления данных о местности.

Так, например, точность отображения пространственного положения объектов на картах зависит от ее масштаба. При оценке точности отображения объектов в цифровых технологиях используется пиксель — минимальный элемент изображения при его визуализации. В результате увеличения или уменьшения на экране дисплея можно получать изображения в различных масштабах. При этом точность фиксации четких контуров практически не меняется, так как она зависит, в основном, от размера пикселя.

Традиционные карты и планы создаются в виде отдельных листов, размеры которых определяются в зависимости от их масштаба и назначения. При использовании компьютерных технологий картографические изображения и цифровые снимки изучаемой местности могут храниться в виде мозаичного (единого растрового) изображения всей картографиру-

емой территории [2]. При работе любая требуемая часть изображения может быть запрошена программным путем и выдана на экран дисплея или последовательно просмотрена оператором. В этом случае не нужно выполнять деление картографического изображения на отдельные номенклатурные листы, как это происходит при создании карт и планов с помощью традиционных технологий. При необходимости часть изображения можно «вырезать» для работы и распечатать.

В традиционных технологиях для карт и планов различных масштабов устанавливаются ограничения на количество отображаемых на них объектов, а, следовательно, и на объем фиксируемых данных. Однако при решении прикладных задач часто возникает потребность отображать на карте количество объектов, превышающее допустимый предел. В этом случае приходится использовать более крупный масштаб карты, что требует существенного увеличения затрат. При использовании геоинформационных технологий таких жестких ограничений нет.

Кроме того, при создании карт и планов все чаще используются данные аэрокосмических съемок, поскольку стереофотограмметрическая обработка цифровых снимков, включая пространственную аналитическую фототриангуляцию, создание цифровой модели рельефа, построение горизонталей, зарамочное оформление листов карт, стали выполняться, в основном, в автоматическом режиме.

Перспективным направлением является использование при создании ГИС-проектов измерительной стереоскопической цифровой модели местности. Такая технология реализована в большинстве цифровых фотограмметрических станций как российских, так и зарубежных производителей.

Компьютерные технологии позволяют автоматизировать не только процесс создания цифровой модели местности. Программные средства ГИС дают возможность в рамках разрабатываемого проекта автоматизировать процессы решения отраслевых задач (учета, оценки, мониторинга, проектирования, планирования и др.) [3]. Когда поставленная задача решена программными средствами, цифровой картографический материал имеет иллюстративное значение и для наглядности может быть распечатан на бумаге, поскольку измерительные и другие процессы выполнены программно.

Рассмотрим особенности использования картографических материалов для обеспечения строительства и эксплуатации объектов на территории города. В основном они используются для решения следующих задач:

- зонирования территории города;
- планировки и размещения объектов строительства;
- учета и оценки объектов городского хозяйства;
- построения динамических моделей и мониторинга состояния территорий и объектов городского строительства и хозяй-

ства;

- инженерных изысканий и проектирования зданий, сооружений, подъездных путей, автомобильных дорог и сетей инженерных коммуникаций (канализация, водопровод, тепловые и газовые сети, кабельные и воздушные линии электропередач и т. д.);

- оценки экологического состояния жилых массивов;

- установления и восстановления границ земельных участков;

- выноса проекта в натуру;

- обустройства строительных площадок;

- определения водосборных площадок и др.

На территории города приходится интегрировать результаты работ большого числа служб, в результате чего возникает необходимость использования единой многопользовательской картографической основы. Создать такую основу на базе традиционного графического плана или карты, удовлетворяющую каждого пользователя, практически невозможно, так как к ней предъявляются различные требования:

- по точности отображения объектов и их элементов;

- перечню фиксируемых объектов и их характеристикам;

- периодичности обновления;

- надежности (достоверности) информации об картографируемых объектах;

- читаемости изображения (количеству объектов на единицу площади);

- возможности компьютеризации тех или иных блоков решаемых тематических задач и т. д.

Поэтому взамен графического плана в качестве единой картографической основы многие пользователи стали применять ортофотоплан. Однако изготовление ортофотоплана требует определенных временных и финансовых затрат. Кроме того, измерения на ортофотоплане могут выполняться только в двухмерном пространстве (X, Y), а отоб-

ражение высот объектов в виде отметок точек или горизонталей также требует дополнительных трудозатрат. Поэтому целесообразно в качестве единой основы для точных измерительных процедур использовать геодезически ориентированную в пространстве с требуемой точностью трехмерную растровую стереоскопическую цифровую модель местности. Измерительная стереоскопическая ЦММ дает возможность определять высоты отдельных точек и контурных объектов с помощью соответствующих программных средств в автоматическом режиме. В этом случае отпадает необходимость в рисовке горизонталей. Работа со стереоскопической ЦММ более эффективна, чем работа с плоским изображением на фотоплане, поскольку имеет более высокую точность измерений и распознаваемость объектов. Пользуясь исходной цифровой моделью местности, можно получать изображение в различных масштабах, а в прикладных программах автоматически вычислять значения пространственных координат точек местности.

Таким образом, кроме ортофотоплана или графического плана пользователю целесообразно иметь в качестве исходной продукции измерительную стереоскопическую цифровую модель местности. При необходимости с ее помощью может быть создан графический план с традиционными характеристиками.

Это принципиально новое направление в области ГИС-технологий, которое позволяет решать тематические (пользовательские) задачи программными средствами в стереоскопическом режиме в трехмерном пространстве.

Применение стереоскопического варианта технологии не требует дополнительных затрат, так как стереоскопическая цифровая модель местности технологически создается в процессе фотограмметрической обработки снимков.

Если использование ортофотопланов оправдано при решении задач на межселенной территории [4], то для решения задач городского строительства и хозяйства применение измерительной стереоскопической ЦММ совершенно необходимо. Примерами таких задач являются следующие: вертикальная планировка строительных площадок, проектирование трасс трубопроводов и кабельных сетей, учет, оценка, мониторинг состояния объектов городского хозяйства и др.

Стереоскопическое цифровое изображение позволяет решать задачи в автоматизированном режиме в камеральных условиях при минимальном объеме полевых работ с ощутимой экономией трудозатрат.

#### ▼ Список литературы

1. Елесин Г.С. Интеграция стереограмметрических и геоинформационных технологий // Сборник реферативных изложений докладов. — М.: МГСУ, 2006.
2. Алчинов А.И., Беклемишев Н.Д., Кекелидзе В.Б. Методы цифровой фотограмметрии. Технология «Талка». — М.: МГУП, 2007.
3. Елесин Г.С., Алчинов А.И., Самратов У.Д. Автоматизированная земельно-информационная система для создания и ведения земельного кадастра районного и городского уровня. — М.: ГУЗ, 1999.
4. Самратов У.Д., Елесин Г.С., Попович П.Р. Использование технологии цифровых картографических и геоинформационных систем в государственном земельном кадастре России // ГИС-обозрение. — Весна. — 1995.

#### RESUME

Particular problems of using cartographic materials are considered to support civil engineering and maintenance objects within the city's territory where there should be integrated results of the works of a large number of the engineering services. It is proposed to use orthophotomaps together with the terrain's measuring stereomodel as a single multi-user cartographic base instead of a graphic plan.



**РАКУРС** Программные разработки и услуги в области цифровой фотограмметрии и данных ДЗЗ

выбери  
ВЫБЕРИ

нужный

**РАКУРС**

### Программное обеспечение PHOTOMOD®

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

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

#### Полный перечень 4.1 системы PHOTOMOD:

- полный модуль PHOTOMOD GCP Survey
- система 3D моделирования (экспорт в AutoCAD)
- модуль GRS
- распределенная обработка при преобразовании

### Фотограмметрические проекты

Компания имеет большой опыт выполнения производственных проектов для российских и зарубежных заказчиков.

Мы обладаем достаточными ресурсами для выполнения фотограмметрических работ любого объема и уровня сложности.

### Данные дистанционного зондирования

Компания РАКУРС является официальным дистрибутором данных SPOT-2,4,5, KOMPSAT-1-2, KOMPSAT-3, IKONOS, TerraSAR-X.

### Программные продукты ПАНОРАМА

Компания РАКУРС является официальным дистрибутором геоинформационных технологий ПАНОРАМА.

#### Контактная информация

Тел: +7 (495) 720 51 27

Факс: +7 (495) 720 51 28

E-mail: info@racurs.ru

Internet: www.racurs.ru

# СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА В ГЕОДЕЗИИ, ГЕОИНФОРМАТИКЕ И НАВИГАЦИИ\*

В.И. Кафтан (ЦНИИГАиК)

В 1971 г. окончил Московский топографический политехникум (в настоящее время — Московский колледж геодезии и картографии), затем — геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». Более 35 лет работает в системе Роскартографии. С 1990 г. работает в ЦНИИГАиК, в настоящее время — заведующий лабораторией спутниковой геодезии и геодинамики. Доктор технических наук.

## Обоснование необходимости перехода на термины международных стандартов

В свете изложенных основных понятий (см. Геопрофи. — 2008. — № 3. — С. 60–63) рассмотрим их правильное применение в соответствии с трактовкой ISO:

— Системы координат: пространственная прямоугольная, геодезическая и др.;

— Системы отсчета: СК–42, СК–95, NAD–83, WGS–84, ПЗ–90, ETRS–89, ITRS и др.;

— Отсчетные (геодезические) основы: ГГС и каталог координат, EUREF, ITRF–97, ITRF–2005 и др.

Следует отметить, что в отличие от СК–95, ее американский аналог NAD–83, более точно отражая смысл понятия, обозначает не систему координат, а Северо-Американские геодезические даты, установленные в 1983 г. для практического использования системы геодезических координат в регионе. Как показывает зарубежная практика, временная дата введения в строй присутствует в аббревиатурах названий координатных систем отсчета или отсчетных основ, а не собственно систем координат, как это исторически сложилось в России.

Можно было бы не обращать внимания на зарубежный опыт и продолжать применять устоявш-

ую терминологию. Тем не менее, переход к терминологии ISO будет востребован, а возможно, и необходим при создании геоинформационных систем международного использования. Указанные выше понятия системы координат, системы отсчета и отсчетной основы имеют конкретные цифровые идентификаторы, обеспечивающие нормальное функционирование ГИС в компьютерной среде. Несоблюдение установленных единых кодировок определенным образом отразится на функционировании геоинформационных систем. Простым примером этому может быть программа-калькулятор преобразования координат (присутствующая в подавляющем числе геоинформационных систем), где в большинстве случаев различаются опции «система координат», «даты» и «картографическая проекция». В зарубежных калькуляторах, например, в опции «даты» (datum) можно найти WGS–84, а в опции «система координат» (coordinate system) — геодезические или прямоугольные координаты, отнесенные к центру Земли. В данном случае видно, что СК–95 не попадает под определение «coordinate system», но может быть помещено в «datum» наравне с NAD–83.

Переходя к терминологии ISO, было бы более корректным именовать СК–42 и СК–95 координатными системами отсчета, а не системами координат, изобретенными столетиями раньше.

В настоящее время для описания пространственного положения в геоинформационных задачах используются системы пространственных прямоугольных, плоских прямоугольных и геодезических координат. В случае картографических основ мелких масштабов применяются географические координаты на сферической поверхности. Необходимо отметить, что в описании программного обеспечения и публикациях специалистов по геоинформатике геодезические координаты нередко ошибочно именуются географическими.

Наиболее распространенным случаем является применение составных систем координат (систем отсчета), объединяющих систему плоских прямоугольных координат в картографической проекции и высот, связанных с гравитационным полем Земли. Так, для территории Российской Федерации применяется государственная геодезическая система координат (в современном понимании — координатная система отсчета) СК–95 на эллипсоиде Красовского, координаты которой перевычислены в плоские прямоугольные координаты проекции Гаусса-Крюгера, и Балтийская система нормальных высот 1977 г.

\* Окончание. Начало в № 3-2008.

Так как реализацией системы координат является совокупность пунктов геодезической сети и значений координат, присвоенных этим пунктам, для территории Российской Федерации таковой являются государственные геодезическая и нивелирная сети, а также каталоги значений координат и высот.

Система геодезических параметров ПЗ–90, представляющая собой глобальную систему отсчета, включает фундаментальные астрономические и геодезические постоянные, глобальную геоцентрическую систему координат, параметры отсчетного эллипсоида, модели гравитационного поля Земли, представленные в виде разложения в ряд по сферическим функциям и системы точечных масс, каталоги высот квазигеоида над общеземным эллипсоидом, параметры связи ПЗ–90 с СК–95.

Система отсчета ПЗ–90 реализована на земной поверхности десятком пунктов на территории России и Антарктиды. Носителями координат ПЗ–90 являются спутники российской ГНСС ГЛОНАСС, находящиеся на околоземной орбите. Точность положения наземных пунктов близка к нескольким сантиметрам, а бортовых эфемерид спутников — к метрам и десяткам метров. До сентября 2007 г. земная и космическая реализации ПЗ–90 были взаимно согласованы с точностью около 10 м. Новая реализация глобальной системы отсчета ПЗ–90.02 вновь именуется геоцентрической системой координат, несмотря на то, что применя-

емые в ее составе системы координат (прямоугольная и геодезическая), а также фундаментальные константы и модели, не изменились. Были получены новые значения координат, более точно, чем прежде (судя по цифрам аббревиатуры, на момент 2002 г.), согласованные с реализацией международной системы ITRS.

Важным моментом является правильное понимание, с какими именно координатами различных систем отсчета приходится иметь дело в тех или иных обстоятельствах. Необходимо различать виды реализаций глобальных и государственных систем отсчета. Так, в настоящее время существуют следующие основные виды реализаций глобальных систем отсчета: космическая (эфемериды спутников), станции слежения и наземная геодезическая сеть [6].

Для ясного понимания и правильного применения значений координат в научных исследованиях и практике сопоставим наиболее распространенные геодезические системы отсчета (см. таблицу).

Как показано в таблице, космической реализацией глобальной системы отсчета ITRS являются значения точных эфемерид спутников ГНСС. Заметим, что за исключением СК–95, приведенные в таблице значения точности представляют собой средние квадратические погрешности определения «абсолютного» положения по отношению к соответствующим началам отсчета. Космической реализацией WGS–84 и ПЗ–90 являются широ-

ковещательные или «бортовые» эфемериды спутников систем GPS и ГЛОНАСС. Точные эфемериды спутников системы ГЛОНАСС в системе отсчета ПЗ–90 пока что не доступны гражданским пользователям. Международными научными аналитическими центрами IGS (Международная служба ГНСС) вырабатываются эфемериды спутников ГЛОНАСС в системе отсчета ITRS.

Наземные сети станций слежения спутников GPS и ГЛОНАСС имеют координаты, полученные с высокой точностью. Эти пункты обслуживаются оборонными ведомствами США и России, в отличие от аналитических центров ITRF, являющихся обсерваториями университетов, научных организаций и гражданских геодезических служб. Это обстоятельство свидетельствует о том, что в системах WGS–84 и ПЗ–90 невозможно создавать геодезические сети, взаимно увязанные с высокой (геодезической) точностью, не выполняя измерения на станциях слежения, которые недоступны гражданским пользователям. Тем не менее, на основе относительного метода спутниковых измерений с использованием широковещательных эфемерид можно строить свободные сети с погрешностями взаимного положения пунктов не более 1 см. «Абсолютное» положение пунктов таких сетей будет иметь систематические смещения относительно точных реализаций порядка 1–10 м. Для получения точных координат в глобальной ITRS или государственной СК–95 системах отсчета необходимо

### Сопоставление точностных характеристик реализаций геодезических систем отсчета

Элементы реализации	Точность реализаций систем отсчета			
	ITRS	WGS–84	ПЗ–90	СК–95
Эфемериды	2–3 см	1–10 м	1–10 м	Отсутствует
Станции слежения	1–2 см	1–2 см	1–2 см	Отсутствует
Наземная сеть пунктов гражданского использования	1–2 см	Отсутствует	Отсутствует	2–3 см* 0,3 м**

*Примечания.* \*Точность взаимного положения смежных пунктов ГГС.

\*\*Точность взаимного положения наиболее удаленных друг от друга пунктов ГГС. Точность характеризуется средней квадратической погрешностью.



включать пункты реализации этих систем в совместные наблюдения и использовать в качестве исходных или выполнять уравнивание с учетом ошибок исходных данных. В последнее время открывается возможность определения координат пунктов с точностью нескольких сантиметров в режиме точного определения местоположения (Point Precise Positioning — PPP) без использования координат наземных опорных пунктов на основе точных апостериорных эфемерид спутников ГНСС.

Министерство обороны США не занимается созданием высокоточных земных геодезических сетей и не вырабатывает (по крайней мере, открыто) точные эфемериды спутников GPS. Поэтому WGS-84 предназначается, в первую очередь, для решения навигационных и оборонных задач. Таким же является и назначение системы отсчета ПЗ-90. В результате получения новой реализации ПЗ-90.02 она стала совпадать с реализацией WGS-84 на уровне дециметров [7]. Это является важным шагом на пути развития ГЛОНАСС и обеспечивает их совместное открытое использование без дополнительных взаимных преобразований широкоэфемерид.

В настоящее время для российских поставщиков и пользователей геопространственными данными существенный интерес представляют местные системы координат. В современной международной терминологии их аналогами являются местные (локальные) системы отсчета, образованные соответствующими геодезическими датами, отличающимися от общегосударственных геодезических дат пространственными смещениями и разворотами осей координат. Если местная система отсчета получена в результате картографического проектирования, то появляются также различия в масштабах изображения.

Основной интерес к местным системам отсчета обусловлен

возможностью их открытого использования по сравнению с официальными ограничениями в отношении государственной и глобальных систем отсчета. В связи с этим необходимо отметить следующее. Появляющиеся новые системы отсчета субъектов Российской Федерации, размеры которых сопоставимы с размерами нескольких крупных европейских государств, ничем не отличаются от государственных систем. Если будет создана открытая система отсчета, например для Красноярского края, и точное взаимное положение объектов, удаленных друг от друга на тысячи километров, станет доступным, то совершенно необъяснимым будет наличие официальных ограничений на общегосударственную систему СК-95.

Отметим также принципиальную неопределенность в официальном описании того, что представляет собой местная система координат. В нем не указано, что является началом и осями как государственной, так и местной системы. Отсчетными линиями и поверхностями государственной системы геодезических координат (а именно такая официально установлена) являются экватор, начальный меридиан, эллипсоид Красовского. Началом геодезических координат является точка пересечения экватора и начального меридиана. Вероятно, для «новых» местных систем подразумевается, что началом отсчета государственных координат является точка пересечения экватора и осевого меридиана зоны официальной картографической разграфки. Но это было понятно и более оправдано в случаях действительно локальных систем отсчета. В «новых» местных системах будет по-прежнему, во-первых, оставаться нерешенным вопрос, относительно какой точки осуществлять разворот и смещение начала отсчета. Во-вторых, применение проекции Гаусса-Крюгера необходимо для изготовления традицион-

ных бумажных карт и совершенно необязательно для создания современных цифровых моделей местности. При принятии решения (на наш взгляд, достаточно парадоксального) о создании гигантских местных систем отсчета открытого пользования было бы логичным предложить выполнять взаимное смещение начала и разворот осей глобальных декартовых трехмерных систем координат, по аналогии с ориентированием государственных и общеземных систем.

В настоящее время исходные геодезические даты — это параметры фиксации ориентирования и (в необходимых случаях) масштабирования одной, как правило, земной системы отсчета относительно другой. Ранее, ориентирование земных систем координат было возможно лишь с использованием оптических астрономических наблюдений. Примерами этого являются государственные координатные системы отсчета: СК-42, ориентированная с использованием классических астрономических наблюдений в Пулковско, и СК-95, потерявшая первоначальные даты и ориентированная по отношению к ПЗ-90 с использованием спутниковых измерений. Спутниковые геодезические технологии требуют именно второго подхода. Наличие глобальных и государственных (континентального масштаба) систем отсчета существенно облегчает задачу построения местных (в международной трактовке — локальных) систем отсчета в тех случаях, когда необходимо сохранить геодезическую связь между данными системами. Для ряда локальных (не путать с региональными) задач технологически можно создавать системы отсчета, независимые от государственной или общеземной. В данном случае достаточно использовать широкоэфемеридные эфемериды спутников ГНСС.

В данной публикации мы ограничились рассмотрением координатных систем отсчета. В то же

время аналогичная ситуация сохраняется в концептуальном представлении систем нормальных высот, систем времени и гравиметрических систем. Дискуссия в отношении гравиметрических систем была предложена, например, в работе [8]. Во всех рассматриваемых случаях целесообразно отличать принципы, правила и теоретические обобщения от их физических воплощений, так как первые гораздо более постоянны в отличие от быстро меняющихся во времени и пространстве реализаций. Современная глобальная геодезическая отсчетная основа содержит обсерватории с единым комплексом измерительных средств, например, таких как радиоинтерферометры, спутниковые лазерные дальнометры, приемники ГНСС, атомные часы, абсолютные и криогенные гравиметры и др. Эти измерительные средства имеют точную взаимную пространственную привязку, а также связь с высокоточным ге-

ометрическим нивелированием. Аналогичная технология применяется и при создании государственной геодезической основы России. Такой подход требует единой взаимно согласованной системы фундаментальных параметров и моделей, т. е. общей пространственно-временной и гравиметрической системы.

В заключение хотелось бы отметить, что в данной публикации мы стремились обосновать необходимость перехода на новую международную терминологию описания важных элементов пространственно-временной информации. Сегодняшняя ситуация взаимодействия специалистов разных научных и технологических дисциплин в сфере совместного решения координатно-временных задач напоминает библейский сюжет строительства Вавилонской башни. Хотелось бы избежать повторения этой истории.

#### ▼ Список литературы

6. Жаров В.Е. Сферическая ас-

трономия. — Фрязино, 2006. — 480 с.

7. [www.glonass-ianc.rsa.ru/i/glonass/3.3.4\\_Rus.pdf](http://www.glonass-ianc.rsa.ru/i/glonass/3.3.4_Rus.pdf).

8. Кафтан В.И. Основы и системы отсчета в гравиметрии и геодезии: хаос и порядок в терминологии // Рефераты докладов Международного симпозиума «Наземная, морская и аэрогравиметрия: измерения на неподвижных и подвижных основаниях», 20–23 августа 2007 г., ГНЦ РФ «ЦНИИ-Электроприбор», Санкт-Петербург.

#### RESUME

In the second part of the article the author substantiates the necessity to change for the new international terminology for describing the most important elements of the spatial-temporal information used in the Russian Federation and namely SK-42, SK-95, PZ-90 and the local coordinate systems. It is noted that the similar situation is still faced with in the field of conceptual presentation the systems of the normal heights, time systems and the gravimetric systems.

## Компания НАВГЕОКОМ приглашает на работу!

Компания НАВГЕОКОМ основана в 1997 году.

НАВГЕОКОМ сегодня – это динамично развивающаяся Компания. В Московском офисе и одиннадцати региональных филиалах работает более 200 человек.

Мы специализируемся на внедрении технологических решений в различные области народного хозяйства, в основе которых – современные передовые технологии: спутниковая навигация, лазерное сканирование, опико-электронные измерения и 3D моделирование.

Предлагаемые НАВГЕОКОМ решения нашли широкое применение в геодезии, земельном кадастре, изысканиях, архитектуре, строительстве и сельском хозяйстве. Решения НАВГЕОКОМ позволяют нашим клиентам существенно повысить производственный уровень предприятия, сделать работу максимально эффективной и качественной.

Сегодня компания состоит из бизнес-направлений, основной штат которых составляют профессионалы в областях геодезии, геоинформатики, спутниковой навигации и радиоэлектроники.

Если Вы талантливый, целеустремленный, инициативный и имеете инновационный взгляд на современные GEO-технологии, Вы нужны нам! Присоединяйтесь к нашей команде!



**НАВГЕОКОМ**

ИП «НАВГЕОКОМ»

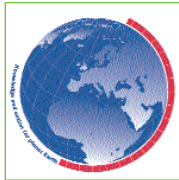
125026, Москва, ул. Павла Корчагина, 2  
тел.: (495) 781 7777, факс: (495) 747 5130  
job@navgeocom.ru, www.navgeocom.ru

Современные технологии  
и профессиональные решения

## СЕНТЯБРЬ

## ▼ Бремен (Германия), 30–2

Конгресс и выставка по геодезии, геоинформатике и кадастру  
**INTERGEO 2008**



Немецкая геодезическая ассоциация (DVW)  
Интернет:  
[www.intergeo.de](http://www.intergeo.de)

## ОКТЯБРЬ

## ▼ Санкт-Петербург, 13–17\*

Всероссийская научно-практическая конференция **«Новые технологии в маркшейдерско-геодезическом обеспечении горных работ»**

Союз маркшейдеров России, Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова  
Тел: (495) 641-00-45,  
(499) 263-15-55  
Интернет: [www.miningwork.ru](http://www.miningwork.ru)

## ▼ Голицыно, 14–17

**XIV Конференция пользователей программных продуктов ESRI и ERDAS в России и странах СНГ**

DATA+  
Тел: (495) 254-93-35,  
254-65-65  
E-mail: [dina@dataplus.ru](mailto:dina@dataplus.ru)  
Интернет: [www.dataplus.ru](http://www.dataplus.ru)

## ▼ Киев (Украина), 17–18\*

VIII Международная научно-практическая конференция **«ГИС-Форум-2008»**  
ГИС-Ассоциация Украины  
Тел: +38 (044) 362-90-32  
E-mail: [admin@gisa.org.ua](mailto:admin@gisa.org.ua)

Интернет: <http://gisa.org.ua/forum2008-rus.htm>

## ▼ Алматы (Казахстан), 29–31\*

II Международная Центрально-Азиатская конференция **«Дистанционное зондирование Земли и геоинформационные системы»**

«Совзонд», DigitalOrb  
Тел: +7 (727) 266-33-63  
E-mail: [ATremko@digitalorb.kz](mailto:ATremko@digitalorb.kz)  
Интернет: [www.ersconf.kz](http://www.ersconf.kz)

## ▼ Санкт-Петербург, 30–31\*

Региональная практическая конференция **«ГИС для управления территориями»**

Центр «Севзапгеоинформ», ФГУП «Аэрогеодезия», ФГУП «Новгородское АГП» и Санкт-Петербургское общество геодезии и картографии  
Факс: (812) 766-30-65  
E-mail: [mail@szgi.ru](mailto:mail@szgi.ru),  
[vbk-ag@ya.ru](mailto:vbk-ag@ya.ru)

## НОЯБРЬ

## ▼ Москва, 10–13\*

Международный форум  
**CITYBUILD-2008**



Международная выставка **«Ин-ТехГеоСтрой-2008»**. Инновационные технологии обеспечения строительства и мониторинга зданий и сооружений. Изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация  
«Глобал Экспо»  
Тел: (495) 980-21-86, 981-82-20  
Факс: (495) 981-82-21  
E-mail:  
[kuzmina@global-expo.ru](mailto:kuzmina@global-expo.ru)  
Интернет: [www.city-build.ru](http://www.city-build.ru)

## ▼ Москва, 11–14\*

Семинар **«Землепользование и землеустройство в муниципальных образованиях»**

Учебно-научный центр «Земля и недвижимость» РАГС  
Тел/факс: (495) 436-05-21,  
436-90-27  
E-mail: [fedoseev@ur.rags.ru](mailto:fedoseev@ur.rags.ru)  
Интернет: [www.ipkr.ru](http://www.ipkr.ru)

## ДЕКАБРЬ

## ▼ Москва, 2–5\*

Семинар **«Землеустроительные работы при инвентаризации и межевании земель»**

Учебно-научный центр «Земля и недвижимость» РАГС  
Тел/факс: (495) 436-05-21,  
436-90-27  
E-mail: [fedoseev@ur.rags.ru](mailto:fedoseev@ur.rags.ru)  
Интернет: [www.ipkr.ru](http://www.ipkr.ru)

## ▼ Москва, 10–11\*

VIII Международная конференция и выставка **«Лазерное сканирование и цифровая аэро съемка. Сегодня и завтра»**

РОФДЗ  
Тел/факс: (495) 959-40-81  
E-mail: [conference@rsprs.ru](mailto:conference@rsprs.ru)  
Интернет: [www.rsprs.ru](http://www.rsprs.ru)

## ▼ Москва, 18–19\*

Четвертая общероссийская конференция **«Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации»**

ОАО ПНИИИС, Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве»  
Тел: (495) 366-23-35, 366-24-36,  
369-56-18  
Тел/факс: (495) 366-34-79,  
366-24-46  
E-mail: [org@pniis.ru](mailto:org@pniis.ru),  
[conf@pniis.ru](mailto:conf@pniis.ru)  
Интернет: [www.pniis.ru](http://www.pniis.ru),  
[www.oaiis.ru](http://www.oaiis.ru)

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



**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ И ЦИФРОВАЯ АЭРОФОТОСЪЕМКА. СЕГОДНЯ И ЗАВТРА**

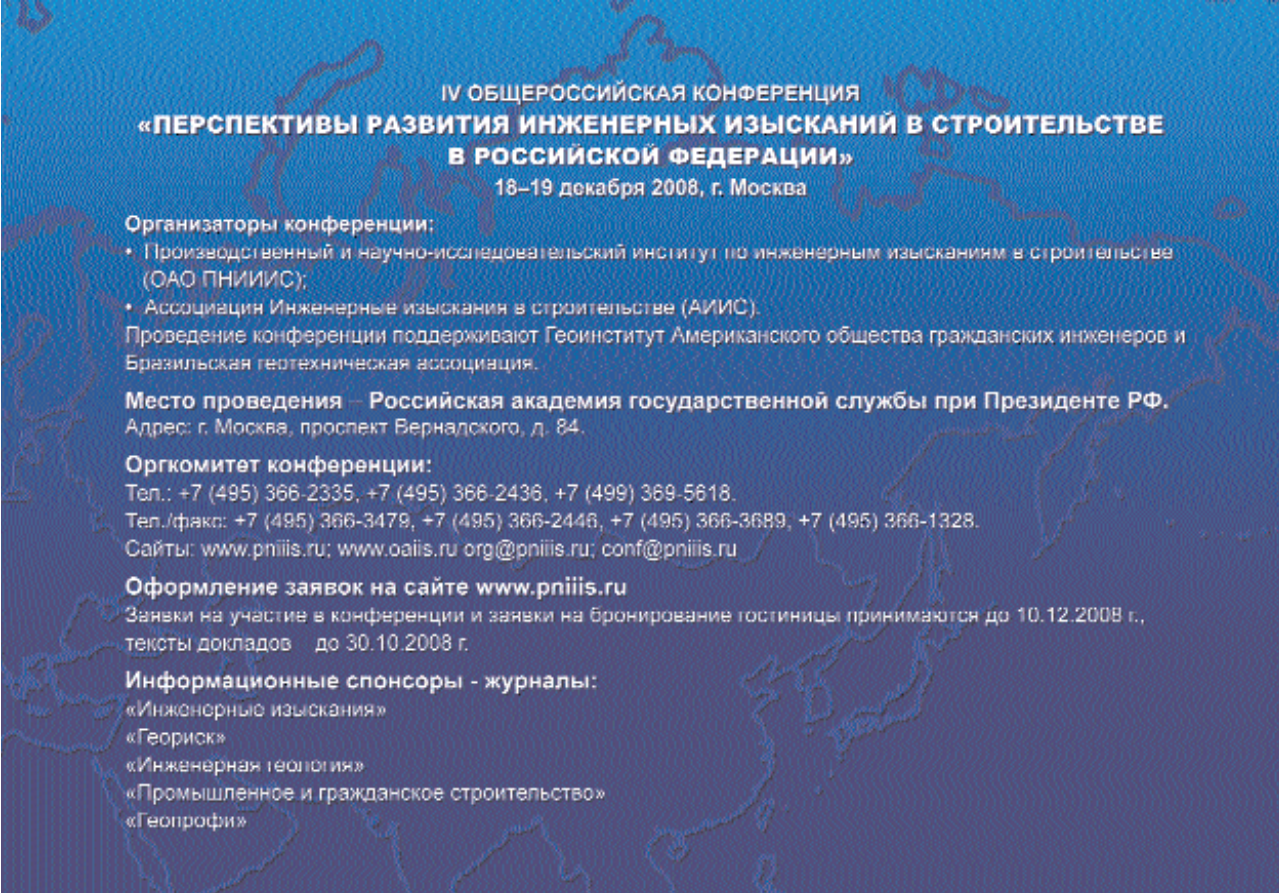
**10–11 Декабря 2008**  
**Москва, Россия**

ОРГАНИЗАТОР      ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР

**РОФДЗ**  
Российское общество содействия развитию фотограмметрии и дистанционного зондирования

**ГЕОКОСМОС**  
ГРУППА КОМПАНИЙ

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



**IV ОБЩЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**  
18–19 декабря 2008, г. Москва

**Организаторы конференции:**

- Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ОАО ПНИИС);
- Ассоциация Инженерные изыскания в строительстве (АИИС).

Проведение конференции поддерживают Геоинститут Американского общества гражданских инженеров и Бразильская гелтехническая ассоциация.

**Место проведения – Российская академия государственной службы при Президенте РФ.**  
Адрес: г. Москва, проспект Вернадского, д. 84.

**Оргкомитет конференции:**  
Тел.: +7 (495) 366-2335, +7 (495) 366-2436, +7 (499) 369-5618.  
Тел./факс: +7 (495) 366-3479, +7 (495) 366-2446, +7 (495) 366-3689, +7 (495) 366-1328.  
Сайты: [www.pniis.ru](http://www.pniis.ru); [www.oais.ru](http://www.oais.ru); [org@pniis.ru](mailto:org@pniis.ru); [conf@pniis.ru](mailto:conf@pniis.ru)

**Оформление заявок на сайте [www.pniis.ru](http://www.pniis.ru)**  
Заявки на участие в конференции и заявки на бронирование гостиницы принимаются до 10.12.2008 г., тексты докладов – до 30.10.2008 г.

**Информационные спонсоры - журналы:**  
«Инженерные изыскания»  
«Геориск»  
«Инженерная геология»  
«Промышленное и гражданское строительство»  
«Геопрофи»

www.city-build.ru



# ИНТЕХГЕОСТРОЙ 2008

Иновационные технологии обеспечения строительства и мониторинга зданий и сооружений. Изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация.

10 - 13 ноября 2008, Москва, МВЦ "КРОКУС ЭКСПО"

**CityBuild**  
ИНТЕХГЕОСТРОЙ 2008



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА



На выставке будут представлены инновационные технологии в области геодезии, геоинформатики (ГИС), инженерной геологии и геодинамики для различных этапов проектирования, строительства и эксплуатации зданий и инженерных сооружений.

Специалисты смогут получить консультации по новым требованиям нормативно-технических документов для оценки степени безопасности зданий и сооружений на этапах инженерных изысканий, проектирования и строительства, а также в процессе эксплуатации; по геотехнической экспертизе, включая подготовку проектов ведения специальных геодезических работ и контролю состояния эксплуатируемых зданий и сооружений; по организационно-техническим мероприятиям по повышению безопасности зданий и сооружений в связи с активизацией опасных геодинамических процессов, протекающих на территориях городов и промышленных площадках; по геодезическим и геофизическим методам изучения геодинамических процессов, разработке профилактических мероприятий по минимизации вероятности возникновения предаварийных ситуаций.

## Разделы выставки:

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР, ВКЛЮЧАЯ ТРЕХМЕРНОЕ (3D) ПРОЕКТИРОВАНИЕ)

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

ЦИФРОВЫЕ АЭРОСЪЕМНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СЪЕМКИ И МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ

ВЫСОКОТОЧНЫЕ И ТОЧНЫЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ ЦИФРОВОГО ЗАПИСЫВАНИЯ ЗЕМЛИ (ДЗЗ) ИЗ КОСМОСА В РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНАХ

СПУТНИКОВЫЕ СЕТЬ ПЛОСКО (GPS/GPRS/GALILEO) ДЛЯ ТОЧНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И МОНИТОРИНГЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ВОЗДУШНЫЕ И НАЗЕМНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕПЛОВИЗОРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И ЗДАНИЙ

НАЗЕМНЫЕ И ВОЗДУШНЫЕ НАЗЕМНЫЕ СКАНИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА И ОТДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ И МЕХАНИЗМАМИ

ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

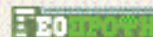
ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ И ИХ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**ОРГАНИЗАТОРЫ:**  
ООО «ГЛОБАЛ ЭКСПО»

**ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:**  
Правительство Москвы  
Департамент территориальной политики, развития и реконструкции города Москвы  
Ассоциация строителей России  
НП «Ассоциация Инженерные технологии в строительстве»  
Международная выставка «ТРОМ»

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ:



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



ООО «ГЛОБАЛ ЭКСПО»: 129223, Москва, Проспект Мира 119, ВВЦ стр. № 51.  
тел.: +7(495) 980-21-86, 981-82-20, факс +7(495) 981-82-21, www.city-build.ru, e-mail: kuzmina@global-expo.ru

# GR-3



Современные геодезические технологии

- 72 универсальных спутниковых канала
- Трехсистемная технология G3
- Интегрированное исполнение
- Встроенный GSM/GPRS модем (опция)
- Одноваттный приемопередающий встроенный УВЧ радиомодем
- Эргономичный дизайн приемника с быстросъемным креплением к вешке



# FOCUS™



**SPECTRA PRECISION®**  
**ТАХЕОМЕТР FOCUS™ 4**



- **БЫСТРЫЙ**
- **НАДЕЖНЫЙ**
- **ТОЧНЫЙ**

*По вопросам приобретения обращайтесь:*

**Москва**

*ГеоПолигон  
(495) 781-77-87, 781 78 88  
<http://www.geopolygon.ru>*

**Санкт-Петербург**

*Плутон-Холдинг  
(812) 448-07-20, 448-07-21  
<http://www.plutongeo.ru>*

**Екатеринбург**

*ГеоКрафт  
(343) 260-23-23, 251-27-25  
<http://www.geokraft.ru>*

**БЕЗОТРАЖАТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ДАЛЬНОСТИ**

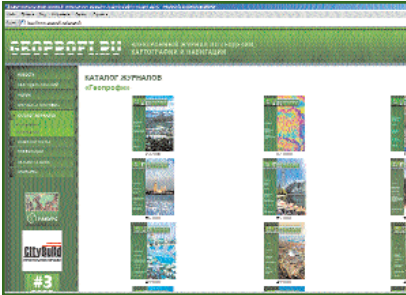
**ВЫСОКОТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПО ПРИЗМАМ**

**ВЫСОКОТОЧНЫЕ УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

**ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗБИВКИ**

**ПРОСТОТА В ИСПОЛЬЗОВАНИИ**





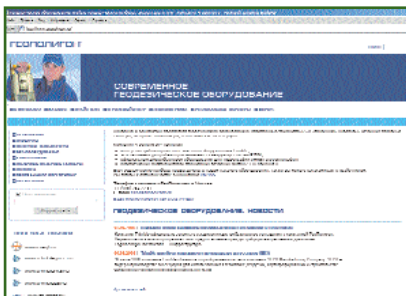
**Журнал «Геопрофи»**  
www.geoprofi.ru



**«Геостройизыскания»**  
www.gsi2000.ru



**«Геотехнологии»**  
www.gtcomp.ru



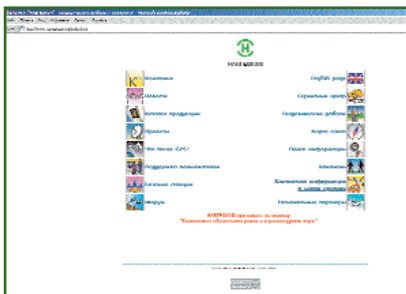
**«ГеоПолигон»**  
www.geopolygon.ru



**КБ «Панорама»**  
www.gisinfo.ru




**ПРИН**  
www.prin.ru



**НПП «НАВГЕОКОМ»**  
www.navgeocom.ru



**«АРКОН»**  
www.ark-on.ru




**Leica Geosystems**  
www.leica-geosystems.ru



**INTERGEO 2008**  
www.intergeo.de



**Конференция ЗАО «Совзонд»**  
www.ersconf.kz



**«ИнТехГеоСтрой-2008»**  
www.city-build.ru





6-й Международный промышленный форум

# GEOFORM+

10–13 марта 2009

Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

**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

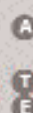

Последние новости и информация для специалистов на сайтах:

[www.geoexpo.ru](http://www.geoexpo.ru)  
[www.mvk-crocus.ru](http://www.mvk-crocus.ru)

**Организатор:**  
 ЗАО  
 «Международная  
 Выставочная  
 Компания»

**Соорганизаторы:**  
 Федеральное агентство  
 геодезии и картографии  
 Ассоциация транспортной  
 телематики  
 Товарищество Ассоциация России  
 ОАО «ПНИИИС»  
 Ассоциация «Инженерные  
 изыскания в строительстве»

**При участии:**  
 Министерства транспорта РФ  
 Федерального агентства  
 по недропользованию

**Генеральный  
 информационный  
 спонсор:**

**Дирекция:**  
 107113, Россия, г. Москва,  
 Сокольнический Вал, 1,  
 павильон 4  
 (495) 995-05-91  
[Info@mvk.ru](mailto:Info@mvk.ru)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЗАО «МVK»:

МВК СВЕРДЛОВСКО-ЗАПАД: +7 (012) 332-15-24, 332-14-89, МВК УРАЛ: +7 (343) 371-24-76, МВК ВОЛГА: +7 (843) 291-75-89, МВК СИБИРЬ: +7 (303) 201-13-60, МВК ЮГ: +7 (863) 234-52-45