

#4  
2004

# ТЕОПРОФИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

**8 АВГУСТА  
«ДЕНЬ СТРОИТЕЛЯ»**

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВА НЕБОСКРЕБОВ**

**ТЕХНОЛОГИИ  
ВЫСОКОТОЧНОГО  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ  
УРОВЕННЫХ ПОСТОВ  
СПУТНИКОВЫМ МЕТОДОМ**

**ДЕФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ  
МОСКОВСКОГО КРЕМЛЯ**

**ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ  
ПРИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ  
РАБОТАХ**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС  
ALTEXIS**

**ОДНОЧАСТОТНЫЙ  
ПРИЕМНИК GPS STRATUS**

**ГИС «ФУТБОЛ»**

**ИНТЕРНЕТ-САЙТ  
КОМПАНИИ «ГТС-2000»**







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

**Всегда рядом,  
всегда вам рады!**

Разработка и производство GPS/ГЛОНАСС оборудования и сопутствующего программного обеспечения, гарантийное и постгарантийное обслуживание, обучение работе с нашей продукцией и быстрая техническая поддержка на русском языке.

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

119071, Москва, ул. Стасовой, д. 4,  
Донской Посад, офис А500



Программное обеспечение



ОЕМ платы



GPS/ГЛОНАСС приёмники



Системы определения пространственного положения™



Антенны



тел. (095)935-7990, факс (095)935-7893  
[russia@javad.com](mailto:russia@javad.com)



### Уважаемые коллеги!

Посвящая этот номер «Дню строителя», редакция журнала хотела бы поздравить геодезистов и маркшейдеров, которые участвуют в инженерных изысканиях, проектировании и строительстве объектов гражданского и специального назначения. Активизация строительства жилья, административных зданий и сооружений, реконструкция и строительство дорог, реставрация архитектурных памятников требуют серьезного подхода к геодезическому обеспечению строительства. Это особенно актуально в настоящее время, когда сроки строительства постоянно сокращаются, а строящиеся сооружения имеют индивидуальные не только архитектурные, но и конструктивные решения. В статье В.Я. Вайнберга, директора Геодезической фирмы «ЮСТАС» (с. 3), определены не только проблемы, которые имелись и имеются в секторе геодезического обеспечения строительства, но и даны конкретные предложения по их решению. Реализация этих предложений в строительных нормах и правилах позволит гарантировать надежность и качество строящихся объектов.

В рубрике «Технологии» этого номера:

— представлены первые результаты внедрения в Ярославской области навигационно-информационной системы высокоточного позиционирования, разработанной ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» (с. 6);

— приведены теоретические основы и экспериментальные результаты, позволяющие почти в два раза повысить точность определения геодезических высот с помощью глобальных спутниковых навигационных систем (с. 11);

— рассмотрены методы восстановления поверхности «истинного рельефа» по лазерно-локационным данным: метод молдинга (molding) и метод анализа пространственного спектра (с. 19);

— описаны теоретические основы и приведены данные численного эксперимента, позволяющие осуществить отбраковку контурных точек на архивных картографических материалах, координаты которых имеют недопустимые искажения (с. 45);

— рассмотрен подход к оценке надежности построения геодезических сетей с позиции возможного обнаружения грубых ошибок измерений (с. 48);

— приведены результаты математического моделирования обобщенных результатов наблюдений за деформационными процессами основных сооружений Московского Кремля в последние 60 лет (с. 38);

— представлена бета-версия программного комплекса «Версия», дополненная модулем «Землеустроительное дело» (с. 26);

— начато подробное рассмотрение программного комплекса ALTEXIS 2.0 для обработки лазерно-локационных данных (с. 34);

— приводятся новые возможности, которые открываются перед археологами, использующими электронные тахеометры при проведении раскопок (с. 42);

— описываются технические характеристики и возможности спутникового приемника GPS Stratus, который появился на российском рынке в 2004 г. (с. 23).

Среди информационных Интернет-ресурсов, представляющих современное геодезическое и навигационное оборудование, оптико-электронные и лазерные технологии заметно выделяется сайт компании «Геотехсервис-2000», описание которого приведено в разделе «Интернет-ресурсы» (с. 54).

Рубрика «Мир увлечений» знакомит читателей с одним из направлений использования геоинформационных систем (с. 59). Проект ГИС «Футбол», разработанный на базе ГИС «Нева», дает возможность тренерскому коллективу футбольной команды получать объективную документированную информацию об отдельном футболисте и команде в целом и принимать обоснованные решения.

В рубрике «Путешествие в историю» продолжается рассмотрение Саблинской базисной сети, начатое в журнале «Геопрофи» № 3-2004 (с. 56), и приводятся данные сравнения точности измерения длины выходной стороны базисной сети Саблино и определения азимута стороны Кабози–Поги по результатам спутниковых измерений 2004 г. и данным 1910–1911 гг. (с. 56). Проведение таких работ на значительных по протяженности территориях позволяет проследить эволюцию геоида. В связи с этим большой интерес должны вызвать работы по повторным геодезическим измерениям на сохранившихся пунктах Дуги Струве, 150-летие создания которой будет отмечаться геодезической общественностью всего мира в 2005 г.

Дуга Струве представляла собой сеть из 265 пунктов, протяженностью более 2820 км, и создавалась с целью определения параметров Земли, ее формы и размера. Она проходит через Норвегию, Швецию, Финляндию, Российскую Федерацию, Эстонию, Латвию, Литву, Белоруссию, Молдавию и Украину. Эти страны 28 января 2004 г. обратились в Комитет ЮНЕСКО по Всемирному наследию с предложением об утверждении сохранившихся 34 пунктов Дуги Струве в качестве Памятника Всемирного наследия. Так, с 27 по 29 сентября 2004 г. в Кишиневе (Молдавия) пройдет 4-я международная конференция, посвященная Дуге Струве (с. 52). Редакция журнала «Геопрофи» будет осуществлять информационную поддержку мероприятий, проводимых Координационным комитетом по Дуге Струве, используя для этих целей страницы журнала «Геопрофи» и электронного журнала «GEOPROFI.RU» ([www.geoprofi.ru](http://www.geoprofi.ru)).

Редакция журнала

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ПРАЗДНИК

В.Я. Вайнберг <b>ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕБОСКРЕБОВ</b>	3
---	---

### ТЕХНОЛОГИИ

С.А. Буров, Е.А. Улисков, Ю.М. Урличич, В.В. Дворкин А.А. Виноградов, В.В. Гвоздев <b>ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫСОКОТочНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ</b>	6
Г.А. Шануров, В.З. Остроумов, В.И. Епишин <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ УРОВЕННЫХ ПОСТОВ СПУТНИКОВЫМ МЕТОДОМ</b>	11
Е.М. Медведев <b>В ПОИСКАХ «ИСТИННОЙ ЗЕМЛИ»</b>	19
М.А. Петров <b>ОДНОЧАСТОТНЫЙ ПРИЕМНИК GPS STRATUS</b>	23
Г.В. Ерько <b>НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ВЕРСИЯ»</b>	26
<b>ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ALTEXIS ВЕРСИИ 2.0</b>	34
В.Я. Лобазов, Н.В. Лукина <b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ</b>	38
И.Е. Стариков, М.Д. Алексеев <b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ ПОМОГАЮТ ИЗУЧАТЬ ИСТОРИЮ</b>	42
Н.М. Никитина, Ю.Е. Федосеев <b>СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ МАСШТАБА 1:2000 С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТАРЕВШИХ АРХИВНЫХ ДАННЫХ</b>	45
Б.Н. Дьяков, Ю.В. Родионова <b>О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ НЕКОТОРЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ</b>	48

### НОВОСТИ

<b>ОБОРУДОВАНИЕ</b>	28
<b>ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>	29
<b>ДАнные</b>	29
<b>СОБЫТИЯ</b>	30

### КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

О.В. Евстафьев <b>ИНТЕРНЕТ-САЙТ «ГТС-2000» (WWW.GTS2000.RU)</b>	54
--	----

### ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

А.П. Пигин, А.А. Чернявцев <b>САБЛИНСКАЯ БАЗИСНАЯ СЕТЬ</b>	56
---	----

### МИР УВЛЕЧЕНИЙ

Р.Ю. Воробьев, А.С. Горященко <b>ГИС «ФУТБОЛ»</b>	59
--	----

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

«ДЖЕНЭС», Московское представительство Trimble Navigation, НПП «Навгеоком», Компания «Геокосмос», «Геостройизыскания», ФГУП «ПО «УОМЗ» (Екатеринбург), Hewlett Packard, «ПромНефтеГрупп», НПК «GPScom», Центр прикладной геодинамики, ГУП «Мосгоргеотрест», «Геотехсервис-2000», Верхневолжское АГП (Нижний Новгород), НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК, ФГУП «Запсиблеспроект» (Новосибирск), НПП «Геосистема» (Винница, Украина), МосЦТИСИЗ, «Геомир», НПФ «Недра» (Челябинск), СГГА (Новосибирск), ЧП А.Н. Тимофеев (Новосибирск), НПЦ «Геотрейд»

Учредитель и шеф-редактор

**В.В. Грошев**

Главный редактор

**М.С. Романчикова**

Редактор

**Т.А. Каменская**

Перевод аннотаций статей

**Е.Б. Краснопевцева**

Дизайн обложки и макета

**И.А. Петрович**

Редакция:

119607, Москва, ул. Удальцова, 85

Тел/факс (095) 789-99-48

E-mail: [info@geoprofi.ru](mailto:info@geoprofi.ru)

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

Перепечатка материалов без разрешения редакции запрещается.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламной информации.

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

Периодичность издания — шесть номеров и один компакт-диск в год.

**Индекс для подписки** в объединенном каталоге Агентства «Роспечать»:

Россия — **85153**,

страны СНГ и Балтии — **85154**

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать 10.09.2004 г.

**Предпечатная подготовка**  
Издательство «Проспект»

**Печать** «Технология ЦД»

# ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕБОСКРЕБОВ

**В.Я. Вайнберг** (Геодезическая фирма «ЮСТАС»)

В 1959 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист». После окончания института работал в Северо-Восточном геологическом управлении техником, начальником партии, в 1971 г. — маркшейдером в Мосинжстрое. С 1972 г. работал в ЦНИИГАиК старшим инженером, старшим научным сотрудником, с 1981 г. — начальником лаборатории в 132-й Объединенной комплексной экспедиции МАГП. С 1991 г. по настоящее время — директор Геодезической фирмы «ЮСТАС».



Отмечая профессиональный праздник — «День строителя», хотелось бы пожелать геодезистам и маркшейдерам, работающим в строительном комплексе,

не только успехов, но и полного взаимного понимания с организаторами и руководителями строительного процесса. Чтобы к геодезическим работам относились не как к второстепенному процессу, а как к одной из главных составляющих, обеспечивающих качество, надежность и долговечность строящихся зданий и сооружений.

Геодезические работы, выполняемые в строительном комплексе, можно условно разделить на следующие сегменты: инженерно-геодезические изыскания, геодезическое обеспечение массового строи-

тельства и геодезическое обеспечение строительства (монтажа) уникальных сооружений. В данной публикации остановимся на последнем из них.

Геодезическая фирма «ЮСТАС» специализируется на геодезическом обеспечении при создании уникальных объектов гражданского, научного и оборонного назначений, в том числе особо высоких зданий, которых принято называть «небоскребы». Строительство небоскребов началось в Москве и в ближайшие годы на ее территории планируется возвести около 60 подобных сооружений.

В связи с этим, рассмотрим некоторые соображения, которые, могут оказаться полезными при организации геодезического контроля строительства и последующего мониторинга этих, пока экзотических для России, сооружений.

Начнем с общего и наиболее в данном сегменте строительной технологии.

В СНиП 3.01.01-85 (Организация строительного производства) в пункте 1.11 вводится понятие «уникальный объект». Считаю необходимым, как следствие этого понятия, обязательно поставить следующие дополнительные условия, касающиеся обеспечения проектной геометрии и безопасности будущего уникального сооружения.

**Геодезическая фирма «ЮСТАС»** (ЮСТИровка Антенных Систем) образована в ноябре 1991 г. сотрудниками ЦНИИГАиК и 132-й Объединенной комплексной экспедиции МАГП.

Основные направления производственной деятельности:

— геодезические работы по сопровождению промышленного и гражданского строительства монолитных и сборных сооружений на всех стадиях;

— специальные инженерно-геодезические работы при создании крупных уникальных инженерных объектов военно-промышленного комплекса и РАН.

Фирма оснащена геодезическими спутниковыми приемниками, электронными тахеометрами, гиротеодолитами, астрокомплексом, оптическими нивелирами и теодолитами различного класса точности, специализированным геодезическим измерительным оборудованием, а также программным обеспечением и компьютерной техникой.

Численность сотрудников составляет 60 человек, из них пять лауреатов премии Ф.Н. Красовского за 2001 г.

Среди работ, выполненных специалистами фирмы, такие как метрологическое (геодезическое) сопровождение создания крупных антенных систем, оптических и радиотелескопов, геодезический контроль монтажа перекрытия БСА стадиона в Лужниках, геодезическое сопровождение строительства комплекса «Москва-Сити», реконструкции здания «Гостиного Двора», банков «Лионский кредит», «Конверс-банк», «Империал», фабрики «Дукат» и ряда других уникальных зданий жилого и офисного назначения.

Фирма сотрудничает с российскими и зарубежными строительными компаниями.

121552, Москва, Рублевское шоссе, 109, корп. 5

Тел/факс: (095) 141-15-07

E-mail: ooo-Justas@mtu-net.ru



1. Конструкторские расчеты должны быть подтверждены натурными испытаниями на модели.

2. Общее геодезическое сопровождение (разбивка основных осей, вынос исходных отметок на каждом монтажном горизонте и проведение исполнительных съемок) должно выполняться геодезической организацией, независимой от подрядной строительной-монтажной организации. Практика показывает, что геодезист, «кормящийся» от строителя, очень редко фиксирует сверхнормативные отклонения от проекта, допущенные его работодателем.

3. Во время и после завершения строительства в обязательном порядке необходимо выполнять мониторинг геометрии в объеме и с частотой, заданной проектом.

Этим требованиям отвечало строительство перекрытия большой спортивной арены (БСА) стадиона в Лужниках. Отступление от выполнения этих условий при строительстве аквапарка «Трансвааль» оставляет открытым, в том числе, и вопрос о причинах случившейся трагедии.

Теперь о небоскребах. Возможны два варианта конструкции этих сооружений: металлический каркас и монолит.

В первом случае, «точная» геометрия в значительной степени обеспечивается на заводе-изготовителе элементов конструкции. Поэтому геодезическому контролю подвергаются стапели на заводе и каждое, или выборочно, изделие на заводе или на строительной площадке перед монтажом. Часто заводские ошибки в изготовлении того или иного элемента конструкции удается своевременно компенсировать за счет изменения положения ответного элемента на объекте строительства. При этом необходима оперативная связь между геодезистами на строительной площадке и заводе-изготовителе. Так в свое время был организован процесс при строительстве перекрытия БСА стадиона в Лужниках (рис. 1).

Во втором случае, внимание геодезистов концентрируется на объекте строительства. Традиционные приемы, используемые в строительной геодезии, базируются на предположении, что строящееся здание на каждом монтажном горизонте обеспечивает сохранность заданной проектом и реализованной геодезистом системы координат. Проще говоря, возведенная часть сооружения неподвижна во внешней системе



Рис. 1  
Монтаж перекрытия БСА стадиона в Лужниках

координат (строительной сетке), и относительно этой строительной сетки можно продолжать строительство. Хотя, неподвижность, конечно, кажущаяся. Но для невысоких объектов небольшими деформациями можно пренебречь. Однако для высоких сооружений, когда помимо малого отношения максимального размера поперечного сечения к высоте и сама высота значительна, это допущение теряет силу. Температурные и ветровые факторы вызывают кручения, наклоны и колебания сооружения, значения которых могут быть соизмеримы или превосходящими допуски СНиП на точность строительства. Таким образом, требуется технология геодезического сопровождения, которая бы определяла и учитывала эти возмущающие деформации в процессе строительства.

Необходимые для этого приемы отработаны при строительстве ряда объектов, например, больших радиотелескопов (рис. 2), где зачастую требуется обеспечить соответствие фак-



Рис. 2  
Большой радиотелескоп



**Рис. 3**  
«Башня2000» комплекса «Москва-Сити»

тических и проектных геометрических параметров в пределах 1,0–0,5 мм. Со временем, после накопления опыта строи-

тельства небоскребов, планируется разработать соответствующее руководство для их геодезического сопровождения.

Пока же претенденты на эти работы должны представлять заказчику краткую записку с описанием принципиальной технологии геодезических работ, предваряющую проект.

В заключении, хотелось бы отметить еще один момент. Геодезическая составляющая создания уникальных объектов должна быть выделена отдельной статьей в бюджете строительства. Это давно поняли и практикуют в военно-промышленном комплексе. Заказчиком геодезических работ на таких объектах не должна быть подрядная строительно-монтажная организация. На строительстве Крытого конькобежного центра и центрального ядра Московского международного делового центра «Москва-Сити» нашим заказчиком являлся ТУКС-1, на строительстве

офисного центра «Башня2000», высотой 115 м (рис. 3) — дирекция АО «Сити». Независимость от строителя и объективная информация, получаемая заказчиком, в значительной степени способствовали достижению высокой технологической дисциплины и, следовательно, нормативному качеству геометрии этих объектов.

#### RESUME

Based on the accumulated experience in providing geodetic support for the unique civil engineering, scientific and military objects the company offers a technology to ensure both the design geometry and the safety of the unique structures and buildings under construction. This technique considers such obligatory elements as the actual tests on the model, construction support by an independent geodetic company and monitoring of the geometry of the built object on a scope planned in the project.

## ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Ваши задачи –  
наши решения!**

Спутниковые приемники  
Trimble, Topcon, Novatel,  
Thales Navigation,  
в том числе HiPer,  
Legacy, Smart 3100 IS,  
ProMark 2

Любые оптические инструменты.



**ГЕОТЕХСЕРВИС – 2000**

Россия, 129010, г. Москва, Протопоповский переулок, 9  
тел: (095) 232-94-34, 280-98-60, факс: (095) 280-53-14  
e-mail: survey@gts2000.ru, <http://www.gts2000.ru>

# ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫСОКОТОЧНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

**С.А. Буров** (Администрация Ярославской области)

В настоящее время — вице-губернатор Ярославской области.

**Ю.М. Урличич** (ФГУП «РНИИ КП»)

В 1985 г. окончил факультет оптического приборостроения МИИГАиК. В настоящее время — генеральный директор, генеральный конструктор ФГУП «РНИИ КП».

**Е.А. Улисков** (Администрация Ярославской области)

В настоящее время — начальник Управления информатизации и технических средств Администрации Ярославской области.

**В.В. Гвоздев** (ФГУП «РНИИ КП»)

В 1988 г. окончил факультет радиотехнических систем МИРЭА. В настоящее время — начальник многофункционального навигационно-информационного центра ФГУП «РНИИ КП».

Обобщение и анализ современного мирового опыта показывают, что возможности использования традиционных методов и средств при выполнении геодезических и кадастровых работ практически исчерпаны. Высоким требованиям современных технологий, применяемых в области геодезии, геодинамики, кадастра и управления транспортом, по точности и оперативности получения данных отвечают только методы, основанные на использовании спутниковых навигационных систем.

В настоящее время функционируют глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США).

Пользователи ГНСС с помощью спутниковых навигационных приемников принимают сигналы от навигационных космических аппаратов и определяют собственное местоположение. Для пользователей, выполняющих работы в вышечисленных областях, требует-

ся точность порядка 1–3 см. Ни ГЛОНАСС, ни GPS в настоящее время не обеспечивают данную точность, а также не гарантируют достоверность информации. Требуемая точность и достоверность достигаются с помощью дифференциального метода, который может быть реализован на основе использования станций, формирующих корректирующую информацию к навигационным сигналам ГНСС.

Работы по использованию спутниковых навигационных технологий, в том числе высокоточных, в интересах различных областей экономики, науки и, в первую очередь, для повышения эффективности выполнения геодезических и кадастровых работ, ведутся в США, Германии, Швеции, Швейцарии, Франции, Канаде, Финляндии, Нидерландах и других экономически развитых странах. Использование технологий высокоточной спутниковой навигации и передачи данных предоставляет потребителям новые

возможности по повышению производительности выполнения работ.

Геодезические спутниковые технологии дополняют классические технологии и повышают их эффективность. Основными недостатками классических технологий являются: высокая трудоемкость и высокая стоимость полевых работ. В среднем по стоимости и затратам времени полевые работы составляют не менее 60% от общего объема работ. Классические технологии, особенно в части полевых работ, не поддаются полной автоматизации. Спутниковые технологии свободны от большинства этих недостатков. Они не требуют установления взаимной видимости между пунктами и постройки наружных знаков. Высокая степень автоматизации спутниковых технологий основана на применении радиоэлектронной и вычислительной техники. Определение координат пунктов геодезических сетей различных классов с помощью



спутниковых геодезических технологий позволит отказаться от традиционных трудоемких технологий — триангуляции и полигонометрии, которые для реализации требуют постройки наружных знаков со взаимной видимостью.

Специалистами ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» разработана навигационно-информационная система высокоточного позиционирования (НИС ВП) для решения задач навигационно-информационного обеспечения потребителей, в первую очередь, выполняющих геодезические и кадастровые работы.

Основными пользователями НИС ВП являются:

- строительные организации;
- городские службы, выполняющие мониторинг инженерных сооружений;
- малая городская авиация;
- МЧС России;
- организации, выполняющие топографо-геодезические и кадастровые работы;
- МЧС России, речной флот;
- организации, осуществляющие перевозку опасных и ценных грузов;
- специальные службы.

Аппаратно-программные средства, используемые в НИС ВП, являются российскими разработками. Навигационное

оборудование принимает сигналы ГНСС ГЛОНАСС и GPS.

НИС ВП состоит из следующих сегментов:

- компьютерного вещания;
- высокоточного позиционирования;
- информационного обеспечения;
- мониторинга положения транспортных средств.

НИС ВП предназначена для формирования навигационно-информационного пространства, в пределах которого для неограниченного числа стационарных и мобильных объектов, оснащенных навигационной спутниковой аппаратурой потребителей, обеспечиваются возможности:

- реализации в режиме реального времени высокоточного позиционирования при выполнении работ;
- проведения постобработки навигационных измерений ГЛОНАСС и GPS.

Общая схема сегмента высокоточного позиционирования представлена на рис. 1.

Учитывая наибольшую актуальность применения сегментов компьютерного вещания и высокоточного позиционирования, рассмотрим их более подробно.

Базовые станции, входящие в сегмент высокоточного позиционирования НИС ВП, формирующие корректирующую информа-

цию к сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS, устанавливаются с высокой точностью, образуют сеть и работают в постоянном режиме, непрерывно определяя собственные координаты. Формируемая корректирующая информация позволяет компенсировать ошибки бортовых часов навигационных космических аппаратов ГНСС и определения эфемерид (координат спутников на орбите), которые ухудшают точностные характеристики навигационных определений.

При создании НИС ВП значительное внимание было уделено решению основных технических и экономических вопросов, связанных с созданием необходимой наземной инфраструктуры и выбором телекоммуникационных ресурсов для доведения корректирующей информации до потребителя.

В системе реализована технология доведения навигационной информации от станций формирования корректирующей информации до потребителя в режиме реального времени, посредством ее «подмешивания» в теле- и радиовещательные каналы (без ухудшения качества вещаемых теле- и радиопередач) и передачи ее через региональные теле- и радиопередающие центры. Данная технология создана при участии специалистов ЗАО «Микроэкс Пейджинг» и ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть». Канал доставки информации потребителям НИС ВП может функционировать на любом частотном канале вещательного телевидения и радио метровых и дециметровых длин волн. Общая схема реализации передачи корректирующей информации по теле- и радиовещательным каналам приведена на рис. 2.

НИС ВП обеспечивает реализацию, наряду с апостериорной обработкой навигационных спутниковых измерений, одного

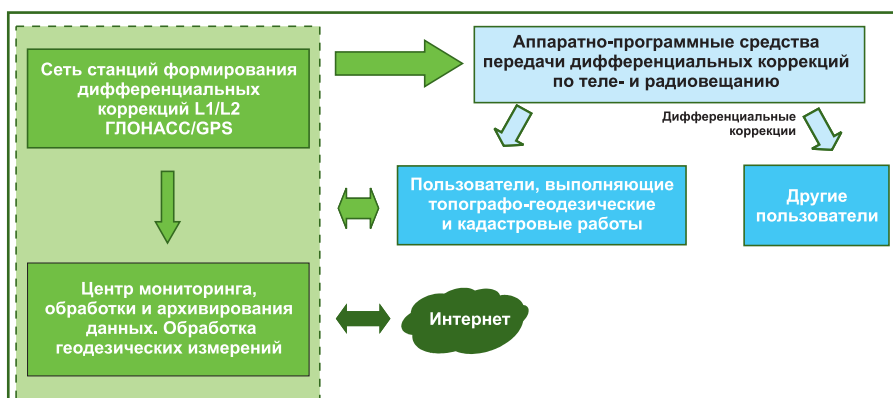


Рис. 1

Общая схема сегмента высокоточного позиционирования НИС ВП

из наиболее перспективных и эффективных в настоящее время способов использования спутниковых навигационных технологий, которым является кинематическая геодезическая съемка в режиме реального времени (Real Time Kinematic — RTK). Применяя данный режим, потребитель имеет возможность получать координаты с точностью до нескольких сантиметров, выполняя работы в полевых условиях.

Обычно реализация режима RTK предусматривает наличие различного оборудования спутниковой навигации (полевое геодезическое оборудование, аппаратура формирования корректирующей информации к сигналам глобальных навигационных спутниковых систем), дорогостоящих средств радиосвязи, работающих в УКВ-диапазоне, обеспечивающих корректирующей информацией потребителей.

Также, при реализации режима RTK потребители сталкиваются с рядом ограничений, которые связаны, в первую очередь, с использованием средств радиосвязи:

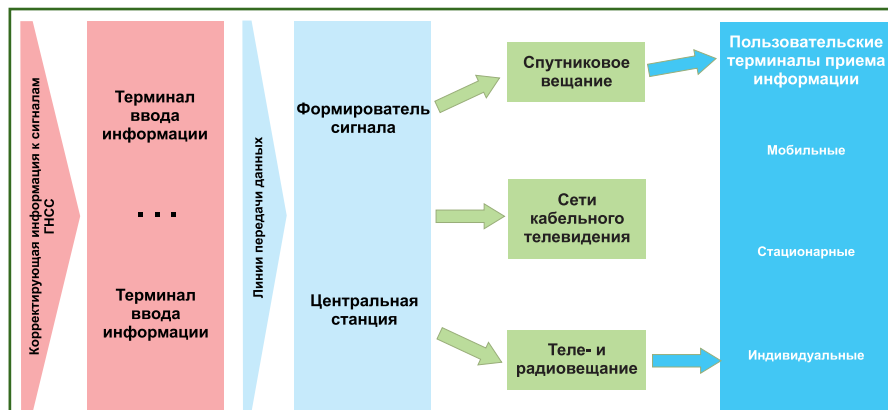
- получением разрешения на использование радиочастоты, на которой работают средства радиосвязи, со стороны ФГУП «Главный радиочастотный центр»;

- необходимостью обеспечения прямой радиовидимости между полевым геодезическим навигационным оборудованием и станцией формирования корректирующей информации;

- ограничением дальности передачи корректирующей информации в 10–14 км;

- невысокой помехоустойчивостью при проведении работ в индустриально развитых районах.

Эффективность использования RTK-технологий подтверждается высокой производительностью геодезических работ при его использовании (на каждую точку съемки затрачивается



**Рис. 2**  
*Общая схема реализации передачи корректирующей информации по теле- и радиовещательным каналам*

несколько секунд) и гарантированным качеством результатов проводимых измерений.

Работая в режиме RTK, потребитель имеет возможность записывать готовые координаты точек съемки, контролировать их качество и точность в любой момент выполнения работ, а при необходимости — проводить повторные измерения. Кроме того, у него появляется возможность при проведении полевых работ решать стандартные геодезические задачи, анализировать результаты выполненных работ и выявлять пропущенные участки.

При обработке рабочих файлов, полученных с использованием режима RTK, в камеральных условиях отпадает необходимость проведения дополнительной обработки имеющихся результатов.

НИС ВП при наличии качественных каналов Интернет может обеспечить возможность принимать корректирующую информацию в квазиреальном времени в офисе. Это позволит потребителям, выполняющим работы в полевых условиях, получать данную информацию с помощью Интернет, используя мобильную связь в режиме GPRS.

В настоящее время реализуется первый пилотный проект по развертыванию системы совместно с Администрацией Яро-

славской области. В реализации проекта принимают участие: 32-й ГНИИ МО РФ, ФГУП ЯРКЦ «Земля», НИИ КС — филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», НТЦ «Ками-Север», ЗАО «Микроэкс Пейджинг».

Руководителями Администрации Ярославской области после детального ознакомления с системой, изучения перспективности ее использования в регионе, учитывая необходимость обеспечения информационной безопасности и независимости от системы GPS, было принято решение о развертывании системы в регионе на базе оборудования ГЛОНАСС/GPS. Начало работ было поддержано соответствующими поручениями Правительства РФ.

НИС ВП Ярославского региона предусматривает развертывание 4–6 станций корректирующей информации: одной — в Администрации Ярославской области, остальных — в региональных радио- и телепередающих центрах (РТПЦ) ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть». Кроме того, на каждом РТПЦ размещается комплект оборудования, обеспечивающего «подмешивание» корректирующей информации в теле- и радиовещательные каналы.

Основные аппаратные средства НИС ВП, включающие форми-



рователь сигнала, центральную станцию, устройство приема информации, контрольно-корректирующую станцию ГЛОНАСС/GPS, представлены на рис. 3.

Оборудование работает в автоматическом режиме и не требует присутствие оператора.

Центр мониторинга системы сбора, обработки и архивирования информации располагается в здании Администрации Ярославской области. В его состав входят:

- сервер сбора навигационной информации, приходящей со всех станций;

- WEB-сервер для организации информационного взаимодействия с потребителями с использованием Интернет-канала;

- рабочие места для камеральной обработки измерений;

- сервер архивирования данных;

- телекоммуникационное оборудование;

- сетевое оборудование.

Проектом предусматривается в местах размещения базовых станций формирование дифференциальных коррекций. Создается программа и методика аттестации (первичная и периодическая) этих пунктов. Первым аттестацию прошел пункт, принадлежащий Управлению информатизации технических средств Администрации Ярославской области.

Реализация работ по внедрению НИС ВП в Ярославской области является важным импульсом в создании и развитии российских технологий спутникового высокоточного позиционирования.

В работах предусматривается участие специалистов заинтересованных федеральных органов исполнительной власти.

Наряду с высокоточным позиционированием, системой реализуется режим информационного обеспечения потребителей (например, передача по теле- и радиовещательным каналам

различных баз данных ГИБДД из Управления информатизации технических средств на удаленные посты и др.).

Также по технологии использования теле- и радиовещательных ресурсов эффективно может быть реализована система оповещения о чрезвычайных ситуациях. Работы в этом направлении ведутся совместно с МЧС России.

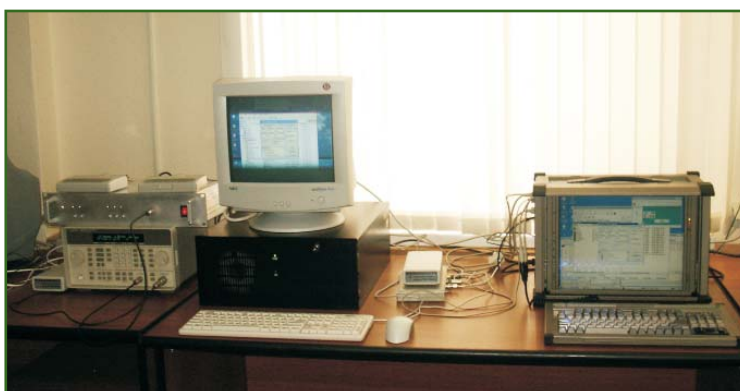
Доведение до потребителей корректирующей информации по теле- и радиовещательным каналам по сравнению с тради-

- независимость выполнения работ от наличия и загрузки телекоммуникационных средств в районе проведения работ;

- повышается эффективность проведения работ в RTK-режиме в городских условиях;

- обеспечивается возможность использования основных видов геодезического спутникового навигационного оборудования, которые используются на российском рынке.

Основным результатом внедрения НИС ВП должно стать ускорение работ по созданию ре-



**Рис. 3**

*Основные аппаратные средства НИС ВП*

ционным способом их доставки с использованием УКВ-средств радиосвязи обладает следующими преимуществами:

- обеспечивается более высокая помехозащищенность;

- не требуется выделения частотного ресурса и, следовательно, потребителям не требуется получения разрешения на использование этого ресурса;

- расширяется рабочая зона, в которой можно использовать RTK-технологии;

- достигается значительный экономический эффект для потребителей, выполняющих геодезические работы, за счет сокращения персонала, участвующего в выполнении работ, отказ от использования станции формирования корректирующей информации, радиосвязного оборудования, уменьшения времени выполнения работ;

гионального кадастра земель и объектов недвижимости, что, безусловно, повысит инвестиционную привлекательность региона, а кроме того, позволит увеличить поступления финансовых средств в региональный бюджет за счет уточнения расчетов налогов на землю и арендных платежей за ее использование.

#### **RESUME**

A navigation information system for high-precision positioning is described. This system has been developed by the Federal State Unitary Enterprise «Russian Institute of Space Device Engineering». The system is first and foremost addressed to the users conducting geodetic and land-surveying works.

The first pilot project is being developed together with the Administration of the Yaroslavl province.



При печати такого качества вы найдете даже грибы в этом лесу.

Проблема масштабных проектов — в разнообразии исходных данных. Но как только вы выводите их на широкоформатном принтере HP с высоким качеством печати, все становится предельно ясно. С принтерами HP Designjet вы сможете печатать документы шириной до 1,52 м, сохраняя исключительную четкость линий и правильность в передаче цвета, независимо от количества копий. Изображение столь реалистично! Его глубина поражает! А при разрешении до 2400x1200 т/д видны даже самые мелкие детали. Принтеры HP Designjet всегда подскажут вам верный маршрут.



#### DESIGNJET 130/NR/GP

Долговечная печать фотографического качества.

- Печать формата от A6 до A1+
- Разрешение до 2400x1200 т/д
- Объем памяти 64 МВ
- Система автоматической калибровки цвета
- Автоматическая подача роллонной бумаги — опционально
- Система для калибровки и построения профилей для мониторов (для моделей GP)



#### HP DESIGNJET 5500/PS

Высочайшая производительность и скорость в сочетании с безупречным фотографическим качеством широкоформатной печати.

- Печать шириной до 1,52 м
- Скорость до 52 м<sup>2</sup>/час
- Разрешение до 1200x600 т/д
- Установленный принт-сервер HP Jetdirect 620п для быстрой передачи данных
- Жесткий диск 40 GB
- Прямая печать файлов PDF, TIFF и других форматов
- Автоматическая калибровка цвета с замкнутым циклом



#### HP DESIGNJET 815MFP

Объединение трех функций: копирование, сканирование и печать цветных и черно-белых широкоформатных документов.

- Печать на различных носителях шириной до 1,067 м
- Скорость до 8 м<sup>2</sup>/час
- Разрешение до 2400x1200 т/д
- Установленный принт-сервер HP Jetdirect 620п для быстрой передачи данных
- Прямая печать файлов PDF, TIFF и других форматов
- Автоматическая калибровка цвета с замкнутым циклом

**Закажите принтер  
HP Designjet прямо  
сейчас**

ТЕЛ.

**(095) 797-3-797**

САЙТ

**www.hp.ru**





# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ УРОВЕННЫХ ПОСТОВ СПУТНИКОВЫМ МЕТОДОМ

## Г.А. Шануров (МИИГАиК)

В 1971 г. окончил факультет геодезии МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия», затем работал в отделе инженерных изысканий в/ч 33859. С 1975 г. — аспирант, ассистент, доцент, профессор кафедры высшей геодезии МИИГАиК. Профессор Мадридского политехнического университета.

## В.З. Остроумов (ГОИН)

В 1971 г. окончил факультет геодезии МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». Затем работал в Казахском АГП инженером, начальником Объединенной комплексной экспедиции, начальником плано-производственного отдела, главным инженером предприятия. С 1992 г. — начальник Главного управления геодезии и картографии при Кабинете Министров Республики Казахстан. В настоящее время — ведущий специалист Государственного океанографического института (ГОИН) Росгидромета.

## В.И. Епишин (Астраханское АГП)

В 1966 г. окончил Семипалатинский топографический техникум по специальности «техник», в 1979 г. — заочно Казахский государственный университет по специальности «географ». Работал в Казахском и Туркменском АГП техником, инженером, начальником партии, главным инженером и начальником экспедиции, начальником Госгеонадзора, начальником отдела Главного управления геодезии и картографии при Кабинете Министров Республики Казахстан. С 2000 г. по настоящее время — директор ФГУП «Астраханское аэрогеодезическое предприятие».

Определение уровня моря является важной задачей при проведении комплексного мониторинга, а также при осуществлении хозяйственной деятельности в устьях рек вблизи гидротехнических сооружений, в прибрежной зоне, на шельфе и в открытой части морей и океанов [1]. В связи с внедрением в геодезическую практику спутниковых технологий целесообразно восстановление и создание высотной основы уровенных постов осуществлять спутниковым методом. Это нашло отражение в Федеральной целевой программе «Геодезия России», а на 7-й Межгосударственной сессии Координационного Комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ), состоявшейся 3–4 сентября 2002 г. в Алма-Ате, было признано целесообразным «...создание спутниковых систем наблюдения за уровнем

моря и восстановление высотной основы наблюдений GPS-методами» [2].

В последнее время к определению уровня моря с помощью спутниковых методов проявляется повышенный интерес [1–7]. Например, такие работы выполнены специалистами НИЦ «Геодинамика» (МИИГАиК) в рамках международного проекта SELF-II по изучению изменения уровня моря и тектонических смещений вдоль береговой линии Средиземного и Черного морей [7]. Вместе с тем следует отметить, что в вопросах совершенствования методов определения высот уровенных постов и проведения на их основе мониторинга уровня моря, остается ряд нерешенных проблем. Необходимо повысить точность определения высот, выполнить восстановление, развитие и более надежное закрепление реперов уровенных постов, рас-

пространить систему нормальных высот на все уровенные посты, высоты которых определены на основе применения спутниковых технологий.

В соответствии с [8] в России создается государственная геодезическая спутниковая сеть. При ее создании целесообразно одновременно выполнять привязку реперов уровенных постов, расположенных вблизи акваторий морей и океанов. В результате спутниковая сеть реперов уровенных постов станет составной и неотъемлемой частью спутниковой геодезической сети России, реализуемой с помощью глобальных спутниковых систем позиционирования ГЛОНАСС/GPS. Проблема заключается в том, чтобы отметки реперов уровенных постов, в частности, их высотная составляющая, были получены в единой системе высот и с возможно более высокой точностью. Для повышения точно-

сти определения высот [5] предлагается ввести дополнительный этап обработки результатов спутниковых наблюдений: окончательное уравнивание высот реперов уровненных постов проводить при фиксированных значениях плановых координат, полученных из первоначального уравнивания по стандартным программам.

Процесс наблюдений и обработки результатов измерений связан с конкретными объектами, к которым отнесены эти наблюдения, и с понятием сохранения полученных значений высот во времени. В геодезии такими объектами являются центры пунктов триангуляции и реперы. Конструкции центров, материалы, из которых они изготовлены, места закладки должны обеспечивать неизменность положения центров по высоте, их устойчивость к сезонным изменениям грунта и долговременную сохранность. Поэтому важной проблемой при совершенствовании методов определения высот уровненных постов и проведения на этой основе мониторинга уровня моря является проблема надежного закрепления реперов [9].

Спутниковый метод является мощным средством создания высокоточной геодезической сети уровненных постов как составной и неотъемлемой части высокоточной геодезической сети страны или группы стран. Вместе с тем, любой новый или сравнительно новый метод при всех его достоинствах имеет ряд недостатков. Одним из недостатков, или, скорее, особенностью спутниковых технологий, применительно к определению высот уровненных постов, является то, что отметки реперов, фиксирующих (хранящих) высоты уровненных постов, получают в системе геодезических высот. В работах

М.С. Молоденского предложено использовать нормальную высоту  $H^*(P)$ , а в качестве геоидальной части — высоты квазигеоида  $\zeta(P)$  (аномалии высот). Геодезическая и нормальная высота пункта  $P$  связаны известным соотношением:

$$H(P) = H^*(P) + \zeta(P). \quad (1)$$

Традиционно привязку реперов уровненных постов к государственной нивелирной сети осуществляют методом геометрического нивелирования [10] в сочетании с данными гравиметрической съемки. Отметки этих реперов вычисляют в системе нормальных высот. Системе нормальных высот соответствует строгий метод определения высот квазигеоида, реализуемый только по результатам наземных измерений (геометрическое нивелирование и гравиметрическая съемка). Такой способ разделения высоты на две части, позволяющий на уровне точности выполняемых измерений вычислять каждую составляющую, а значит — и их сумму, стал фундаментальным для разработки современных методик определения нормальных высот.

При проведении спутниковых наблюдений систему геодезических высот задают и фиксируют пункты фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС) и высокоточной геодезической сети (ВГС). Геодезическая высота каждого репера сети уровненных постов, получаемая на основе применения спутниковых технологий, определяется относительно пунктов ФАГС и ВГС. Поэтому необходимо решить задачу получения с требуемой точностью значения нормальных высот каждого репера по спутниковым определениям геодезических высот, т. е. установления связи геодезической высоты репера, полученной из результатов спутниковых наблюде-

ний, с нормальной высотой того же репера. При решении такой задачи можно пойти двумя путями.

1. Используя результаты гравиметрической съемки, вычислить значение аномалии высоты  $\zeta(P)_{\text{выч}}$ . Затем, по формуле (1) вычислить значение нормальной высоты репера уровненного поста  $H^*(P)$ .

2. С использованием уточненной модели локального геоида (квазигеоида) на заданный район интерполировать значения аномалии высоты в определяемую точку.

Для перехода от системы геодезических высот к системе нормальных высот вблизи акватории данного моря или океана, необходимо корректно сочетать результаты спутниковых измерений с результатами высокоточного геометрического нивелирования и результатами измерений силы тяжести. Кроме того, необходимо привлекать данные, основанные на моделях локального, на район работ, геоида (квазигеоида), и постоянно уточнять эти модели. В этой области работают многие квалифицированные специалисты, уже получившие весьма обнадеживающие в теоретическом и практическом смысле результаты. Термин «обнадеживающие» означает, что точность результатов определения аномалий высот непрерывно возрастает.

Для получения нормальных высот можно использовать метод интерполяции астрономо-геодезических аномалий высот [11]. Так, например, для получения нормальных высот, связанных с фундаментальной государственной астрономо-геодезической спутниковой сетью в [3], предлагается совместное использование спутниковых наблюдений, гравиметрических данных и данных высоко-



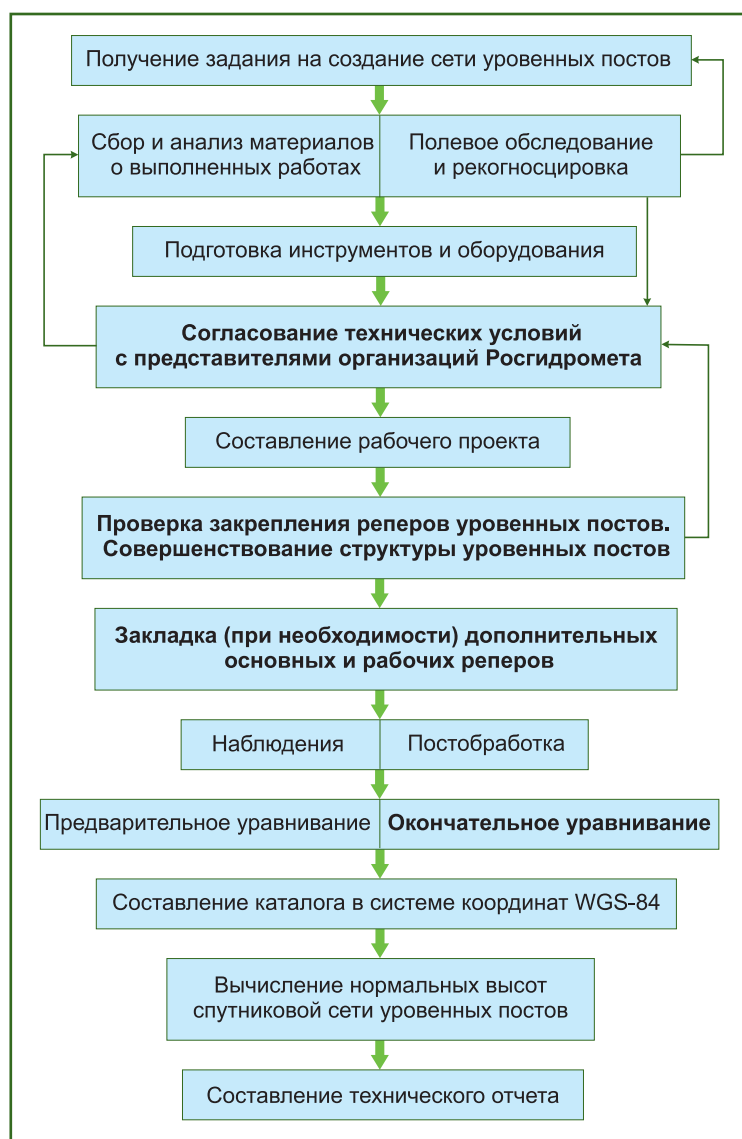
точного нивелирования. При этом, для уменьшения влияния региональных ошибок гравиметрических данных, предлагается в геодезические высоты, полученные по результатам спутниковых наблюдений, вводить поправки  $\Delta\zeta$ , характеризующие расхождения между аномалиями высот, полученными по гравиметрическим данным и вычисленными как разность измеренных геодезических высот и нормальных высот из каталога.

Второй недостаток спутниковых технологий, присущий процедуре создания любой геодезической сети, а не только геодезической сети уровенных постов, состоит в следующем. Практика, да и теория, показывают, что геодезическую высоту пункта получают с ошибкой в 1,5–2 раза превышающей ошибку определения планового положения этого пункта. Одной из основных причин этого обстоятельства, помимо не вполне корректного учета влияния атмосферы на результаты измерений, являются неблагоприятные геометрические условия для определения высоты пункта в сравнении с определением плановых координат этого же пункта. С практической точки зрения ответ на вопрос ясен. Лучше всего определять геодезические высоты пунктов тогда, когда геометрический фактор, в частности, VDOP имеет минимальное значение (близок к единице). В публикациях [5, 6] рассматриваются теоретические соотношения, обосновывающие возможность повышения точности определения геодезических высот, и оцениваются нюансы влияния геометрии спутниковых наблюдений на точность определения геодезических высот уровенных постов.

Для первичной проверки справедливости предположе-

ний, высказанных в статьях [4–6], был выполнен предварительный эксперимент на фрагменте спутниковой геодезической сети, расположенной на Уренгойском нефтяном месторождении. Сначала было оценено влияние VDOP на точность определения высотной составляющей координат. Для этого было выполнено уравнивание одной и той же сети при различных значениях VDOP. Сравнение полученных результатов показало, что средние квадратические ошибки уравниваемых значений высот (превышений)

оказались меньше при меньшем значении VDOP, что подтвердило существующий в этой области практический опыт работы. Затем, было проверено предположение о том, что при использовании того же стандартного пакета программ средние квадратические ошибки уравниваемых значений высот (превышений) уменьшатся, если при окончательном уравнивании будут известны (с достаточной степенью точности) значения плановых координат определяемых пунктов. Для этого, с получением уравни-



**Рис. 1**  
Технологическая схема создания спутниковой сети уровенных постов

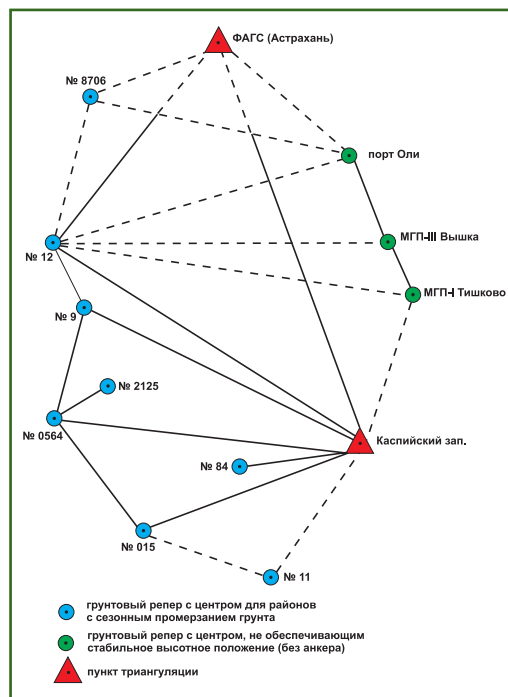
ных значений координат определяемых пунктов с помощью соответствующей опции программного обеспечения Trimble Geomatics Office v. 1.6, были зафиксированы плановые координаты определяемых пунктов. После выполнения указанной процедуры вновь было выполнено уравнивание спутниковой сети с использованием того же программного обеспечения. В повторном уравнивании плановые координаты определяемых пунктов участвовали как исходные величины. С математической точки зрения это означает уменьшение числа неизвестных при уравнивании, что влечет за собой повышение точности оставшихся определяемых величин. С практической точки зрения это значит, что в результате уравнивания спутниковой сети уровенных постов по стандартным программам определяются плановые координаты реперов уровенной сети. С другой стороны, получение из того же набора данных только уравниваемых значений высот реперов, при фиксированных значениях плановых координат этих реперов, неизбежно приведет к повышению точности определения самих высот. Это было подтверждено практическими результатами. Видоизменив процедуру использования стандартного программного обеспечения для уравнивания (как указано выше), ошибку определения высот пунктов сети уровенных постов удалось уменьшить в 1,5–2 раза.

Для подтверждения полученных теоретических выводов и проверки результатов выполненного предварительного эксперимента была создана спутниковая сеть уровенных постов на северо-западном побережье Каспийского моря. В процессе подготовки к работам была выполнена метрологическая аттестация инструментов. Планирование спут-

аэрогеодезическое предприятие». Но не только в этом заключалась необходимость проверки предварительных результатов. В процессе практической реализации полученных выводов могли возникнуть другие проблемы, которые не предусматривались. Поэтому при разработке технологической схемы (рис. 1) был добавлен блок совершенствования структуры уровенных постов, введена процедура использования стандартных программ для повторного уравнивания высот уровенных постов на этапе окончательной обработки, и изменен порядок разработки и согласования с региональными управлениями Росгидромета технических условий на создание сети уровенных постов.

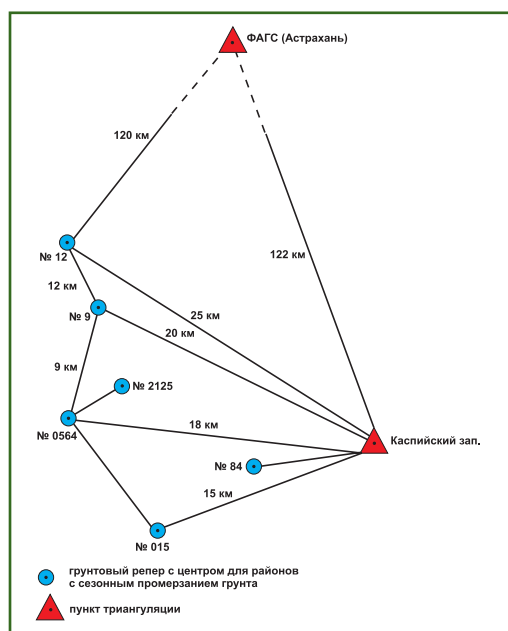
Для практической реализации технологической схемы была организована экспедиция на северо-западное побережье Каспийского моря, которой предшествовала подготовительная работа. Был проведен анализ имеющихся материалов на район проведения работ, который показал, что вблизи находится единственный пункт ФАГС, расположенный в Астрахани. Статус морских уровенных постов имеют следующие посты: Лагань (Каспийский зап.), о. Искусственный, о. Тюлений, Тишково, Вышка и Махачкала.

На картах масштаба 1:200 000 была составлена схема спутниковой сети (рис. 2), по которой проводилось полевое обследование существующей сети и рекогносцировка. В спутниковую сеть уровенных постов дополнительно были включены уровенные посты Лагань, Вышка, Тишково и порт Оля. В процессе подготовки к работам была выполнена метрологическая аттестация инструментов. Планирование спут-



**Рис. 2**  
Схема проектируемой спутниковой сети уровенных постов

никовых наблюдений проводилось в процессе полевого обследования и рекогносцировки. Результаты планирования спутниковых наблюдений показали, что в данном регионе можно с необходимой точностью выполнять наблюдения в



**Рис. 3**  
Схема уровенных постов после полевого обследования



любом часовом интервале времени.

Обследование сети проводилось в соответствии с требованиями инструкции [12]. В процессе полевого обследования выполнялся поиск пунктов на местности, установление сохранности и состояния их центров и внешнего оформления. Поиск пунктов осуществлялся с помощью спутникового навигационного приемника. Ошибка определения местоположения искомых пунктов не превышала 10 м.



**Рис. 4**  
Спутниковая антенна, установленная над геодезическим центром ФАГС

В результате выполненного полевого обследования было установлено, что основные и рабочие реперы в порту Оля, грунтовые реперы № 11 и № 8706 не сохранились на местности. На уровне постах Вышка и Тишково закрепление



**Рис. 5**  
Спутниковая антенна, установленная над геодезическим пунктом

грунтовых реперов выполнено центрами, не обеспечивающими их стабильное высотное положение, что не соответствует требованиям наставления [9]. Поэтому уровенные посты Оля, Вышка и Тишково были исключены из схемы проектируемой спутниковой сети уровенных постов. В проектируемой спутниковой сети уровенных постов остался уровенный пункт Лагань (Каспийский зап.). Основные грунтовые реперы и контрольный репер на уровне поста Лагань отсутствуют. В качестве основного репера спутниковой сети уровенного поста Лагань был принят ближайший пункт государственной сети — пункт триангуляции 2 класса Каспийский зап. Отметка этого пункта была получена из нивелирования I класса. Контрольным репером уровенного поста Лагань был принят грунтовый репер № 84, отметка которого получена из нивелирования I класса.

При проведении полевых наблюдений была реализована спутниковая сеть уровенных постов, приведенная на рис. 3. Наблюдения выполняли двумя двухчастотными спутниковыми приемниками ГЛОНАСС/GPS компании JPS Legacy-E-2484 и Legacy-E-2485. Перед выездом на полевые работы над геодезическим центром ФАГС (на крыше девятиэтажного производственного здания Астраханского АГП) была установлена спутниковая антенна (рис. 4). Крепление антенны было выполнено с помощью приспособления для принудительного центрирования.

На остальных пунктах сети центрирование антенны выполнялось с помощью оптического отвеса (рис. 5). В процессе наблюдений антенны были единообразно ориентированы на север. Начальные установки приемника осуществляли на

компьютере с использованием программного обеспечения РС-CDU (JPS). На пункте ФАГС спутниковая аппаратура работала непрерывно в течение всего сеанса наблюдений (около четырех суток).

Перед выполнением спутниковых наблюдений была разработана программа наблюдений, которая включала создание референцного пункта на основном репере уровенного поста Лагань. Наблюдения на референцном пункте выполнялись в течение двух суток в едином сеансе с пунктом ФАГС. Затем приемник с поста Лагань был перевезен на грунтовый репер № 12. Наблюдения на нем проводились в течение суток в едином сеансе с пунктом ФАГС.

Наблюдения на остальных пунктах сети выполнялись в два этапа. На первом этапе наблюдалась веерная сеть, созданная на основе референцного пункта Лагань. В эту сеть были включены удовлетворяющие требованиям инструкции реперы нивелирования I, II классов: грунтовые реперы № 015, 0564, 9, 12 (рис. 3). Длительность сессии составила от полутора до двух часов.

Один из приемников был установлен на базовый пункт Лагань. Подвижный приемник последовательно устанавливали на реперы нивелирования, включенные в наблюдаемую сеть. Такое геометрическое построение, в строгой постановке задачи, не является геодезической сетью, потому что в ней отсутствуют избыточные векторы баз и возможность контроля и отбраковки грубых ошибок. Чтобы устранить эти недостатки веерной сети, на втором этапе работ были выполнены наблюдения по периметру запроектированной спутниковой сети. Время наблюдений во второй сессии на базовой станции составило около суток, на ос-

тальных реперах — от сорока минут до двух часов. Спутниковые наблюдения сети проводились в статическом режиме.

После завершения наблюдений была выполнена постобработка.

Координаты референционной (базовой) станции (уровенного поста Лагань) были получены в системе координат WGS-84 относительно пункта ФАГС (Астрахань). Средние квадратические ошибки определения координат уровенного поста Лагань после уравнивания составили 6 мм в плане и 12 мм по высоте соответственно.

Сначала было выполнено уравнивание спутниковой сети, показанной на рис. 3. При этом выбирали такие интервалы времени наблюдений, когда геометрический фактор VDOP был наименьшим. Средние квадратические ошибки определения высот (превышений) характеризовались величинами

16–17 мм. После получения уравненных значений координат и высот определяемых грунтовых реперов № 015, 0564, 9, 12, с помощью соответствующей опции программного обеспечения были зафиксированы плановые координаты перечисленных выше пунктов, и вновь выполнено уравнивание. После повторного уравнивания средние квадратические ошибки определения превышений (высот) характеризовались величинами 10–11 мм.

Сравнение полученных результатов показывает, что средние квадратические ошибки уравненных значений высот (превышений) при повторном уравнивании (при фиксированных значениях плановых координат определяемых пунктов) уменьшились примерно в 1,5 раза. Полученные результаты подтвердили предположение о том, что, используя пакет стандартных программ, но ви-

доизменив процедуру использования этих программ, можно повысить точность определения высот.

Вычисление нормальных высот пунктов спутниковой сети уровенных постов было выполнено по методике, разработанной специалистами ЦНИИГАиК. Вычисление высот квазигеоида (аномалий высот)  $\zeta(P)$  выполнено комбинированным методом с использованием банка гравиметрических данных, моделей EGM96, GA098 и программного обеспечения, разработанного в отделе геодезии ЦНИИГАиК. При вычислении нормальных высот использовалась формула (1), при этом:

$$\zeta(P) = \zeta(P)_{выч} + \Delta\zeta \quad (2)$$

$$\Delta\zeta = [H(P)_{спутн} - H^{\gamma}(P)_{кат}] - \zeta(P)_{выч}, \quad (3)$$

где  $[H(P)_{спутн} - H^{\gamma}(P)_{кат}]$  — разность геодезических высот  $H(P)_{спутн}$  и нормальных высот  $H^{\gamma}(P)_{кат}$ , взятых из каталога высот пунктов и реперов.

Значения поправки  $\Delta\zeta$

Таблица 1

Название пункта сети	Геодезическая высота $H(P)_{спутн}$ , м	Нормальная высота из каталога $H^{\gamma}(P)_{кат}$ , м	$\Delta$ , м	Аномалия высоты $\zeta(P)_{выч}$ , м	$\Delta\zeta$ , м
Грунтовый репер № 015	-19,680	-15,558	-4,122	-3,876	-0,246
Грунтовый репер № 12	-23,785	-20,004	-3,781	-3,579	-0,202
Грунтовый репер № 9	-20,758	-16,904	-3,854	-3,615	-0,239
Пункт триангуляции Каспийский зап.	-18,974	-14,397	-4,577	-4,290	-0,287

Сравнение вычисленных нормальных высот и их значений из каталога

Таблица 2

Название пункта сети	Геодезическая высота $H(P)_{спутн}$ , м	Аномалия высоты $\zeta(P)_{выч}$ , м	$\Delta\zeta$ , м	Вычисленная нормальная высота $H^{\gamma}(P)$ , м	Нормальная высота из каталога $H^{\gamma}(P)_{кат}$ , м	$\Delta$ , мм
Грунтовый репер № 015	-19,680	-3,876	-0,244	-15,560	-15,558	+2
Грунтовый репер № 12	-23,785	-3,579	-0,244	-19,962	-20,004	-42
Грунтовый репер № 9	-20,758	-3,615	-0,244	-16,899	-16,904	-5
Пункт триангуляции Каспийский зап.	-18,974	-4,290	-0,244	-14,440	-14,397	+43

До определения нормальных высот были вычислены поправки  $\Delta\zeta$ , приведенные в табл. 1. Среднее значение поправки  $\Delta\zeta$  ( $-0,244$  м) сопоставимо с величиной  $0,250$  м, вычисленной в [3], что говорит о достоверности полученных результатов.

Вычисление нормальных высот реперов спутниковой сети уровенных постов и их сравнение с нормальными высотами из каталога высот приведено в табл. 2. При вычислении нормальных высот реперов сети уровенных постов использовалась формула (1) и среднее значение поправки  $\Delta\zeta = -0,244$  м, полученной по вычислениям в табл. 1.

Средняя квадратическая ошибка определения нормальных высот реперов сети уровенных постов, вычисленная на основании совместной обработки результатов спутниковых наблюдений ГЛОНАСС/GPS, гравиметрических данных и данных высокоточного нивелирования, составила около 3 см. Такая точность, пусть косвенно, но подтверждает корректность выполненных ранее теоретических исследований.

Кроме того, полученные результаты по точности находятся на уровне современных наземных способов определения исходных данных для построения моделей локального геоида (квазигеоида).

Однако полученная оценка точности определения нормальных высот обусловлена не только ошибками спутниковых наблюдений. В этой оценке не отражено влияние ошибок геометрического нивелирования и определения аномалий высот. Кроме того, за более чем двадцатилетний период могли произойти изменения в высотном положении реперов, вызванные как сезонным изменением грунтов, так и изменениями тектонического характера. Для

более тщательного учета перечисленных факторов необходимо выполнить одновременные измерения спутниковыми и традиционными классическими методами.

Предложенную методику целесообразно использовать не только для создания геодезической сети уровенных постов на Каспийском море, но и для создания, совершенствования и модернизации наблюдательной уровенной сети на побережьях морей и океанов, омывающих территорию Российской Федерации. Хотя, возможно, эффективность применения разработанной методики в северных районах потребует дополнительной экспериментальной проверки. Эту методику целесообразно использовать не только для повышения точности высот реперов, хранящих отметки уровенных постов, но и пунктов государственной опорной геодезической сети.

#### ▼ Список литературы

1. Васильев А.С., Лапшин В.Б., Лупачев Ю.В., Медведев П.П., Победоносцев С.В. Исследования уровня Каспийского моря по спутниковым альтиметрическим измерениям. — В сб.: Исследования океанов и морей, вып. 209. — СПб: Гидрометеоздат, 2002. — С. 277–292.
2. Материалы 7-й сессии Координационного Комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ). — Алма-Ата: Каспком, 2002.
3. Демьянов Г.В., Майоров А.Н. К вопросу об установлении единой общеземной системы нормальных высот // Научно-технический сборник по геодезии, аэрокосмическим съемкам и картографии. Физическая геодезия. — М.: ЦНИИГАиК, 2004.
4. Калабай К.Б., Остроумов В.З., Шануров Г.А. Применение спутниковых технологий для совершенствования высотной основы уровенных постов Казахстана и России // Геодезия. Картография. Геоинформационные системы. Научное при-

ложение к журналу «Высшая школа Казахстана». — 2003. — № 3. — С. 35–47.

5. Остроумов В.З., Шануров Г.А., Масленников А.В. Повышение точности определения высот уровенных постов // Геодезия и картография. — 2003. — № 11. — С. 25–29.

6. Шануров Г.А., Остроумов В.З. Влияние геометрии спутниковых наблюдений на точность определения геодезических высот уровенных постов // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2004. — № 1. — С. 3–12.

7. Assessment of height variations by GPS at Mediterranean and Black Sea coast tide gauges from the SELF projects. *Global and Planetary Change*, 34 (2002). — P. 5–35.

8. Основные положения о создании государственной геодезической сети (ГКИНП — 01-006-03). — М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 2003.

9. Наставление гидрологическим станциям и постам. Вып. 9, ч. 1. — Л.: Гидрометеоздат, 1968. — с. 424.

10. Руководящий технический материал. Высотная привязка уровенных постов (ГКИНП-03-215-88). — М.: ЦНИИГАиК, 1988. — с. 41.

11. Огородова Л.В., Юзефович А.П. Аномалии высот в районе московской аттракции и их интерполирование // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2001. — № 2.

12. Временная инструкция по обследованию и восстановлению пунктов и знаков государственной геодезической и нивелирной сетей СССР. — М.: РИО ВТС, 1970. — с. 23.

#### RESUME

A technique for determining geodetic heights of reference stations with satellite receivers and a standard software package is described. Experimental studies were fulfilled on the north-western coast of the Caspian Sea. These studies have shown that the technique offered provides for the double improvement of the accuracy of determining the water level stations' heights (elevations).



Гарантия надёжности и точности



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



Оборудование сертифицировано

тел: (095) 236-7162  
факс: (095) 949-8048  
geospace@mtu-net.ru

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

ООО "ДЖЕНЭС"

117049, г. Москва, ул. Мытная, д. 28/1

Ремонт оборудования:  
тел: (095) 726-8732  
факс: (095) 726-8745

# В ПОИСКАХ «ИСТИННОЙ ЗЕМЛИ»\*

Е.М. Медведев («Геокосмос»)

В 1986 г. окончил МЭИ. С 1986 по 1997 г. работал инженером, старшим инженером, ведущим инженером, начальником сектора ГосНИИ Авиационных систем. С 1997 по 2002 г. — руководитель группы дистанционного зондирования, руководитель группы научно-исследовательских работ ЗАО «Оптэн Лимитед». С 2002 г. является заместителем директора по научной работе Компании «Геокосмос», кандидат технических наук.

Продолжая обсуждение темы об основных «серьезных» алгоритмах восстановления поверхности «истинного рельефа» по лазерно-локационным данным, рассмотрим два алгоритма. Причем, если первый с полным основанием можно отнести к категории классических (из-за его широкого распространения), то второй — разработан сравнительно недавно и в практическую эксплуатацию был передан только в 2004 г. в составе программного комплекса ALTEXIS 2.1.

### 3. Метод молдинга (molding)

Английский глагол «mould» означает «формировать, делать по шаблону». Концепция молдинга основана на:

- итерационном принципе построения поверхности земли с постоянным контролем сходимости;
- использовании триангуляционной формы представления;
- использовании некоторого набора аналитических

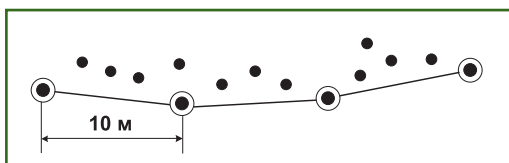


Рис. 1  
К определению метода Молдинга

(т. е. выражаемых формулами) ограничений, отражающих гладкость поверхности «истинной земли».

Идея молдинга иллюстрируется на рис. 1 в упрощенной двухмерной форме. На первом этапе строится грубая триангуляционная модель начального приближения, аппроксимирующая множество лазерных точек снизу. Это может быть достигнуто путем поиска точек с минимальным значением геодезической высоты в ячейках фиксированного размера, на которые разбито множество точек. На рис. 1 размер ячейки условно показан равным 10 м.

Важно отметить, что в алгоритме молдинга и ему подобных в качестве узлов сети используются только реально существующие, полученные в ходе съемки лазерные точки. Это верно как для сети начального приближения, так и для всех последующих стадий развития.

Развитие триангуляционной сети представляет собой включение в нее новых лазерных точек в качестве узлов.

В результате включения в сеть новой лазерной точки происходит замена (исключение некоторых старых и включение новых) математических компонентов сети — ребер,

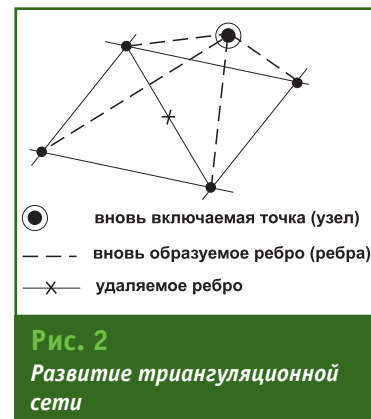


Рис. 2  
Развитие триангуляционной сети

граней. Этот процесс проиллюстрирован на рис. 2.

Включение очередной точки в сеть будет выполнено только при соблюдении некоторого набора условий (ограничений), которые обычно выглядят так.

Условие 1. После включения точки «кандидата» триангуляционная модель по-прежнему является аппроксимацией множества лазерных точек снизу, т. е. лазерные точки лежат либо выше модели, либо на ее поверхности.

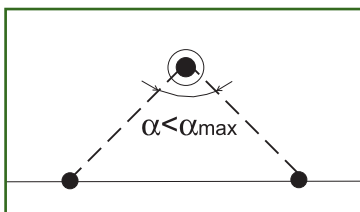
Условие 2. Угол между соседними гранями не превышает некоторого заранее заданного угла  $\alpha_{\max}$  (рис. 3).

Условие 3. В некоторых случаях также проверяется выполнение условия Делоне.

Следует отметить, что триангуляционная сеть, удовлетворяющая условию Делоне, обладает рядом привлекатель-

\* Продолжение. Начало в № 2, 3-2004.





**Рис. 3**  
Ограничение на угол между смежными гранями

ных математических свойств, в частности, минимальной общей длиной ребер для фиксированной площади поверхности, покрываемой триангуляционной моделью, делающих работу с такими сетями в геоинформационных приложениях более удобной. Требование соблюдения условия Делоне приводит к необходимости проведения локальных дополнительных перестроений ребер и граней при включении новой точки в качестве узла, так же при строгом соблюдении условия 2.

Алгоритм останавливается, если в текущую модель сети не удастся включить ни одной новой точки.

Алгоритм молдинга — исторически первый из «серьезных» алгоритмов выделения поверхности «истинной земли» по лазерно-локационным данным. Он и его многочисленные модификации активно применяются рядом компаний и сейчас. К несомненным достоинствам алгоритма можно отнести сравнительную простоту реализации, из-за которой применение алгоритма на практике приводит к хорошо предсказуемым результатам. При небольших модификациях базового алгоритма могут быть получены очень интересные результаты. Так, при достаточной плотности исходных лазерных точек можно не сразу создавать триангуляционную

модель на всю сцену, а инициировать развитие модели экстенсивным способом из нескольких источников, как бы «навстречу друг другу». Таким образом, удается получить хорошо структурированную модель местности, в частности, выделить контуры зданий и структурные линии рельефа.

Другим важным преимуществом алгоритма молдинга является то, что одновременно с построением поверхности рельефа, он выполняет селекцию лазерных точек, т. е. выделение тех из них, которые принадлежат этой поверхности.

Однако необходимо указать и на ряд серьезных недостатков описанного алгоритма, которые носят принципиальный характер, ограничивая его сферу применения:

- итерационный характер вычислений часто приводит к значительным временным затратам;

- применение алгоритма на практике требует от оператора выполнения установок значений параметров (например, величины максимального угла между гранями  $\alpha_{\max}$  и других вспомогательных). Эта процедура всегда содержит значительную долю волюнтаризма, так как алгоритм не предлагает внутреннего механизма поиска соответствия между значениями установочных параметров и характером обследуемого рельефа;

- и, наконец, главное. Алгоритм молдинга в явном виде не предлагает статистического критерия достоверности полученного решения, т. е. построенной поверхности «истинной земли». Иными словами, совершенно не ясно, какое отношение к реальной поверхности земли имеет

построенная модель. Для каких фрагментов модель может считаться достоверной, а для каких нет? Какова точность аппроксимации поверхности и определения конфигурации структурных линий рельефа?

#### ▼ 4. Метод анализа пространственного спектра

Подобные соображения стимулировали дальнейшее развитие алгоритмической базы восстановления «истинной земли» и привели к появлению нового поколения алгоритмов, основанных на анализе пространственного спектра изучаемых поверхностей. Именно в этом ключе разработаны программные модули, отвечающие за генерацию рельефа в программной среде ALTEXIS. Реализация таких алгоритмов включает следующие этапы:

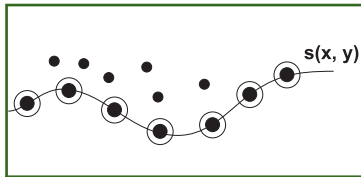
- накопление очередной порции лазерных точек «кандидатов», т. е. таких точек, которые с некоторой долей вероятности могут представлять поверхность рельефа;

- спектральный анализ (фильтрация) отобранного множества точек, отбраковка ложных точек, построение аппроксимирующей поверхности для текущей порции;

- определение условий набора нового множества точек «кандидатов» из смежных областей по результатам выполнения текущей итерации.

Справедливости ради, следует признать, что предложенный разработчиками программного комплекса ALTEXIS метод выделения поверхности «истинной земли» по математической природе близок к методу цифровой рекурсивной фильтрации, известному, как фильтр Калмана. Работа





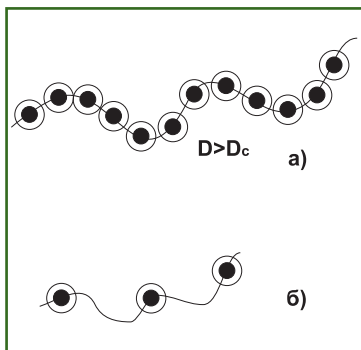
**Рис. 4**  
К определению метода  
анализа пространственного  
спектра

алгоритма иллюстрируется на рис. 4.

Априорно предполагается, что искомая поверхность «истинной земли» обладает пространственным спектром конечной ширины везде, кроме конечного числа так называемых break lines (структурных линий), на которых претерпевает скачок либо сама функция, либо ее первая производная.

Отобранное множество точек «кандидатов» подвергается аппроксимации посредством аналитической функции с ограниченным спектром, т. е., по сути, выполняется цифровая низкочастотная фильтрация, что имеет следующие положительные последствия:

- используя расстояние от найденной поверхности  $s(x, y)$  как критерий, можно выполнить селекцию лазерных точек внутри множества «кандидатов». После удаления выпавших точек можно провести аппроксимацию по-



**Рис. 5**  
Оценка достоверности  
решения

вторно, добываясь лучшей оценки  $s(x, y)$ ;

- найденная функция  $s(x, y)$  является математически гладкое представление поверхности «истинного рельефа» для выделенного фрагмента. О точности представления можно судить по значению средней квадратической ошибки точек, использованных для аппроксимации поверхности;

- появляется (впервые!) объективный критерий оценки достоверности (а не только точности) найденного решения. Такая оценка выполняется на основе использования положений теоремы Котельникова (Найквиста). Так, если спектр аппроксимирующей функции  $s(x, y)$  ограничен значением  $W_{\max}$ , то поверхностная плотность  $D$  отобранных лазерных точек на поверхности  $s(x, y)$  должна быть больше чем  $D_c$ :

$$D > D_c = W_{\max}/p$$

(одномерное упрощение).

Это положение иллюстрируется на рис. 5

Рис. 5а соответствует статистически достоверному фрагменту  $s(x, y)$ . Аналогичный фрагмент на рис. 5б является абсолютно недостоверным, так как  $D < D_c$ . Для такого фрагмента будет констатировано, что объем собранных данных не позволяет восстановить поверхность рельефа. По результатам обработки текущей порции данных определяется режим и математические условия набора новой порции точек «кандидатов» из смежных областей (опять прямая аналогия с фильтром Калмана). Следует признать, что предложенный алгоритм анализа пространственного спектра в математическом отношении

достаточно сложен и, как следствие, требует значительного времени для обработки. Однако этот недостаток компенсируется рядом серьезных преимуществ, таких как:

- получаемое решение по поверхности рельефа является в определенном смысле «окончательным» и не требует проведения коррекции, что значительно облегчает труд оператора камеральной обработки;

- результатом работы алгоритма является не только селекция лазерных точек, но и построение триангуляционной сети, а также, что особенно важно, «гладкой» модели поверхности земли. Последнее свойство может оказаться весьма полезным, например, при построении изолиний рельефа;

- алгоритм обеспечивает надежное выделение break lines, так как обладает высокой чувствительностью ко всякого рода «ненормальностям» — нарушениям гладкой поверхности;

- важнейшее практическое значение имеет уже упомянутая возможность оценки точности и достоверности получаемого решения.

Обсуждение достоинств и недостатков алгоритмов геопространственного анализа лазерно-локационных данных будет продолжено в следующих публикациях.

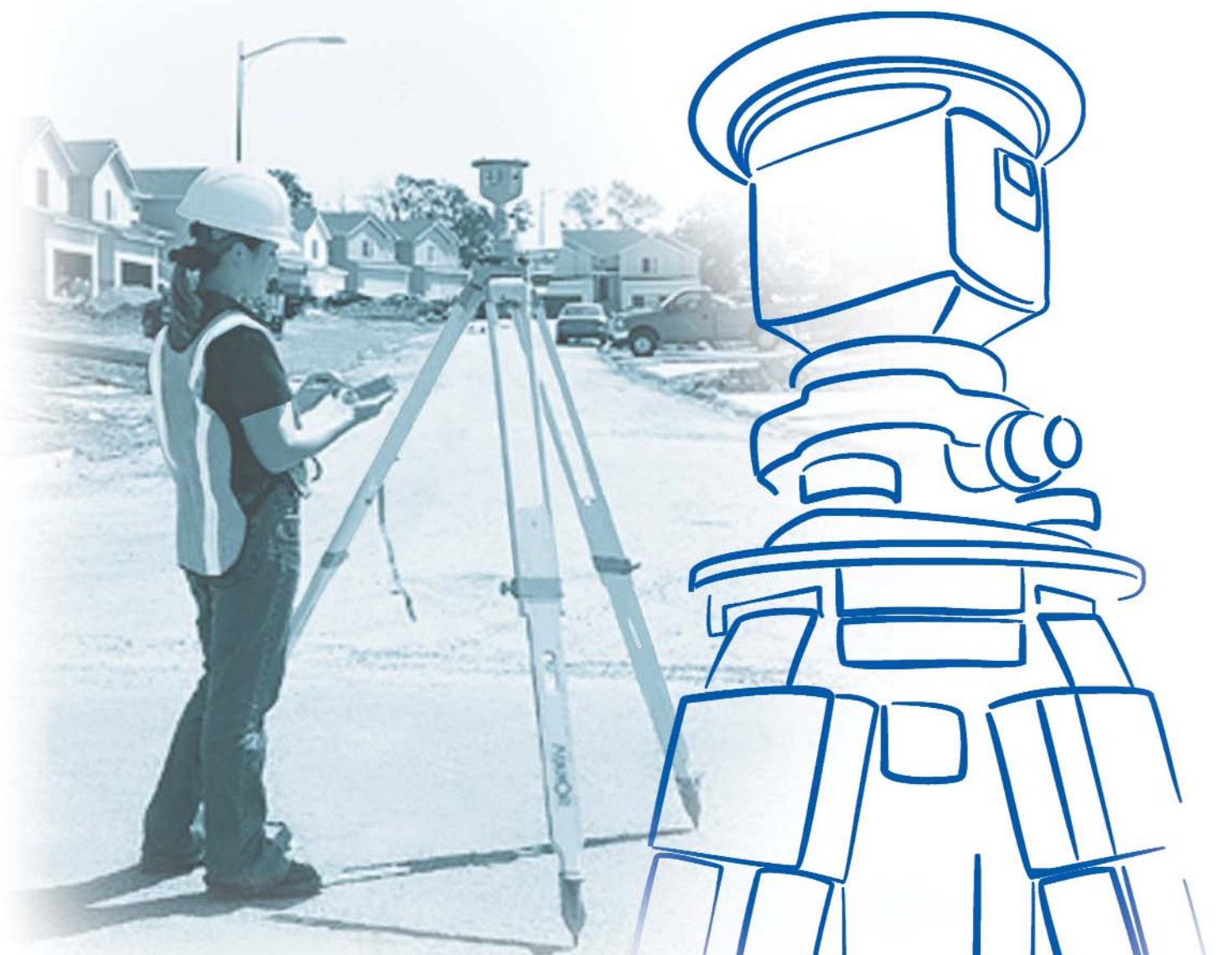
*Продолжение следует*

#### RESUME

A discussion is continued on the main «serious» algorithms for retrieving the true relief surface based on the laser location data. The molding technique and the spatial spectrum analysis technique are considered.

# ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ

---



**ЛУЧШЕЕ  
GPS-ОБОРУДОВАНИЕ**



# ОДНОЧАСТОТНЫЙ ПРИЕМНИК GPS STRATUS

М.А. Петров («Геостройизыскания»)

В 2003 г. окончил факультет фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». В настоящее время — инженер ЗАО «Геостройизыскания».

С 2003 г. компания «Геостройизыскания» поставляет на российский рынок современное GPS-оборудование производства фирмы Sokkia (Япония). Данное оборудование сертифицировано и внесено в Реестр средств измерений.

В этой статье представлен наиболее популярный в России одночастотный геодезический приемник GPS Stratus. Stratus является удобным и доступным прибором для решения ряда задач, которые требуют быстрого и точного определения координат. Система включает приемник GPS Stratus и пакет программного обеспечения Spectrum Survey Suite, которое предназначено как для планирования работ, сбора и обработки информации, так и для управления съемкой с использованием контроллера.

Приемник Stratus объединяет в одном корпусе GPS-процессор геодезического класса, антенну, память и элементы питания. Как и другое оборудование фирмы Sokkia, приемник Stratus

отличается продуманным эргономичным дизайном и высоким качеством (см. рисунок).

Надежная и водонепроницаемая конструкция прибора предназначена для эксплуатации даже в неблагоприятных погодных условиях. Диапазон рабочих температур составляет от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$  при работе от внутренних аккумуляторов и от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$  — при использовании внешнего источника питания.

Stratus — это двенадцатиканальный приемник GPS, работающий на частоте L1, по коду и полной фазе несущей.

Прибор имеет встроенную память 4 Мбайт, что позволяет накапливать данные в течение 55 ч непрерывно (при наблюдении 8 спутников с интервалом записи 10 с).

Вес приемника с аккумуляторами составляет 0,8 кг.

Питание Stratus осуществляется от двух внутренних аккумуляторов BDC46. Аккумуляторы этого типа используются также в электронных тахеометрах

фирмы Sokkia SET6xx/5xx/3xx. Двух полностью заряженных аккумуляторов хватает на 30 ч непрерывной работы (при  $+20^{\circ}\text{C}$ ). Кроме того, предусмотрено подключение внешнего источника питания.

Управление приемником осуществляется с помощью одной кнопки, что делает его простым в освоении и пользовании. Информативная передняя панель, содержащая четыре группы индикаторов, позволяет получать исчерпывающую информацию о состоянии приемника и количестве спутников, а также отслеживать процесс измерений без использования контроллера.

Передача накопленной в приемнике информации может осуществляться как по кабельному соединению, через последовательный порт, так и с помощью инфракрасной линии связи.

Приемник GPS Stratus используется для измерений в режиме статики и кинематики (при наличии контроллера), обеспечивая следующие показатели точности:

— статика: 5 мм + 1 мм/км (в плане) и 10 мм + 2 мм/км (по высоте);

— кинематика (Stop&Go): 12 мм + 2,5 мм/км (в плане) и 15 мм + 2,5 мм/км (по высоте).

В качестве контроллера к приемнику GPS Stratus может быть использован карманный персональный компьютер (КПК) с операционной системой Windows CE. В качестве контроллера фирмой-производителем рекомендуется использо-



Приемник GPS Stratus



вать КПК фирмы Hewlett-Packard. Программа Stratus Controller, входящая в комплект поставки, после установки в КПК позволяет управлять приемником, получать информацию о количестве наблюдаемых спутников и объеме свободной памяти, а также о заряде батарей. С помощью контроллера удобно оперативно вводить и сохранять необходимые данные (имена точек, высоты антенн, топографические коды и т. д.). Программа Stratus Controller предоставляет свободу выбора модели контроллера — это может быть простой КПК, который приобретается в любом магазине электроники, или более дорогой специализированный защищенный вариант. Инфракрасная линия связи между контроллером и GPS-приемником позволяет управлять съемкой без использования кабельных соединений.

Пакет программного обеспечения Spectrum Survey Suite, кроме Stratus Controller, вклю-

чает программы Planning и Spectrum Survey.

Программа Planning предназначена для настройки приемников и планирования полевых работ. Она позволяет сгенерировать и представить отчеты в виде текстовых документов или графиков по геометрии расположения и количеству спутников, факторам понижения точности (DOP) в любой точке земной поверхности на любой период времени. Это дает возможность определить наиболее благоприятное время измерений.

Программа Spectrum Survey позволяет принимать и обрабатывать информацию, собранную приемником в поле, уравнивать сети, основанные на GPS-измерениях, анализировать полученные результаты и экспортировать данные в различные форматы.

Простота управления и интуитивно понятный интерфейс делают программу легкой в освоении и последующей работе.

Встроенный модуль передачи данных позволяет напрямую скачивать информацию из приемников. Также возможен импорт данных с жесткого диска в формате других производителей приемников GPS и формате RINEX. Программу Spectrum Survey отличает высокая гибкость настроек. Пользователь имеет возможность выбирать системы координат, уже «зашитые» в программе, или создавать собственные, задавать параметры обработки и уравнивания, получать необходимые отчеты для анализа. Результаты обработки и уравнивания могут быть экспортированы в другие программы для последующего использования.

#### RESUME

The article presents the main components of the Stratus system. The receiver's characteristics and the software options are given.



## международная конференция

"Современные технологии изысканий, проектирования и геоинформационного обеспечения в промышленном, гражданском и транспортном строительстве"

16-18 ноября 2004 года, г.Москва, Измайловское шоссе, д.71-Е, концертный зал "Измайлово"

#### В ПРОГРАММЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Проблемные вопросы геодезии, инженерных изысканий, проектирования и эксплуатации объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства. Современные технические и программные средства сбора и обработки данных инженерных изысканий; маркшейдерского обеспечения разведки и добычи полезных ископаемых. Автоматизированные технологии проектирования, эксплуатации автомобильных и железных дорог, мостов, генеральных планов и инженерных коммуникаций. Выставка технических и программных средств.

#### НА КОНФЕРЕНЦИЮ ПРИГЛАШАЮТСЯ РУКОВОДИТЕЛИ И СПЕЦИАЛИСТЫ

- геодезических и картографических организаций;
- проектно-изыскательских и строительных организаций;
- нефтяных и газовых компаний;
- горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий;
- территориальных дорожных органов, управлений автомобильных и железных дорог;
- эксплуатационных организаций, управлений капитального строительства и архитектурно-планировочных управлений администраций городов и промышленных предприятий.



ЕЖЕГОДНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ЛИНИИ ИСПОЛКОМ СОЮЗСТРОЙ

СП "Кредо-Диалог" - ООО  
Староборисовский тракт, 15,  
220114, Минск, Беларусь  
факс +375 (17) 264 79 31  
телефон +375 (17) 264 90 87  
264 20 63  
e-mail: market@credo-dialogue.com  
www.credo-dialogue.com

Участие в конференции бесплатное.

Заявки на участие направляйте до 12 ноября 2004 года.





# ФГУП

«ВЕРХНЕВОЛЖСКОЕ АЭРОГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»



- Топографо-геодезические и землеустроительные работы
- Гарантийный ремонт и аттестация геодезических приборов на базе собственного сервисного центра
- Создание спутниковых навигационных систем с использованием цифровых карт
- Создание геоинформационных систем (ГИС)
- Создание тематических карт и атласов в полиграфическом и электронном вариантах



Масштаб 10000

Контроль панели

Панель управления

Положение объекта

Окно карты

Строка состояния

ID	Имя	Тема	Масштаб	Описание
1	Личный состав	Техника	0	2
2			2	3
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

13:07:10

Время: 13:07:10

Состояние: 10

Скорость: 0 км/ч

Дата: 03.12.98

Время: 13:05:32



Россия, 603122, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, 205  
Тел.: 17-65-21, 17-75-21  
E-mail: vagp@mts-nn.ru, www.vagp.nn.ru



# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ВЕРСИЯ»

Г.В. Ерько (МосЦТИСИЗ)

В 1995 г. окончил факультет геодезии Государственного университета по землеустройству. С 1995 г. работает ведущим программистом отдела № 5 МосЦТИСИЗ. Является автором нескольких программных модулей комплекса для инженерно-геодезических изысканий «Версия».

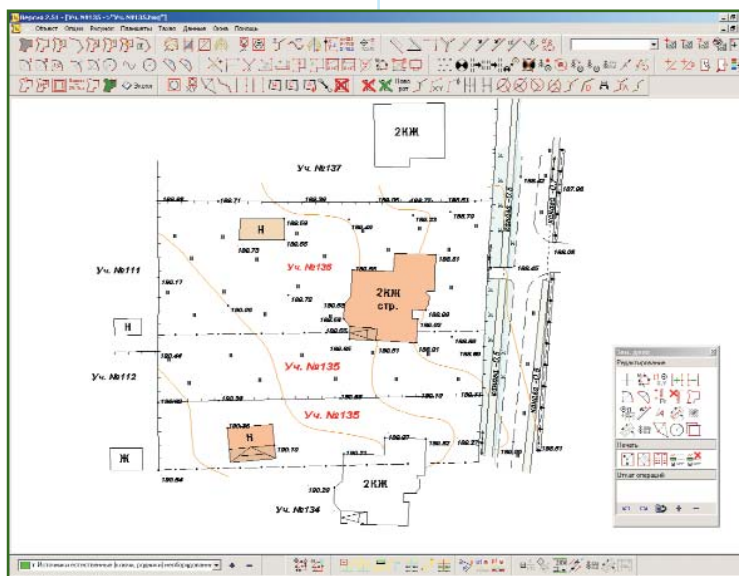


Программный комплекс «Версия» — результат многолетнего труда программистов отдела № 5 Московского центрального треста инженерно-строительных изысканий (МосЦТИСИЗ). В мае 2004 г. исполнилось 10 лет с момента создания ПК «Версия». Все эти годы он активно использовался на производстве и, собственно говоря, был создан для обеспечения нужд производства. За это время ПК применялся для создания баз данных по инвентаризации более десяти городов Московской области, нескольких округов Москвы, для введения крупномасштабных съемок дорожной сети Москвы и городов Подмосковья и по объему переработанной информации, наверное, вряд ли уступит какому-либо другому российскому программному продукту. При решении повседневных задач требовалась немалая гибкость ПК, обеспечивающая комплексный подход и возможность его дальнейшего развития. В результате удалось замкнуть многие процессы в рамках единого программного комплекса, который в конце 2000 г. был сертифицирован ФГУП ЦПС Госстроя России.

В настоящее время развитие ПК «Версия» продолжается, программа дополняется новыми модулями, которые расширяют его возможности. Создана бета-версия программного комплекса, в которую автоматически вошел модуль «Землеустроительное дело» (рис. 1). Фактически произошло объединение модулей «ЦММ», «Полевые измерения» и «Землеустроительное дело». Таким образом, у пользователей появилась возможность решать практически любые комплексные задачи, связанные с трансформированием растровых изображений, гори-

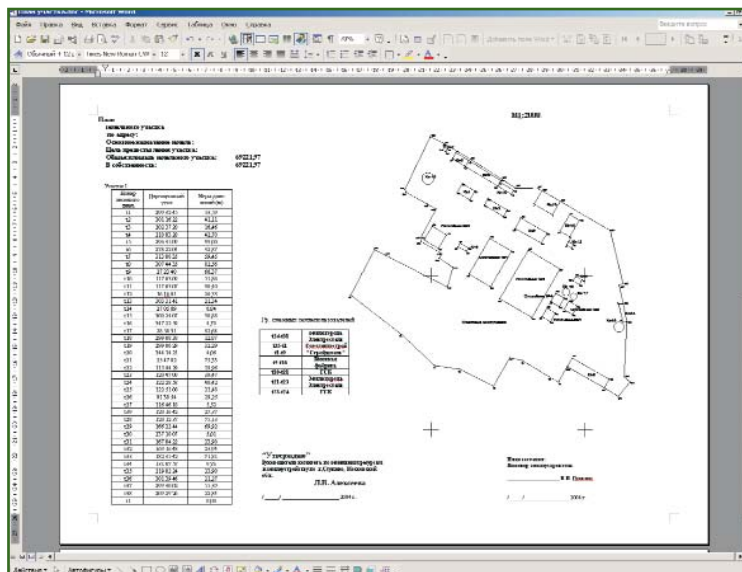
зонтальной съемкой, созданием качественных топографических материалов, выдачей ведомостей землеустроительных дел (с возможностью редактирования исходных выходных форм под требования заказчика) и ведением единой дежурной кадастровой карты без ограничения количества объектов.

Программа «Землеустроительное дело» создавалась в виде отдельного модуля на основе единой технологии, как программный продукт, входящий в комплекс для инженерно-строительных изысканий «Версия». Однако до настоя-



**Рис. 1**  
Рабочее окно бета-версии ПК «Версия» и панель управления модуля «Землеустроительное дело» (справа)





**Рис. 2**  
Пример оформления чертежа границ

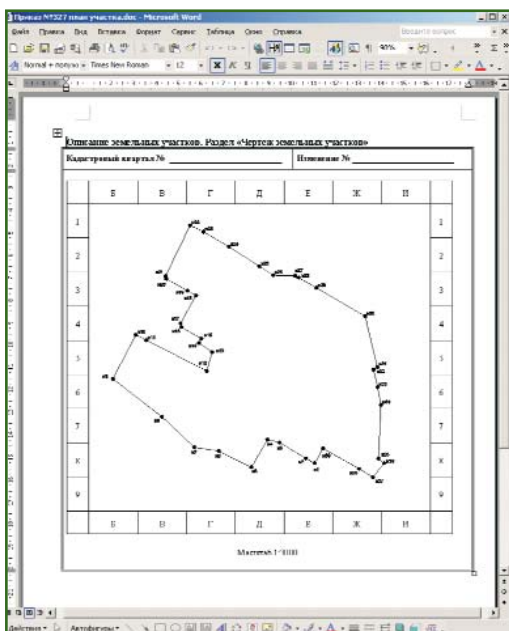
щего времени она предлагалась и использовалась в качестве самостоятельного модуля для формирования документов, представляемых в земельный комитет и кадастровую палату, включая документы, подготавливаемые в соответствии с приказом Росземкадастра от 2 октября 2002 г.

№ П/327. Причем формирование этих документов происходит «от и до» в одной программе, включая:

- уравнивание геодезического обоснования\* с построением схемы хода;
- обработку результатов полевых измерений\* (горизонтальная съемка) с построением ситуационного плана;
- вычисление площадей с учетом объектов недвижимости, обременений, красных линий, земельных участков с подразделением на постороннее пользование, отданных в аренду, находящихся во временном пользовании, отданных в постоянно наследуемое владение и находящихся в собственности;

— внесение в базу данных сведений об участке и формирование ведомостей «Чертеж границ» (рис. 2) и/или «Учетная карточка»;

— формирование кадастрового плана участков в границах кадастрового квартала для формирования ведомостей в соответствии с приказом № П/327 (рис. 3).



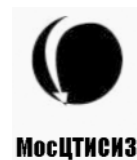
**Рис. 3**  
Пример чертежа земельного участка в границах кадастрового квартала

\* Программа имеет возможность импорта данных с электронных приборов.

Кроме того, программа имеет возможности ведения дежурного плана земельных участков и объектов недвижимости.

При использовании полной технологической цепочки МосЦТИСИЗ файлы, созданные в программном комплексе «Версия», можно было открыть в модуле «Землеустроительное дело» и выдать необходимые ведомости на уже полученные объекты. Однако такая комплектация была достаточно дорогостоящей, и модуль «Полевые измерения» входил как в программный комплекс, так и в программу «Землеустроительное дело». В бета-версии ПК «Версия» удалось исключить дублирование операций в отдельных программных модулях, достигнув за счет этого его приемлемой стоимости.

Следует отметить, что МосЦТИСИЗ предоставляет официальным пользователям программы бесплатное обучение и обновление версий нового программного продукта.



**МосЦТИСИЗ**  
121374, Москва,  
Можайское шоссе, 4  
Тел: (095) 443-80-85  
Факс: (095) 443-80-84  
E-mail: versia@sl.ru

#### RESUME

A beta-version of the «Versia» software package, including the Land Use record module, has been created. Users have got a possibility to simultaneously process the results of topographic survey and to issue sheets of the land use records as well as to keep a common duty cadastral map without limitation on the number of objects.

# ОБОРУДОВАНИЕ

▼ **Тестирование работы приемника GPS Smart 3100 IS и полевого контроллера Rescon**

Специалисты компании «GPScom» завершили тестирование работы приемника GPS Point Smart 3100 IS для кинематических съемок с использованием полевого контроллера TDS Rescon. Тестирование показало, что контроллер Rescon, с установленной на него программой Smart Controller, позволяет выполнять съемочные работы в режимах «Stop&Go» и «непрерывная кинематика» без сбоев. Т. е. приемник Smart 3100 IS и контроллер Rescon полностью совместимы.



**Н.В. Миловидов**  
(Компания «GPScom»)

▼ **Новый профессиональный геодезический приемник ГЛОНАСС/GPS GEO-161**

Приемник разработан и серийно производится ОАО «Российский институт радионавигации и времени», обладает военным и гражданским сертификатами. GEO-161 — 16-канальный одностатный приемник, выполненный в виде моноблока, снабженного пультом управления. Он работает в режиме All-In-View одновременно по спутниковым навигационным системам ГЛОНАСС и GPS.

Использование современных высокоэффективных методов обработки фазовых измерений позволяют не только обеспечить сантиметровую точность измерений, но и достичь высокой надежности и достоверности результатов. Средняя квадратическая ошибка определения длины базовой линии и относительных координат в режиме постобработки составляет:

— статика, быстрая статика, реокупация — 10 мм + 2 ppm;



- «Stop&Go» — 20 мм + 2 ppm;
- кинематика (с инициализацией) — 20 мм + 2 ppm;
- кинематика (без инициализации) — 0,5 м.

Приемник может эксплуатироваться при температуре от -40°C до +50°C.

**Российский институт радионавигации и времени**  
www.irt.ru, www.gntt.ru



тел.: (095) 684-2531, 280-9860  
факс: (095) 280-5314  
E-mail: gps@gts2000.ru  
www.gts2000.ru

ОН НЕ СОБЬЕТСЯ С КУРСА

НАВИГАТОРЫ ФИРМ «GARMIN» И «MAGELLAN».

- ✓ консультации по выбору моделей;
- ✓ широкий выбор моделей и аксессуаров;
- ✓ картографическое обеспечение;
- ✓ техническая поддержка;
- ✓ гарантийное обслуживание.





# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

## ▼ Программное обеспечение «Коммуникатор»

Программное обеспечение разработано компанией «Геосервисприбор», официальным дилером фирмы Sokkia (Япония) в России, и предназначено для обмена данными между электронными при-



борами Sokkia и персональным компьютером. В отличие от ПО ProLINK, «Коммуникатор» обеспечивает корректную работу с любой версией операционной системы Windows, поддерживает русский язык, имеет файл справки и интуитивно понятный интерфейс. Программа позволяет импортировать файлы формата SDR и экспортировать — в форматы SDR и

TXT. Дистрибутив состоит из одного файла объемом 758 Кбайт, а после установки объем программного продукта составляет 1,12 Мбайт. «Коммуникатор» входит в комплект любого электронного тахеометра или нивелира и бесплатно поставляется клиентам, использующим ПО ProLINK.

**И.Г. Липин**  
(«Геосервисприбор»)

# ДАННЫЕ

## ▼ Атлас космических снимков для школьников и студентов

На сайте НП «Прозрачный мир» размещена обновленная версия Атласа космических снимков для школьников и студентов. Атлас содержит около 100 изображений Земли из космоса различного пространственного разрешения — от низкого (около 4 км) до высокого (6 м). Приведены снимки со спутников NOAA, Метеор 3-5, Ресурс-01, Метеор-3М, Terra, Landsat, IRS.

Снимки разделены на разделы: «Природные объекты», «Природные процессы» и «Экологические проблемы». Пополнение атласа осуществляется ежемесячно.

**НП «Прозрачный мир»**  
[www.transparentworld.ru](http://www.transparentworld.ru)

## ▼ Новый сервис «Яндекса» — поиск по географическим картам

27 августа 2004 г. на сайте [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru) появился новый сервис «Яндекс.Карты» (<http://maps.yandex.ru>), который позволяет получить ссылку на нужный фрагмент карты на сайте, запросив в поисковой строке городской адрес или название населенного пункта.

В настоящее время на сайте представлены подробные карты Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга, Киева, России и Европы. Детализация до дома на картах городов позволяет искать точные адреса. Карта Европы содержит населенные пункты с населением от 1 тыс. человек,

а на карте России можно обнаружить даже «яранги совхоза Певек» и «реку Мевтынглемынг».

Картографические материалы и программное обеспечение для сервиса «Яндекс.Карты» предоставлены компанией «Резидент», с 1993 г. специализирующейся в области географических информационных систем.

На сервисе «Яндекс.Карты» доступны поиск и навигация не только по адресам, но и по объектам. Карты городов имеют тематические слои, на которых по выбору пользователя отображаются кинотеатры, музеи, поликлиники, стадионы и другие объекты.

**Пресс-релиз**  
**компании «Яндекс»**

**РЕНТАХ**



R-315 R-315N  
R-322 R-322N  
R-323 R-323N  
R-325 R-325N  
R-326

**ТАХЕОМЕТРЫ СЕРИИ R-300**

-  **3-х**  
Система автоматической фокусировки.
-  **5.2 кг**  
Малый вес прибора.
-  **IPX6**  
Высокий уровень влагозащитности.
-  **-20° +50°**  
Полная температурная.
-  **7500**  
Внутренняя память прибора.
-  **24 ч**  
Бесперывной работы.
-  **30-х**  
Увеличение зрительной трубы.
-  **до 180 м**  
Измерение в безотражательном режиме.
-  **240—96 px**  
Алфавитно-цифровая панель.

**225700 руб. СНИЖЕНИЕ ЦЕН НА 5%! ...и подарок!**

НПЦ «ГеоТрейд»  
официальный дилер Pentax.  
Тел./факс: +7 095 361 9595, 9959  
[www.geo-trade.ru](http://www.geo-trade.ru), [sales@geo-trade.ru](mailto:sales@geo-trade.ru)



# СОБЫТИЯ

## XX Конгресс Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования — ISPRS (Стамбул, Турция, 12–23 июля 2004 г.)

В период подготовки Конгресса ISPRS с 22 по 27 мая 2004 г. Россию по приглашению Регионального общества содействия развитию фотограмметрии и дистанционного зондирования (РОФДЗ) посетил профессор Джон Триндер (президент ISPRS в 2000–2004 гг.). Его приезд в Москву совпал с юбилейными мероприятиями, посвященными 225-летию землеустроительного, геодезического и картографического образования в России.

Во время визита Д. Триндер посетил Центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, Роскартографию, ФГУП «Госземкадастр-съемка» (ВИСХАГИ), ГосНИИ авиационных систем, компанию «Ракурс», а также кафедру фотограмметрии МИИГАиК, где познакомился с учебными и научными лабораториями.

Для участников XX Конгресса ISPRS редакция журнала «Геопрофи» совместно с РОФДЗ и компаниями «Ракурс», «КосмосНТ» и «СканЭкс» подготовила специальный выпуск сборника «GEOPROFI.RU» на английском языке ([www.geoprofi.ru/geoprofiru/Referat\\_835\\_43.aspx](http://www.geoprofi.ru/geoprofiru/Referat_835_43.aspx)). Сборник включает интервью с президентом РОФДЗ Ю.С. Тюфлиным, итоги визита Д.Триндера в Москву, рефераты статей, опубликованных в журнале «Геопрофи» в 2003 г. и другие материалы.

В работе XX Конгресса кроме официальных делегаций из России (Российский комитет по участию в деятельности Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования и РОФДЗ) приняли участие представители государственных и коммерческих организаций, работающих в области фотограмметрии и обработки данных дистанционного зондирования Зем-

## Ю.С. Тюфлин (президент РОФДЗ) об истории создания общества и участии России (СССР) в деятельности ISPRS:

«В 1998 г. в России впервые была создана общественная, а не государственная организация, в области фотограмметрии — РОФДЗ, которая объединила специалистов государственных, коммерческих и общественных организаций. Инициатива исходила от группы московских ученых и специалистов.

Высшим органом Общества является общее собрание его членов, а постоянно действующим руководящим органом РОФДЗ является Президиум Общества, в который кроме Президента входят вице-президент С.А. Кадничанский, исполнительный директор А.В. Мельников и члены Президиума С.Ю. Желтов, В.К. Львов, А.П. Михайлов и А.Г. Чибуничев.

Главной целью РОФДЗ является содействие во внедрении новых технологий и разработок в производственные процессы, развитие деловой активности, укрепление деловых связей между государственными, коммерческими и общественными организациями в России и за рубежом, расширение областей применения фотограмметрии и дистанционного зондирования. Общество старается не зависеть от корпоративных интересов отдельных ведомств, организаций и групп, и в то же время члены Общества, работающие в той или иной организации, могут представлять и отстаивать интересы своих организаций.

В настоящее время Общество объединяет не только фотограмметристов, но и специалистов, работающих в смежных областях, таких как вычислительная математика, компьютерная графика, машинное зрение, виртуальная реальность и т. д.

Нашу страну, представленную в ISPRS, можно отнести к ветеранам. Впервые делегация от СССР приняла участие в XI Конгрессе Международного общества фотограмметрии (ISP), который проходил в 1968 г. в Лозанне (Швейцария). Участие нашей делегации в работе Конгресса предшествовало созданию Национального комитета фотограмметристов СССР (НКФ), в который входили представители министерств и ведомств страны, имеющих отношение к фотограмметрии и аэрофотосъемке. Первым Председателем НКФ и руководителем делегации на Конгрессе был Л.А. Кашин. В последующий период СССР, а затем и Россия участвовали во всех Конгрессах и ряде симпозиумов Общества. Стало традицией посещение нашей страны руководством ISPRS и крупными зарубежными учеными, а отечественные ученые, особенно в 1970–1980-е гг. активно участвовали в работе руководящих органов ISPRS. В 1976 г. И.Т. Антипов на период с 1976 г. по 1980 г. был избран президентом технической комиссии III ISP «Математическая обработка данных», а в 1978 г. в Москве в Политехническом музее был проведен симпозиум «Повышение точности фотограмметрических построений». Председателем оргкомитета от НКФ был назначен Л.А. Кашин. В работе симпозиума приняли участие почти все ведущие специалисты нашей страны и известные иностранные ученые, со многими из них завязались дружеские отношения, которые поддерживаются и до сих пор. На этом симпозиуме Ф. Дойлем было предложено изменить название общества и на XIV Конгрессе в 1980 г., оно было переименовано в Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS). На этом же конгрессе на период с 1980 г. по 1984 г. вторым вице-президентом Общества был избран И.Т. Антипов. В этот период с участием И.Т. Антипова и НКФ СССР был пересмотрен устав общества и подготовлен многоязычный словарь по фотограмметрии и дистанционному зондированию. С 1987 г. по 2000 г. НКФ возглавлял А.А. Дrajнюк. В настоящее время Национальный комитет фотограмметристов переименован в Российский комитет по участию в деятельности Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования и его возглавляет В.Ф. Хабаров.

РОФДЗ в июле 2000 г. было принято в ассоциированные члены ISPRS, получило соответствующий Сертификат признания, и совместно с Российским комитетом по участию в деятельности Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования представляло Россию на XIX Конгрессе ISPRS в Копенгагене в 2000 г.»

**Из выступления Джона Триндера (президент ISPRS в 2000–2004 гг.) на расширенном заседании Ученого совета МИИГАиК 24 мая 2004 г.:**

«В настоящее время во всем мире фотограмметрия и дистанционное зондирование переживают период интенсивного развития. Новые разработки позволяют увеличить диапазон регистрации данных и улучшить качество изображений, полученных наземными и аэрокосмическими средствами, и, тем самым, существенно расширить возможности использования этих данных. До сих пор не утихают споры о том, какие изображения лучше — полученные традиционными аэрофотокамерами или цифровыми, и каково будущее пленочных изображений в фотограмметрии, каковы перспективы использования спутниковых изображений высокого разрешения, а также возможности применения лазерного сканирования для решения топографических задач и совместного использования этих данных и изображений, полученных традиционными средствами. Появление новых технологий существенно расширяет круг решаемых прикладных задач и позволяет создавать новые продукты».

ли. Среди 60 участников выставки, которая проходила во время Конгресса, были компании из России («Совинформспутник», Компания «Геокосмос» и фирма «Ракурс») и Украины (НПП «Геосистема», Винница). Причем, Компания «Геокосмос» и фирма «Ракурс» участвовали в выставке впервые, а НПП «Геосистема» принимает в ней участие с 1996 г.

Вклад России в развитие фотограмметрии и дистанционного зондирования Земли был отмечен одной из почетных наград ISPRS — «Наградой Самуэла Гэмбала», учрежденной в 1988 г. Канадским институтом геоматики. Этой награды был удостоен ректор МИИГАиК профессор В.П. Савиных.

Итоги XX Конгресса ISPRS подводить рано, прошло еще немного времени, а объем информации достаточно велик. Вероятно, предстоит еще ни одна публикация, посвященная различным направлениям, обсуждавшимся на конгрессе.

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

*В этом номере первыми впечатлениями делятся участники конгресса и выставки Е.М. Медведев (Компания «Геокосмос») и С.В. Олейник (НПП «Геосистема»).*

▼ **Е.М. Медведев, директор по науке Компании «Геокосмос»**



На XX Конгрессе ISPRS лазерной локации, вообще, и проблеме выделения поверхности истинного рельефа по лазерно-локационным данным, в частности, было уделено достаточно серьезное внимание. На эту тему был проведен специальный семинар. Ход дискуссии еще раз подтвердил основные тенденции развития программного и алгоритмического обеспечения по этому направлению.

Прямое заимствование из геодезии методов развития триангуляционных сетей для описания поверхности рельефа в настоящее время все больше уступают место алгоритмам со значительной аналитической составляющей, в которых активно используются методы анализа пространственного спектра и математической статистики. Чисто эвристических методов становится все меньше. Полагаю, что эта тенденция является, прежде всего, выражением возросшей производительности авиационных методов, вследствие чего спектральные (речь идет о пространственном спектре) свойства поверхностей могут быть представлены по результатам лазерно-локационной съемки существенно более полно и достоверно. Это обстоятельство создает условия для эффективного применения к изучаемым поверхностям теоретически хорошо развитых методов спектрального анализа, таких как Фурье анализ или вейвлет анализ.

Другой заметной тенденцией является следующая: анализ данных лазерно-локационной съемки вполне заслуживает статуса прикладной математической дисциплины с устоявшимися методологией и терминологией. Следует отметить, что эта дисциплина предлагает комплексное (взаимосвязанное и даже, пожалуй, неразделимое) решение по выделению главных компонентов сцены — земли, растительности и зданий. Любопытно проанализировать этимологию названий трех основных категорий обсуждаемой прикладной дисциплины, выражающих движение от аморфного облака лазерных точек к геоинформационной модели сцены наблюдения:

- DEM (Digital Elevation Model) — цифровая модель возвышений;
- DSM (Digital Surface Model) — цифровая модель поверхности;
- DTM (Digital Terrain Model) — цифровая модель рельефа.



Использование этих категорий можно прокомментировать следующим образом. Обработка множества собранных лазерно-локационных данных начинается с построения общей модели возвышений, представляющей смесь разнородных объектов сцены. Последующие стадии обработки по существу являются процессом выделения различных моделей поверхностей, представляющих те или иные значимые компоненты — здания, окружающая растительность, водоемы и др. Одна из важнейших стадий такой обработки — построение цифровой модели рельефа, которую получают из DEM путем удаления компонентов, не имеющих отношения к рельефу.

▼ **С.В. Олейник, заместитель директора НПП «Геосистема»**



На конгрессе были представлены четыре цифровых камеры. К уже известным DMC от Z/I Imaging (США) и ADS-40 от Leica Geosystems (Швейцария) добавились UltraCam от Vexcel (Австрия — США) и 3-DAS, разработанная НПП «Геосистема» и Wehrli and Associates (США). DMC и UltraCam — кадровые камеры, которые создают снимок центральной проекции из множества ПЗС-матриц. ADS-40 и 3-DAS являются сканирующими камерами с тремя линейными сенсорами (задний обзор, надир, передний), работающими по принципу спутниковых.



НПП «Геосистема» демонстрировало:

— цифровую фотограмметрическую станцию для триангуляции со стереозэкраном без штурвалов;

— цифровую фотограмметрическую станцию стереосоставления со стереоскопом и штурвалами.

Также были представлены фотограмметрический сканер-автомат DeltaScan-5 и цифровая сканирующая камера 3-DAS.

▼ **Компания «Геокосмос» выиграла тендер на поставку оборудования Trimble для ОАО «ТНК-Нижневартовск»**



9 августа 2004 г. Компания «Геокосмос» была объявлена победителем открытого тендера на поставку оборудования Trimble для ОАО «ТНК-Нижневартовск». На момент закрытия тендера предложения поступили от 7 компаний-поставщиков геодезического оборудования. Решением конкурсной комиссии ОАО «ТНК-Нижневартовск» условия поставки, предложенные компанией «Геокосмос», были признаны наилучшими.

В рамках заключенного контракта компания «Геокосмос» в 2004 г. поставит для ОАО «ТНК-Нижневартовск» партию комплектов приемников GPS Trimble 5700 и ряд других геодезических приборов. ОАО «ТНК-Нижневартовск» планирует использовать это оборудование для маркшейдерских работ при эксплуатации объектов обустройства нефтяных месторождений.

**Пресс-релиз  
Компании «Геокосмос»**

▼ **IV Международный семинар пользователей системы РНОТОМОД (Минск, Белоруссия, 7–10 сентября 2004 г.)**

Семинар собрал более 100 участников из 19 стран. Организаторами семинара выступила компания



«Ракурс» при поддержке Комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Республики Беларусь. В ходе семинара были заслушаны доклады представителей компании «Ракурс», пользователей и партнеров компании. С приветственным словом к участникам семинара обратился председатель Комитета по земельным ресурсам Г.И. Кузнецов. Было представлено 27 докладов по основной теме семинара «Цифровые фотограмметрические

технологии и их использование в различных приложениях».

Как всегда, в рамках учебного класса участники семинара получили возможность подробнее ознакомиться с обновленной версией программы РНОТОМОД, с программными продуктами «Панорама», а также задать вопросы их разработчикам.

Гости семинара приняли активное участие в культурно-развлекательной программе, включавшей спортивные мероприятия, банкет, экскурсии по городу и посещение музея материальной культуры «Дудутки».

**Г.В. Сапрыкина**  
(«Ракурс»)

▼ **Открыт филиал НПП «Навгеоком» в Санкт-Петербурге**



13 сентября 2004 г. состоялось открытие филиала «Навгеоком Северо-Запад» в Санкт-Петербурге. Предприятие будет выполнять поставку геодезической техники, а также оказывать услуги по технической поддержке: консультации, помощь в обработке данных, информирование о новых программных и аппаратных средствах, рассылку новых версий программного обеспечения. Компания надеется, что работа филиала позволит снизить сроки поставки оборудования и сделать техническую поддержку более доступной.

Адрес: 199178, Санкт-Петербург, 11-я линия Васильевского острова, 66А, офис 486

Тел: (812) 325-47-76, 325-47-79  
E-mail: spb@agr.ru

Контактное лицо: Филиппов Юрий Валентинович

Следует отметить, что это уже второй филиал НПП «Навгеоком». 25 мая 2004 г. в Краснодаре был открыт Филиал «Навгеоком — Кубань».

Адрес: 350004, Краснодар, ул. Кророткина, 50, офис 401

Тел: (8612) 64-36-66  
E-mail: kuban@agr.ru

Контактное лицо: Белкин Владимир Александрович

**НПП «Навгеоком»**  
www.agr.ru



▼ Презентация интегрированной геодезической системы компании Leica Geosystems в России



7–8 сентября 2004 г. в Москве и 9–10 сентября 2004 г. в Новосибирске была

представлена новая система Leica System 1200, включающая: спутниковый приемник Leica GPS1200, электронный тахеометр Leica TPS1200, контролер и программное обеспечение Leica Geo Office. Презентация была подготовлена дочерним предприятием компании Leica Geosystems (Швейцария) — ООО «Лейка Геосистемз».

На презентацию были приглашены руководители крупных предприятий, выполняющих геодезические, землеустроительные, картографические и маркшейдерские работы; представители высших и средних специализированных учебных заведений; компаний, поставляющих геодезическое оборудование; периодических изданий по геодезии, картографии и ГИС. В частности, в Москве на презентации присутствовал руководитель Роскартографии, управляющий ГУП «Мосгоргеотрест», главный инженер ФГУП «Госземкадастръемка» (ВИСХА-ГИ), ректор МИИГАиК и др.

Открывая презентацию, вице-президент Leica Geosystems Джон Вуд ознакомил участников с направлениями работы, оборудованием и технологиями компании. Он отметил, что с 2004 г. руководство компании Leica Geosystems принципиально изменило политику на российском рынке. В связи с этим в марте 2004 г. было открыто дочернее предприятие компании в Москве, которое возглавил В.Н. Гулин; разрабатываются специальные ценовые предложения для российских потребителей гео-



дезического оборудования.

Генеральный директор ООО «Лейка Геосистемз» В.Н. Гулин, выступая на презентации, отметил, что задача созданного предприятия не продавать оборудование, а осуществлять координационную работу, знакомить российских потребителей с новыми техническими возможностями, в первую очередь, геодезического оборудования фирмы Leica Geosystems, а также осуществлять продвижение оборудования через дилерскую сеть. В настоящее время дилерами геодезического оборудования являются «Фирма Г.Ф.К.», «Геометр» и «Стройлазер»; оборудования по трехмерному сканированию — «Фирма Г.Ф.К.» и «Геостройизыскания»; аэрофотосъемочного оборудования и программных средств визуализации пространственных данных — «ДАТА+».



На презентации с подробным сообщением выступил региональный директор по развитию рынка Leica Geosystems Кен Смайли. Он отметил, что Leica System 1200 объединяет на программно-аппаратном уровне спутниковые геодезические приемники, электронные тахеометры, средства управления приемником и тахеометром и программное обеспечение. В частности, в приемнике и электронном тахеометре используются единые интерфейсы и формат хранения информации, одинаковые прикладные программы и взаимозаменяемые аксессуары. Программное обеспечение Leica Geo Office позволяет:

— обрабатывать данные, получаемые со спутниковых приемников, электронных тахеометров и нивелиров;

— управлять, просматривать и редактировать данные;



— трансформировать координаты;

— выполнять совместное выравнивание данных, получаемых со спутниковых приемников, электронных тахеометров и нивелиров;

— осуществлять экспорт и импорт данных в САПР, ГИС и другие картографические системы.

Как приемники GPS, так и электронные тахеометры вобрали в себя последние достижения в области геодезического приборостроения. Серия спутниковых приемников GPS1200 включает четыре модификации и имеет принципиально новую систему быстрого захвата спутников — SmartTrack, запатентованную Leica Geosystems. Серия электронных тахеометров TPS1200 включает семь модификаций, четыре из которых имеют безотражательный дальномер с дальностью измерений до 500 м и более, а пять имеют сервоприводы с автоматизированным дистанционным управлением.



Во время презентации ее участники смогли не только задать вопросы разработчикам и поставщикам системы, но и увидеть приборы в работе, благодаря сотрудникам ООО «Лейка Геосистемз» и «Фирма Г.Ф.К.».

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

Данной публикацией открывается серия статей, посвященных новой разработке Компании «Геокосмос» — программному комплексу ALTEXIS версии 2.0, предназначенного для топографической обработки лазерно-локационных и цифровых аэрофотосъемочных данных. Программный продукт подготовлен творческой группой под руководством Е.М. Медведева, которая на протяжении последних 7 лет является одной из самых заметных в этой области как в России, так и за рубежом. Предлагаемая серия публикаций призвана познакомить читателей с технологическими возможностями программного комплекса и рассказать о его применении в геодезии, аэросъемке, картографии, а также в инженерных изысканиях.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ALTEXIS ВЕРСИИ 2.0\*

### ▼ Термины и определения

Программный комплекс ALTEXIS представляет собой семейство программ, ориентированных на обработку следующих основных видов данных:

— лазерно-локационных данных в виде дискретного множества лазерных точек;

— растровых двумерных прямоугольных изображений (в первую очередь, цифровые аэрофотоснимки) с выраженными фотограмметрическими свойствами, т. е., для которых возможно вы-

полнить абсолютное ориентирование в геодезическом пространстве и геопозиционирование. Кроме аэрофотоснимков могут быть использованы тепловизионные (инфракрасные) и спектральные изображения, и, в принципе, любые другие изображения.

Кроме основных видов данных в ALTEXIS могут быть загружены и обработаны данные дополнительных видов. Полная информация по всем видам данных, поддерживаемых программным комплек-

сом ALTEXIS, приведена в табл. 1.

В табл. 2 представлены сведения об основных терминах, используемых при описании работы программного комплекса ALTEXIS.

Структура программных средств семейства ALTEXIS приведена в табл. 3.

Работа в программной среде ALTEXIS основана на использовании концепции проекта. Представим необходимые определения:

— проект — логически целостная совокупность топо-

Виды данных, поддерживаемых программным комплексом ALTEXIS

Таблица 1

Виды данных	Пояснения
<b>Лазерно-локационные данные</b>	
Point	Первичные (нерегулярные) лазерные точки, включая интенсивность отражения
Regular	Регулярные лазерные точки, включая интенсивность отражения
<b>Топографические данные</b>	
TIN	Триангуляционная модель поверхности «истинной земли»
GRID	Регулярная модель «истинной земли» и растительности
Аэрофотоснимки	Ортотрансформированные и геопривязанные цифровые аэрофотоснимки
Навигационные данные	Пилотажно-навигационные параметры, используемые для оценки качества пилотирования
Векторные объекты	Векторное представление географических объектов, в том числе ЛЭП
<b>Дополнительные виды данных</b>	
Map	Растровые топографические карты
Table	Атрибутивные (символьные, числовые) данные в виде таблиц, характеризующие векторные объекты
Tower Model	Каркасные модели опор ЛЭП

\* Материал предоставлен Компанией «Геокосмос».

Основные термины, используемые при описании работы ALTEXIS

Таблица 2

Термин	Значение
Лазерная точка	Набор данных, соответствующих одному отражению зондирующего луча. Включает координаты места отражения X, Y, Z, интенсивность отражения I и время Time, когда это отражение имело место
Лазерно-локационные (лазерные) данные	Совокупность лазерных точек, полученных в ходе съемки
Проход	Связный фрагмент лазерно-локационных данных, полученных за одно включение сканера
Навигационная марка	Точка положения носителя (координаты и углы поворота)
Траектория	Путь в пространстве, вдоль которого происходило движение носителя в процессе съемки
Аэрофотоснимок	Фотографическое изображение земной поверхности в цифровой форме, полученное в ходе проведения аэросъемки совместно с лазерными данными
Мозаика	Совокупность геопривязанных аэрофотоснимков
GPS-время	Значение времени, полученное с использованием GPS-технологии
Слой данных	Совокупность данных, объединенных по логическому признаку
Объект ЛЭП	Векторизованные объекты, представляющие компоненты линий электропередач, такие как опора, провод/трос, точка подвески
Топографический объект	Векторизованные объекты, для описания формы произвольных топографических (географических) объектов
Атрибутивная информация	Числовая и символьная информация о векторных объектах
ЦМР	Цифровая модель рельефа. Моделирует трехмерную поверхность земли
ТИН модель рельефа	Нерегулярная триангуляционная сеть. Используется для представления поверхностей в трехмерном пространстве
ГРИД модель поверхности	Описание поверхности с помощью регулярной сетки с равными промежутками между ячейками (растровая ЦМР)

Структура программных средств семейства ALTEXIS

Таблица 3

Программы	Назначение
Constellation	Ядро
Off-Setter	Измерение выставочных параметров
Flight Control	Контроль качества пилотирования (в последней версии оформлен как модуль в Constellation)
PhotoFly	
DCRCConverter Georef	Обслуживание процесса цифровой аэрофотосъемки
Calibry	Измерение выставочных параметров фотокамеры
Projection	Ортотрансформирование

графических и атрибутивных данных, обрабатываемых в текущем сеансе;

— группа — совокупность окон (видов), определенных в некоторой точке географического пространства;

— окно — изображение фрагмента пространственных данных в плановой, профильной или трехмерной проекциях;

— слой — совокупность

однородных данных, объединенных по логическому признаку.

#### ▼ Ввод данных

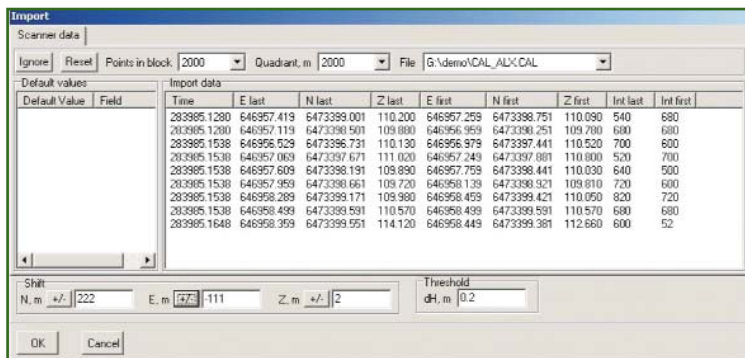
##### Форматы данных

Программный комплекс ALTEXIS обеспечивает ввод и обработку лазерно-локационных (ЛЛ) данных, получаемых с помощью аппаратуры ведущих мировых производителей — Optech, Inc. (Канада), Leica Geosystems (Швейцария),

ToroSys (Германия) и др. Для этой цели разработан гибкий интерфейс импорта ASCII-данных, обеспечивающий ручную настройку на любой формат (рис. 1). Так, могут быть введены данные с произвольным количеством откликов для каждого зондирующего импульса, а каждая используемая лазерная точка — обеспечена как координатами, так и значением интенсивности отраженного импульса. Предусмотрена возможность ввода данных только на выбранную территорию, или только данных, полученных в определенном временном интервале.

Возможен ввод данных с прореживанием, а также с некоторым постоянным сдвигом на произвольный, заданный оператором, вектор в пространстве. Также предусмотрено большое ко-





**Рис. 1**  
Импорт данных

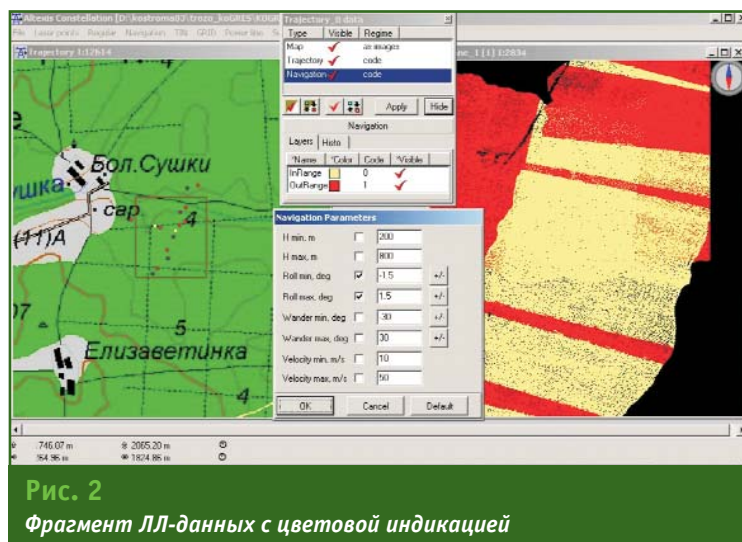
личество настраиваемых фильтров, решающих две основные задачи — исключение неинформативных лазерных точек и преодоление возможных ошибок в формате представления исходных данных (оборванные или склеенные строки, недопустимые значения координат, не монотонность временного представления и др.).

Имеется возможность импорта данных, представленных в формате международного стандарта LAS. В результате выполнения операции импорта, первичные лазерно-локационные данные преобразуются во внутренний формат ALTEXIS — бинарный файл ALX-типа, который, как правило, в 5–7 раз компактнее соответствующего файла с исходными данными.

**Контроль качества данных**

В программном комплексе ALTEXIS используется категория «модель сенсора», которая предполагает полностью форматированное описание геометрических и временных соотношений, характеризующих взаимное положение и взаимодействие компонентов, участвующих в образовании лазерно-локационных данных, — GPS (ГЛОНАСС) антенны, сенсора IMU, сканирующего зеркала (призмы), циф-

ровой камеры. Такой подход применим при использовании лазерно-локационной аппаратуры всех ведущих произ-



**Рис. 2**  
Фрагмент ЛЛ-данных с цветовой индикацией

водителей. Введение категории «модель сенсора» позволяет значительно повысить качество метрологического обеспечения процесса обработки данных съемки. С использованием «модели сенсора» выполняются такие важные процедуры, как калибровка сканирующего блока, уравнение маршрутов (при выполнении многомаршрутной съемки), уточнение аэросъемочных данных по наземным реперным точкам, а также геопривязка цифровых аэроснимков.

Одним из полезных приложений категории «модель

сенсора» является процедура контроля качества пилотирования и достоверности собранных ЛЛ-данных, реализованная в ALTEXIS в виде отдельного модуля. Благодаря описанному выше подходу, каждая лазерная точка обеспечена полным набором элементов внешнего ориентирования, а также информацией о времени совершения дальнометрического измерения, что позволяет оценить GPS-обстановку и статус инерциальной системы в этот момент.

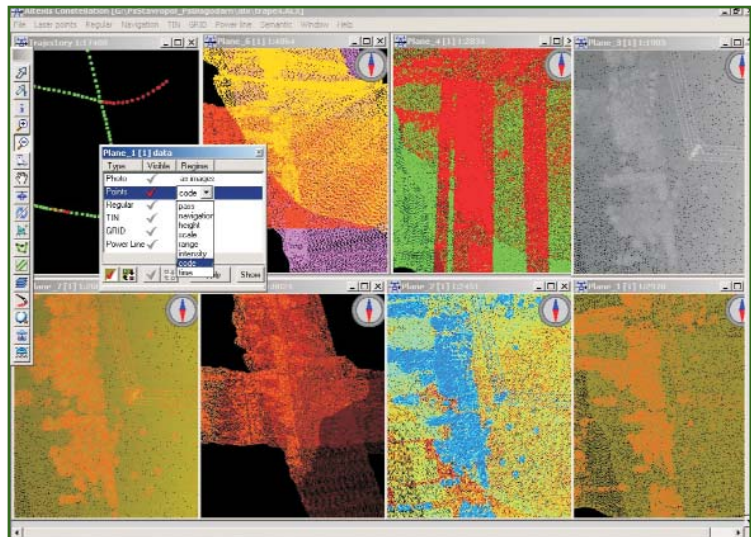
ALTEXIS предлагает информационно-поисковую систему, позволяющую выделить фрагменты траекторий и ЛЛ-данных со значением любого пилотажно-навигационного параметра, выходящим за заданные границы.

На рис. 2 изображен фрагмент реальных ЛЛ-данных с цветовой индикацией, выражающей результаты выполнения информационно-поисковой операции. Красным цветом показаны точки, полученные при недопустимо большом значении бокового крена летательного аппарата. В левой части рис. 2 показана цифро-

вая, геопривязанная топографическая карта, используемая для удобства оператора. На фоне карты выведена траектория движения носителя и рамка, соответствующая текущему плановому виду.

### Представление данных

Большое внимание в программной среде ALTEXIS уделено выразительности представления данных. Все виды данных могут быть представлены в произвольном масштабе и проекции (план, профиль, изометрия). Общее количество видов, открытых для произвольного фрагмента данных, не ограничивается. Графический интерфейс поддерживает произвольную ориентацию линии визирования (с удалением невидимых компонентов), все виды сечений, выделение коридоров при визуализации. Активно используются методы цветного кодирования лазерных точек и других видов данных.



**Рис. 3**  
Примеры представления ЛЛ-данных

Используются следующие критерии цветового кодирования:

- геодезическая высота лазерной точки;
- номер прохода (маршрута);
- интенсивность отраженного импульса;
- результаты выполнения

информационно-поисковой операции;

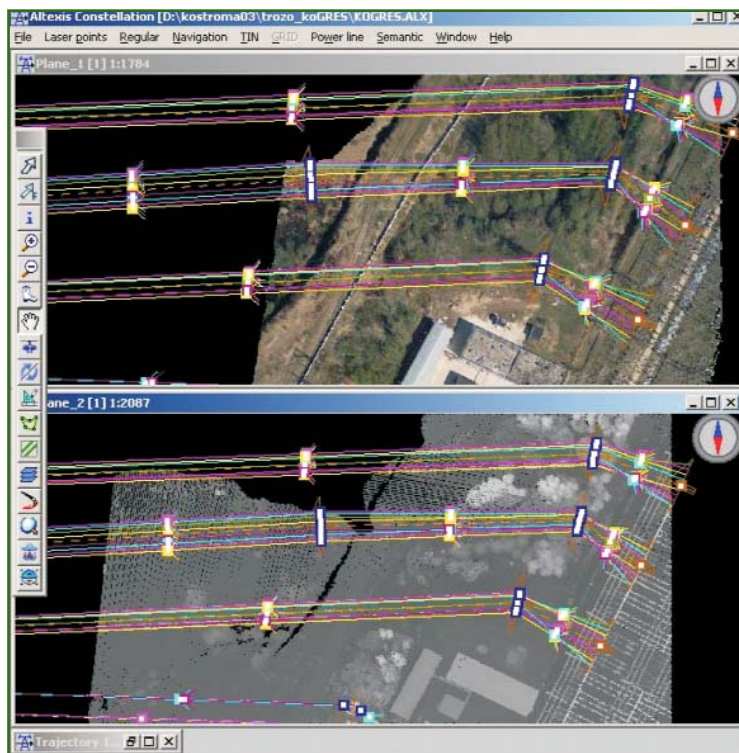
- семантическая принадлежность (к объекту) лазерной точки и др.

Примеры представления данных в программной среде ALTEXIS приведены на рис. 3.

### Представление аэрофото-съемочных данных

Благодаря использованию описанной выше модели сенсора в программном комплексе обеспечивается 100% автоматизация процесса ортотрансформирования и геопозиционирования цифровых аэрофотоснимков, получаемых параллельно с ЛЛ-данными в ходе аэросъемки. Качество геопозиционирования аэроснимков (верхняя часть рис. 4) сопоставимо по уровню геодезической точности с ЛЛ-данными (нижняя часть рис. 4). Это создает благоприятные условия для параллельного использования обоих видов данных для камерального дешифрирования и выделения контуров. Поддерживается режим стереоскопического наблюдения.

*Продолжение следует*



**Рис. 4**  
Аэрофотосъемочные и ЛЛ-данные



# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

**В.Я. Лобазов** (НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК)

В 1980 г. окончил факультет геодезии МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института до 1989 г. служил в 29-м НИИ МО РФ. В 1989–1990 гг. работал научным сотрудником ГИПРОЦВЕТМЕТ. С 1992 г. по настоящее время — руководитель НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК.

**Н.В. Лукина** (НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК)

В 2004 г. окончила факультет геодезии МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». В настоящее время — инженер НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК.

## ▼ Немного истории

Первые работы по наблюдению за деформациями соборов и памятников архитектуры Московского Кремля были начаты в конце 1930-х гг. Для сохранения уникальных сооружений требовалось изучить деформацию оснований памятников, собрать и обобщить полученные материалы, составить прогноз развития деформационных процессов, разработать конкретные мероприятия по сохранению объектов.

Необходимость оперативных действий, направленных на спасение исторических памятников, была вызвана, прежде всего, тем, что в середине XX века изменился гидрологический режим территории Московского Кремля. Процесс гниения дубовых свай, составляющих основу фундаментов объектов, ускорился и стал неравномерным. Это привело к активизации деформационных процессов зданий и сооружений.

Однако регулярные систематические наблюдения за объектами историко-культурного комплекса стали возможными лишь в 1950-е гг., когда для анализа за деформациями зданий и сооружений во внутренние и внешние стены зданий были ус-

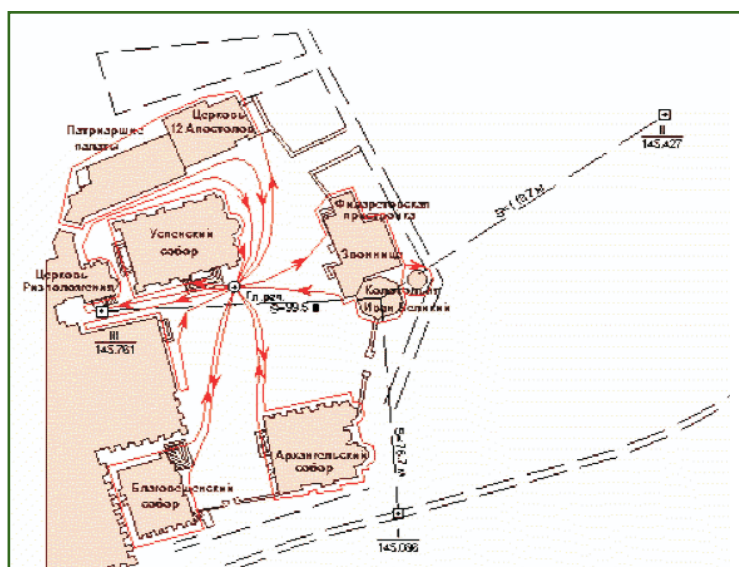
тановлены высотные марки и начаты периодические наблюдения за вертикальными деформациями оснований и наклоном Колокольни Ивана Великого.

Основой для наблюдений являлись фундаментальный репер, заложенный на Соборной площади, и три плановых центра (рис. 1).

В разные годы состояние исторических объектов Московского Кремля контролировали Мосгоргеотрест и НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова.

## ▼ Постановка задачи

В конце 1990-х гг. Московский государственный университет геодезии и картографии заключил договор с дирекцией Государственного историко-культурного музея-заповедника «Московский Кремль», в рамках которого специалисты НИЦ «Геодинамика» начали выполнять наблюдения за осадками фундаментов исторических зданий и сооружений Московского Кремля и обобщили сохранившиеся материалы наблюдений прошлых лет.



**Рис. 1**  
Общая схема нивелирных ходов на Соборной площади Московского Кремля

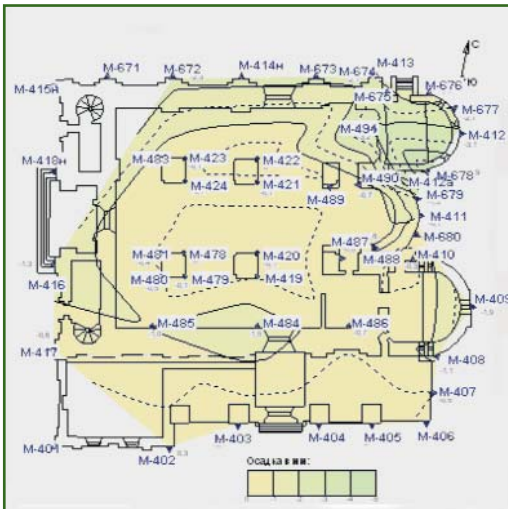


Рис. 2

Осадка Архангельского собора  
за период 1988–1998 гг.

Доверие, оказанное центру, было не случайным. Построение геодинимических сетей Москвы и Красноярска, успешно выполненное учеными, стало базой для создания локальных геодинимических полигонов в зонах расположения крупных природных и искусственных инженерных объектов. Пригодился уникальный опыт организации и проведения систематических натурных наблюдений на Загорской ГАЭС, включая сбор и обработку данных, их анализ и интерпретацию полученных результатов.

Для построения объективной картины развития деформационных процессов памятников Московского Кремля, ученые нуждались в статистическом материале за весь период наблюдений. Однако сложность заключалась в том, что информация, собиравшаяся последние 70 лет, оказалась неполной, а порой и недостоверной. Начиная с 1930-х гг., неоднократно менялись исполнители, технологии наблюдений и схемы закладки деформационных марок, по отдельным сооружениям проводились реставрационные работы, в том числе и фундаментов, часть марок утрачивалась, рядом закладывались но-

вые. Это внесло определенные трудности в работу специалистов университета.

#### ▼ Алгоритм решения

Технология наблюдений за осадками деформационных марок предусматривала проведение геометрического нивелирования с использованием электронных нивелиров типа NA 3000 (Leica Geosystems, Швейцария) с кодовыми рейками. Ходы прокладывались независимо (без узловых точек) к каждому объекту в прямом и обратном направлении при двух горизонтах инструмента.

Общая схема ходов нивелирования представлена на рис. 1.

На основе данных нивелирования, по значениям высот марок был выполнен статистический анализ результатов высотных наблюдений, позволивший построить динамическую модель развития деформационных процессов для каждого сооружения. При проведении анализа результатов наблюдений и построения динамической модели развития деформационных процессов была предложена следующая стратегия обработки материалов:

— анализ результатов наблюдений на наличие грубых ошибок позволял исключить из общих рядов наблюдений заведомо «грубые» результаты, вызванные чаще всего принудительным изменением положения марки;

— при отсутствии грубых ошибок результаты наблюдений оценивались на нормальность распределения, что подтверждало наличие или отсутствие систематических смещений;

— при наличии систематических смещений оценивалась временная динамика смещения центра распределения;

— после выявления временного динамического процесса изменения высотного положения марок для каждой из них

строились корреляционные зависимости развития деформационных процессов;

— завершением анализа являлось графическое отображение развития деформационных процессов.

При выборе статистических критериев оценки результатов наблюдений из общего многообразия оценочных критериев предпочтение отдавалось тем из них, для которых принятие гипотезы о наличии смещений и присутствии деформационных процессов при их отсутствии было бы менее критичным, чем принятие обратной гипотезы. Так, при проверке результатов на наличие грубых ошибок случайного характера из многообразия критериев был принят критерий оценки максимального члена в ряду наблюдений. Для проверки нормальности закона распределения использовался критерий асимметрии и эксцесса.

Для оценки временного смещения центра группировки высот марок по времени был применен критерий Аббе, позволивший оценить действие на результаты наблюдений переменных систематических ошибок. В данном случае — это оседание оснований сооружений.

Для марок, в значениях высот которых предыдущие критерии выявили временные тенденции изменения положения, были рассчитаны аппроксимирующие функции, описывающие зависимость между измеренными величинами и временным фактором.

Для построения в графическом виде динамических моделей развития деформаций были выбраны временные периоды (1967–1977; 1977–1987; 1988–1998), в течение которых имелись наиболее полные данные. Для графического отображения деформаций использовался программный продукт



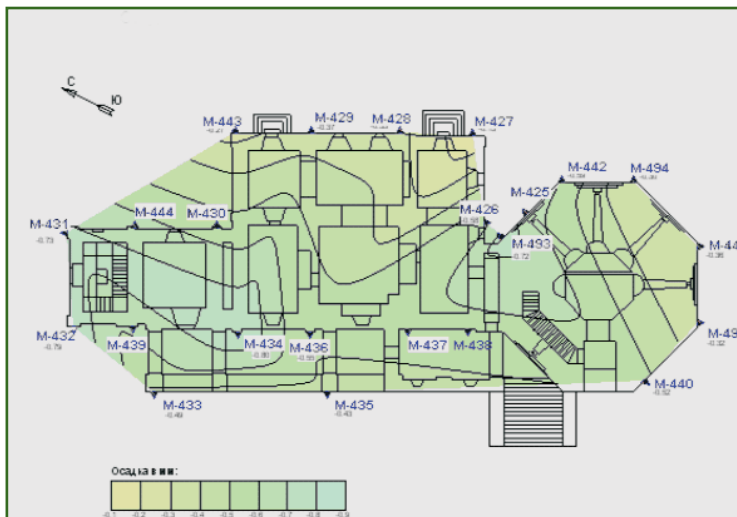
WinGIS (PROGIS, Австрия). На рис. 2 представлен вариант динамической модели развития деформаций для Архангельского собора.

Для всех объектов Московского Кремля по каждой марке, расположенной на объекте, были вынесены изменения ее высоты и изолиниями построены деформации зданий. Для объектов, наличие деформационных процессов у которых прослеживалось отчетливо, были построены графические модели отдельно по годам. На рис. 3 представлен вариант детализации осадок по годам комплекса сооружений Колокольни Ивана Великого.

Статистический анализ был проведен по всем маркам, заложеным в основании объектов, после чего для них были также рассчитаны аппроксимирующие зависимости временного изменения их положения по высоте, и по всем объектам построены графические модели динамического развития деформаций.

▼ **Выводы и прогнозы**

Анализ динамики деформационных процессов памятников архитектуры Московского Кремля, проведенный по данным результатам, показал общую тенденцию к стабилизации осадок деформационных марок для большинства соборов и памятников Московского Кремля, наблюдающуюся в последнее десятилетие. В тоже время, следует отметить, что



**Рис. 3**  
Осадка комплекса сооружений Колокольни Ивана Великого за период 1988–1998 гг.

для отдельных объектов данные процессы еще протекают, в том числе для Колокольни Ивана Великого, Успенской звонницы, Филаретовой пристройки, основания Царь-колокола, северо-восточного угла Архангельского собора.

Результаты проведенных наблюдений, статистического анализа и математического моделирования деформаций являются достаточным основанием для проведения работ по укреплению оснований сооружений и подтверждают актуальность выполненной работы.

Учитывая уровень ответственности, который мы несем перед следующими поколениями, необходимо и впредь продолжать работы по контролю и

обеспечению сохранности нашего исторического достояния. При этом оптимальным решением является расширение зоны наблюдений, охватывающей не только территорию музея, но и всего Московского Кремля и близлежащих территорий.

**RESUME**

The results of the observations of the Moscow Kremlin's construction deformations are presented. This monitoring began in the thirties of the last century and it is still going on.

Analysis of the deformation processes has revealed a general tendency towards stabilization of the draft marks for the majority of the cathedrals and monuments of the Moscow Kremlin within the recent decade.

# ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ

представляет

## MAPSUITE+™

НОВАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ГЕОДЕЗИСТОВ

SOKKIA

MAPSUITE+ - новый программный продукт для обработки данных геодезических измерений, создания и редактирования цифровой модели рельефа, составления топографических планов и проведения геодезического обеспечения строительства. Программа объединяет 4 основных модуля и один дополнительный.

Основные модули:

(каждый последующий модуль включает в себя все функции предыдущего)

- Базовый - программа для передачи данных из электронных тахеометров
- Топоплан - графический редактор для создания цифровой модели рельефа
- Проект - подсчет объемов работ, формирование отчетов
- Дизайн - инструментарий для выполнения работ по проектированию дорог местного значения

Дополнительный модуль:

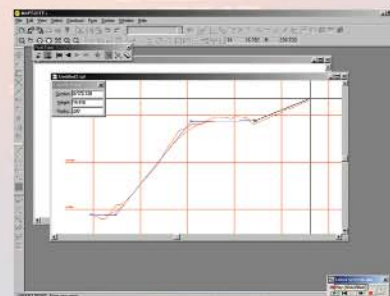
- Уравнение (требует обязательного наличия одного из модулей: Топоплан, Проект, Дизайн)

Исходные данные: Файлы в формате любых электронных тахеометров, текстовые файлы произвольного формата ASCII (DOS) и ANSI (Windows), файлы графических форматов, включая DXF, DWG, растровые подложки в формате BMP.

Результаты: Ведомости; чертежи; цифровая модель рельефа; файлы графических форматов DXF, DWG.

Основные преимущества:

- Работа в операционной среде Windows
- Возможность выбора языка интерфейса
- Богатство выбора вариантов экспорта/импорта
- Пользовательские библиотеки условных знаков и типов линий
- Подготовка данных для выноса проектов в натуру



Специальное предложение!

31 день бесплатного использования полной версии Mapsuite+. За это время Вы сможете по достоинству оценить все преимущества этого нового программного продукта.



# ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ ПОМОГАЮТ ИЗУЧАТЬ ИСТОРИЮ

**И.Е. Стариков** («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 1992 г. окончил Новочеркасский политехнический институт. С 1992 г. по 2003 г. работал участковым маркшейдером, маркшейдером 1-й категории, ведущим маркшейдером, главным маркшейдером в ОАО «Карельский окатыш». С 2003 г. по настоящее время — ведущий инженер ЗАО «Геодезические приборы».

**М.Д. Алексеев** («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 1999 г. окончил Самарскую архитектурно-строительную академию, в 2000 г. получил степень магистра по направлению «строительство». С 1995 г. по 2001 г. работал техником, инженером, руководителем метрологической службы в Средневолжском АГП. С 2001 г. работает в ЗАО «Геодезические приборы», в настоящее время — заместитель генерального директора.

Институт с мировым именем — Государственный Эрмитаж — не нуждается в особом представлении. Но немногим известно, что кроме организации музейных экспозиций специалистами Эрмитажа проводится огромная археологическая работа по раскопкам древних цивилизаций.

Каждый летний сезон формируется несколько полевых экспедиций, которые занимаются, в прямом смысле этого слова, восстановлением забытой истории. Геодезические изыскания являются необходимой составляющей при выполнении археологических раскопок, включая заложение опорных точек для дальнейшей увязки отдельных объектов и детальной съемки элементов раскопок. При этом площадь районов работ может достигать нескольких десятков гектар, а продолжительность раскопок — нескольких десятков лет.

Одним из таких мест является древний город Пенджикент, расположенный на территории Таджикистана, раскопки которого ведутся более сорока лет. Именно на этом объекте специалисты Эрмитажа использовали для геодезических работ электронный тахеометр SET 600 фирмы Sokkia (Япония) — рис. 1. Перед началом полевого

сезона сотрудники Государственного Эрмитажа изложили особенности и проблемы выполнения полевых и камеральных работ. Исходя из этого, специалисты ЗАО «Геодезические приборы» предложили электронный тахеометр Sokkia SET с угловой точностью 6" и технологию, в основе которой лежит координатная съемка.

До использования электронных тахеометров археологические работы велись с помощью традиционных инструментов: теодолитов, нивелиров, рулеток, занимали продолжительное время и были достаточно трудо-

емкими. Не всегда удавалось получить необходимую точность, а порой в условиях жары, пыли и ветра некоторые съёмочные работы приходилось откладывать.

Самое удобное время работ — это утренние часы. Ближе к полудню земля нагревается настолько, что «марево» приземного воздуха не позволяет с требуемой точностью определять координаты съёмочных точек. А усиливающийся днем ветер создает непреодолимые трудности при измерении расстояний обычными рулетками. Высокая запыленность и температура, достигающая свыше +30°C, — типичные условия для данного района.

С появлением электронного тахеометра производительность работ увеличилась в 2–3 раза. Трудности, связанные с погодными и климатическими факторами, перестали быть определяющими. Степень защиты прибора позволяет работать в атмосфере любой запыленности, а температурный режим тахеометра рассчитан на безотказную работу до +50°C. Высокая емкость и надежность аккумуляторов позволила обеспечить бесперебойную работу экспедиции на протяжении рабочего дня. Измерение расстояний из трудоемкого процесса промеров с помощью рулетки



**Рис. 1**  
Тахеометр SET 600



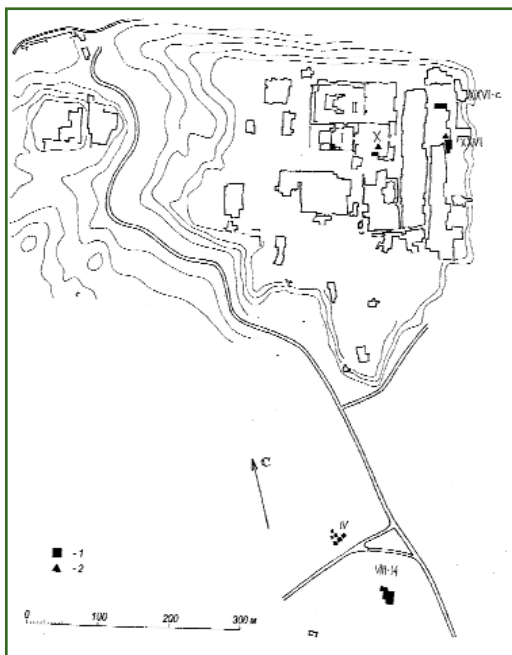


Рис. 2

Городище древнего Пенджикента  
(схема расположения раскопок 2003 г.)

превратилось в секундное действие — нажатие одной клавиши. При этом точность линейных измерений составила не менее  $(2 + 2 \times 10^{-6} \times D)$  мм.

Изначально, съемочная сеть строилась способом коротко базисных линейных промеров и микротриангуляции. Специфика района, кустарниковая расти-

тельность и неровный рельеф не позволяли провести длинные базисные измерения для контроля замыкания сети. Точки закреплялись кольями. Для съемки одного сооружения закладывался базис из 2–3 точек. Их привязка к существующей сети, а также взаимное расположение проводились путем линейно-угловых измерений. Особую трудоемкость и сложность представляли линейные измерения с промежуточными провесами и многократными операциями линейных створных промеров. С появлением тахеометра появилась возможность исключить из сети промежуточные связующие точки, привязка съемочных базисов стала намного проще, а главное

тех измерений, достигавшие до 3 м. На основании этих уточнений были откорректированы ранее выполненные съемки, что позволило исключить ошибки и нестыковки снятых объектов, и увязать весь район работ с необходимой точностью.

Основная часть работ выполнялась в условной системе координат. За счет этого время полевых измерений было сокращено в несколько раз по отношению к ранее отдельно выполняемым работам по плановым и высотным съемкам, линейно-угловым измерениям и нивелированию. На основании полученных трехмерных данных оформлялись планы расположения объектов (рис. 2), была построена топографическая рельеф-

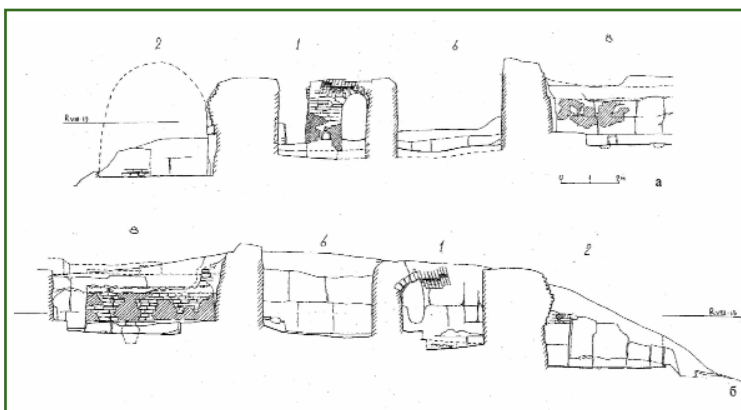


Рис. 3

Разрезы раскопок

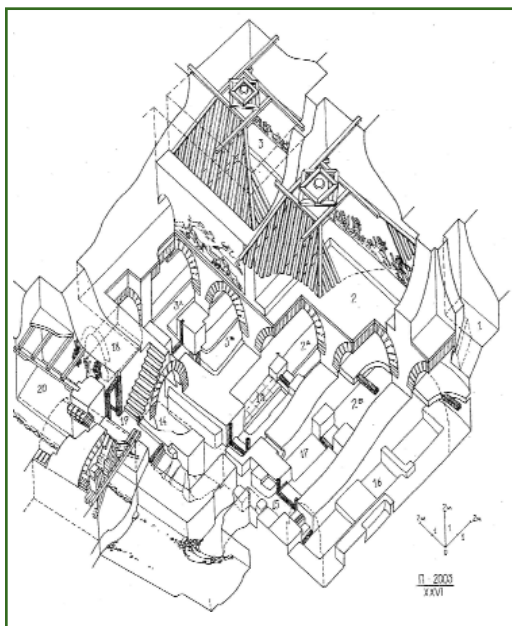


Рис. 4

Аксонметрический разрез объекта

— точнее. Детальная координатная съемка характерных точек рабочих объектов заменила линейные угловые замеры и нивелирование, позволила более точно описать съемочные объекты. Явное преимущество было отмечено в высотной съемке, для которой не пришлось проводить отдельные работы по нивелированию.

В результате контрольных измерений обнаружилось, что увязка отдельных объектов ранней съемки оказалась достаточно грубой. Измерения электронным тахеометром опорной сети выявили ошибки предыду-

ная основа района раскопок, выстроены и вычерчены разрезы различных объектов (рис. 3). Трехмерная модель снятых объектов позволила сделать аксонометрические виды древних сооружений (рис. 4).

С использованием электронного тахеометра удалось создать целостную трехмерную модель древнего города, которую японские специалисты воплотили в телефильм, создав анимационный проект древнего города и быта древних горожан.

Специалисты Эрмитажа намерены в дальнейшем использо-

вать современную геодезическую технику, которая постоянно развивается. У зарекомендовавшей себя в реальных условиях жаркого и пыльного климата серии тахеометров Sokkia появились новые модели, способные работать без специальных отражающих призм и пленок. Именно этими приборами серии SET 30R и 130R3 заинтересовались археологи Эрмитажа. Их применение позволит проводить детальные съемочные работы в более сжатые сроки. Используя данные модели тахеометров, появится возможность повысить безопасность работ, так как не будет необходимости в присутствии помощника непосредственно на снимаемых точках, некоторые из которых не всегда находятся в безопасной зоне. По этой же причине часть работ сможет выполнять один человек, тем самым будет сокращено количество специалистов, занятых на полевых съемках.

С применением электронных тахеометров появляются и объективные трудности. Накоплен-

ные экспедициями на кальке и бумаге материалы съемок более ранних лет не позволяют «сходу» на 100% перейти на использование цифровых моделей, создаваемых современными технологиями. Предстоит длительный и кропотливый труд по переводу в цифровой вид ранее отснятых материалов разных лет. И необходимость в этом становится все более острой. Бумага не вечная, со временем она деформируется, в связи с чем теряется точность и качество вычерченных на ней объектов. Цифровые данные этих объектов позволят оперативно проводить анализы работ, сопоставлять съемки разных периодов, принимать более верные решения и заключения. Преимущество цифровых данных неоспоримо: они могут храниться сколь угодно долго, копирование их не вносит дополнительных ошибок, единый формат позволяет согласовывать данные любых периодов.

А полевой прибор, поддерживающий эту технологию — элек-

тронный тахеометр — успел заслужить благодарность и признание археологов Эрмитажа.

Для написания статьи был использован отчет Государственного Эрмитажа о раскопках городища древнего Пенджикента, выполненных в 2003 г.

Авторы статьи выражают благодарность за оказанную помощь и предоставленную информацию работникам Эрмитажа: доктору исторических наук, профессору, заведующему сектором Средней Азии и Кавказа, начальнику Пенджикентской экспедиции Б.И. Маршаку и научному сотруднику отдела Востока И.К. Малкиелю.

#### RESUME

Archeological digs of the ancient town Penjikent conducted by the Hermitage staff are described. Usage of the electronic tacheometer has made it possible to not only increase the dig efficiency but construct a three-dimensional model of both the dig region and certain ancient structures.



**ЦПГЕО**  
ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

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

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

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

Аэрофотосъемка.

Фотограмметрия.

Топографо-геодезические работы.

Создание топографических, кадастровых и специальных карт.

Создание, внедрение и ведение геоинформационных систем (ГИС).

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

Создание и организация работ на геодинамических полигонах.

Инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания.

Инженерно-экологические изыскания и работы природоохранного назначения.

Разработка и внедрение новых технологий и научно-исследовательские работы.

Высокоточное определение значений склонения и наклонения магнитной стрелки.



Colanta  
www.cpgeo.ru

# СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ МАСШТАБА 1:2000 С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТАРЕВШИХ АРХИВНЫХ ДАННЫХ\*

**Н.М. Никитина** (Центр геодезии и кадастра г. Москва)

В 1975 г. окончила факультет фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия», затем работала в различных топографо-геодезических подразделениях МО РФ. С 2003 г. по настоящее время — инженер камеральной группы Центра геодезии и кадастра г. Москва (МЦГК).

**Ю.Е. Федосеев** (МИИГАиК)

В 1970 г. окончил факультет геодезии МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист», затем работал на предприятиях Министерства среднего машиностроения СССР. В 1974 г. поступил в аспирантуру МИИГАиК и после защиты кандидатской диссертации работал на кафедре прикладной геодезии ассистентом, доцентом и профессором. С 2001 г. по 2004 г. работал главным инженером МЦГК. В настоящее время — ведущий научный сотрудник НИЧ МИИГАиК.

Рассмотрим сущность метода, изложенного в первой части статьи, применительно к поставленной задаче трансформирования архивных картографических материалов, при этом воспользуемся обозначениями, использованными в [4].

Вектор координат  $n$  точек, полученных при обновлении и/или теоретически, обозначим как вектор  $l$ , а координаты тех же точек, считанные с растрового изображения, — как вектор  $s$ .

Найдем линейную оценку вектора  $s$ , которая имеет вид:

$$s = Hl, \quad (1)$$

где  $H$  — некоторая матрица линейного преобразования вектора  $s$  в вектор  $l$ .

Кроме того, можно определить ковариационную матрицу вектора  $\varepsilon$  —  $C\varepsilon\varepsilon$ .

Согласно общей теории статистического оценивания, оговорим наилучшую линейную оценку  $s$  по  $l$  как несмещенную линейную оценку с минимальной дисперсией. Опустим вывод, приведенный в [4, 5].

Матрица  $C\varepsilon\varepsilon$  может быть представлена в виде суммы двух матриц:

$$C\varepsilon\varepsilon = A + B, \quad (2)$$

где

$$A = C_{ss} - C_{sl}C_{ll}^{-1}C_{ls} \quad (3)$$

и не зависит от  $H$ , т. е. одинакова для оценок при оговоренных векторах  $s$  и  $l$ . Будем рассматривать данную матрицу как меру несоответствия анализируемых массивов друг другу, т. е. можно считать, что матрица содержит обобщенную информацию о согласованности численных значений элементов векторов  $s$  и  $l$ . Если  $s = l$ , то и  $A = 0$ . Если компоненты вектора  $s$  отличаются от компонент вектора  $l$  только за счет влияния случайных ошибок различной природы, то и  $A$  можно рассматривать как некоторую точностную характеристику. Если компоненты вектора  $s$  отличаются от компонент вектора  $l$  не только за счет влияния упомянутых ошибок, а имеет место нелинейная систематическая составляющая, то можно гово-

речь о наличии масштабного коэффициента, разворота систем координат, т. е. линейном преобразовании на фоне некоторой аффинной составляющей и т. п. В этом случае можно рассматривать  $A$  как индикатор необходимости разделения преобразования координат на конформную и аффинные части. Кроме того, матрица  $A$  может содержать информацию об общих деформациях площадки и смещениях отдельных пунктов, не согласующуюся с общей картиной. Если в процессе выполнения математической обработки один из векторов  $s$  или  $l$  преобразуется по традиционным условиям минимума суммы квадратов рассогласования, то, естественно, и матрица  $A$  должна стремиться к минимуму.

Вторая составляющая суммы (2) может быть описана следующим соотношением:

$$B = (H - C_{sl}C_{ll}^{-1}) \times C_{ll}(H - C_{sl}C_{ll}^{-1})^T. \quad (4)$$

Для того, чтобы  $C\varepsilon\varepsilon = \min$ , необходимо приравнять  $B$  к ну-

\* Окончание. Начало в № 3-2004.



лю, отсюда

$$H = CsCt^{-1}, \quad (5)$$

а

$$s = CsCt^{-1}l. \quad (6)$$

В процессе рассуждений не накладывалось никаких ограничений на матрицу **H**. Следовательно, в общем случае матрица **H** является матрицей аффинного преобразования, описывающей переход из системы координат, в которой определен вектор **s**, в систему координат, в которой определен вектор **l**. С другой стороны, в силу специфики рассматриваемой технической задачи можно с достаточной уверенностью предположить, что матрица **H** мало отличается от ортогональной матрицы, можно говорить, что она «почти ортогональна».

Рассмотрим пример реализации теоретических предложений на модели. При моделировании элементы вектора **l** обозначим как **X1** и **Y1**. После искажения модели по методу Монте-Карло были получены элементы вектора **s** — **X2** и **Y2**. В процессе моделирования были введены поправки, имитирующие собственные деформации бумаги, и погрешности определения координат точек. Эти величины были назначены в несколько раз больше, чем средние квадратические ошибки вычисленных координат. В таблице приведены значения координат.

Для применения предлагаемого алгоритма необходимо иметь центрированные значения векторов измерений **l** и сигнала **s**. Практически это требование можно выполнить, если начало счета для обоих векторов совмещены с геометрическими центрами тяжести.

Интересующая нас матрица **A** (3) будет иметь следующий численный вид:

$$A = \begin{vmatrix} 0,93277 & 0,98314 \\ 0,98314 & 1,03824 \end{vmatrix}.$$

Она характеризует степень совпадения массивов **l** и **s**.

По главной диагонали расположены суммы квадратов рассогласований соответственно по оси **X** и по оси **Y**. Можно определить средние квадратические значения этих рассогласований  $\delta = 0,434$  м.

Последнюю величину можно интерпретировать как характеристику согласования растрового изображения и результатов современной съемки. В п. 2.13.1 Инструкции [1] оговорена средняя ошибка в положении на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями  $\Theta = 0,5$  мм. От этой величины можно перейти к среднему квадратическому значению расхождений  $\delta = 1,4\Theta$ .

Для плана масштаба 1:2000 на местности величина  $\delta_{2000} = 1,4$  м;  $\delta_{500} = 0,350$  м. Так как в дальнейшем предполагается на базе специального топографического плана развернуть полноценный план районного центра, можно принять в качестве меры точности совпадения архивных и современных материалов величину  $\delta_{500} = 0,350$  м, тем более, что современные геодезические технологии позволяют обеспечить такую точность с многократным запасом. Исходя из требований Инструкции [1] и поставленной задачи, необходимо признать полученный результат неудовлетворительным. Следовательно, нужно найти точки, положение которых определено слишком грубо.

Можно говорить, что матрица **H** наилучшим образом позволяет совместить две системы координат, причем рассогласование вызвано не только неточностью определения коор-

динат пунктов, но и смещениями, имитирующими грубые промахи. Применительно к данной модели матрица **H** (5) приняла следующий численный вид:

$$H = \begin{vmatrix} 0,987478982 & 0,003063951 \\ -0,00734054 & 1,001612238 \end{vmatrix}.$$

Теперь можно определить оценку сигнала **s** по формуле (1). Это позволит получить оценку **f**, которая регламентирована в табл. 1 Методических указаний [6]. Там допустимое значение для земель поселений (городов) **f<sub>доп</sub>** составляет 0,3 м.

Для рассматриваемого примера были получены следующие значения:

$$f = (0,65; 0,28; 0,61; 0,19; 0,80).$$

Исходя из того, что по условиям моделирования координаты точек в поле были получены с помощью электронных тахеометров непосредственно от точек ОМС, можно предположить, что координаты точек 1, 3 и 5 содержат грубые промахи. Необходимо повторить определение координат по растровому изображению и, если ошибка не будет найдена, повторить полевые определения. Остальные точки удовлетворяют требованиям Инструкции [1] и Методических указаний [6]. Полученной информацией можно распорядиться по-разному. В данном случае отбракуем только точку 5 и, повторив анализ, получим  $\delta = 0,171$  м.

Очевидно, что последний

Значения координат

X1	Y1	X2	Y2
367,41	715,62	366,88	715,92
278,91	648,33	279,10	648,60
214,12	716,02	216,10	716,30
263,69	516,98	263,80	517,10
304,11	784,22	303,62	783,83

результат гораздо лучше отвечает требованиям Инструкции [1]:

$$H = \begin{vmatrix} 0,987755 & 0,006329251 \\ -0,00713 & 1,004043317 \end{vmatrix}$$

Следует отметить, что матрица перехода изменилась незначительно, а оценка стала:

$$f = (0,15; 0,47; 0,16; 0,16).$$

Допуску, оговоренному в Методических указаниях [6], не соответствует только точка 2. Можно принять этот результат, а положение точки 2 проконтролировать при удобном случае.

Если по растровому изображению были набраны значения координат большого числа точек, то их можно редуцировать для дальнейшего использования по формуле (1).

Полученное растровое изображение должно быть переведено в цифровой вид и передано в пробную эксплуатацию. На этом этапе необходимо дополнить и актуализиро-

вать изображение за счет включения разрозненных архивных фрагментов съемок масштаба 1:500, результатов новых топографических и кадастровых съемок. В процессе выполнения работ будет возникать задача совмещения существующего векторного изображения цифрового плана и растровых или векторных изображений, включаемых в базу данных. Очевидно, что по сути, — это рассмотренные задачи.

Пробная эксплуатация будет закончена тогда, когда не будет возникать недопустимых рассогласований между материалами цифрового плана и новыми данными, не обусловленными фактическими изменениями на местности.

#### ▼ Список литературы

1. Инструкция по топографическим съемкам в масштабе 1:5000, 1:2000 и 1:500. ГКИНП-02-033-79. — М.: Недра, 1982.
2. Справочное руководство «TRANSFORM. Трансформация и ко-

ординатная привязка растровых картматериалов». — Минск, 2001.

3. Практическое пособие «Подготовка растровых изображений в программе TRANSFORM для их дальнейшего использования в качестве подложек в комплексе CREDO и геоинформационных системах». — Минск, 2001.

4. Мориц Г. Современная физическая геодезия. — М.: Недра, 1983.

5. Бывшев В.А., Люляев М.Ю., Федосеев Ю.Е. Использование фильтра Колмогорова-Винера для решения задачи анализа устойчивости пунктов плановых сетей // Известия вузов. Геодезия и аэросъемка. — 2001. — № 5.

6. Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства. — М.: Федеральная служба земельного кадастра России, 2003.

#### RESUME

Theoretical grounds and simulation results are described for the technique presented in the first part of the article. The simulation has proved the possibility to eliminate contour survey points on the map if their coordinates have unacceptable errors.

## Геодезическое оборудование



**Электронные тахеометры NTS 320, NTS 350**  
 Измерение углов с точностью 2" и 5"  
 Измерение расстояний до 2,6 км по 1 призме с точностью 2 и 3 мм + 2 мм/км  
 Внутренняя память до 8000 точек  
 Двусторонний LCD дисплей  
 Автоматический компенсатор вертикального круга  
 Повышенная влаго- и пылезащищенность  
 Расширенный набор прикладных программ  
 Гарантия - 2 года. Низкие цены!

**Электронные теодолиты ET-02, ET-05**  
 Точность измерения углов 2" и 5"  
 Удобный двусторонний LCD дисплей  
 Автоматический компенсатор вертикального круга

**Оптические нивелиры с компенсатором NL20, NL24, NL28, NL32**  
 Ударопрочный корпус  
 Полная влагозащищенность и всепогодность  
 Эксклюзивный компенсатор с магнитным демпфированием  
 Фрикционный тормоз и бесконечный ход горизонтального лимба  
 Система защиты от "залипания" компенсатора  
 Точность: 2,5, 2,0, 1,5 и 1,0 мм. на км. дв. хода

Группа компаний "Промнефтегрупп"  
 ЗАО "ПНГео" тел. 785-0119, 0120  
 E-mail: png@sovintel.ru Web: www.pngeo.ru




Прямые поставки с завода

# О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ НЕКОТОРЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

**Б.Н. Дьяков** (СПГГИ, Санкт-Петербург)

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

**Ю.В. Родионова** (СГГА, Новосибирск)

В 2001 г. окончила СГГА по специальности «городской кадастр». В 2003 г. получила степень магистра. В настоящее время — аспирантка на кафедре геодезии СГГА.

В настоящее время способы создания геодезических сетей и обеспечения проектной точности их элементов детально разработаны и классифицированы. При этом основным показателем точности является средняя квадратическая ошибка элементов сети в ее наиболее слабом месте. В последние годы в литературе все чаще появляются публикации о том, что при оценке геодезической сети следует учитывать еще одну не менее важную характеристику, а именно — ее надежность.

Согласно [1] для каждого измерения в сети может быть подсчитан показатель внутренней надежности, равный значению грубой ошибки, начиная с которого ошибка этого измерения уже может быть обнаружена с помощью какого-либо теста. Этот показатель вычисляется по формуле:

$$t_i = \delta \mu_o / (\sqrt{g_{i,i}} \sqrt{p_i}), \quad (1)$$

где  $\mu_o$  — проектное значение средней квадратической ошибки (СКО) единицы веса;  $p_i$  — вес измерения;  $\delta$  — параметр нецентральности, зависящий от уровня значимости  $\alpha$  и доверительной вероятности  $\beta$ ;  $g_{i,i}$  — диагональный элемент  $G$ -матрицы геодезической сети.

Диагональный элемент  $G$ -матрицы показывает, какая часть истинной ошибки измерения входит в поправку этого же измерения; остальная часть истинной ошибки распределяется в поправки других измерений. Показатели внешней надежности учитывают влияние невыявленных ошибок измерений на оценки уравниваемых значений элементов сети. В частности, одной из мер внешней надежности можно считать «максимальное значение искажения неизвестного  $x_j$ , вызванное обнаруженной грубой ошибкой  $i$  — того измерения» [2, с. 189].

Хотя показатели надежности напрямую зависят от геометрии сети, все же они отражают ее не в полной мере. Для более полной оценки надежности необходимо использовать «параметр надежности сети  $P_s$ ». Этот параметр равен отношению двух чисел: в знаменателе стоит число всех комбинаций из  $n$  измерений по  $s$ , в числителе — число таких же комбинаций, в которых можно с помощью какого-либо теста обнаружить грубые ошибки измерений. Ограничимся первым порядком надежности геодезической сети. Например, параметр надежности первого порядка  $P_1 = 5/9$  показыва-

ет, что из общего числа измерений данной геодезической сети, равном девяти, грубую ошибку можно обнаружить только в пяти измерениях; в остальных четырех измерениях грубую ошибку невозможно обнаружить никакими тестами. Понятно, что надежной можно считать только такую геодезическую сеть, у которой  $P_1 = 1$ ; именно в такой сети показатели внутренней и внешней надежности обретают подлинный смысл; если же  $P < 1$ , то эти показатели становятся формальными по сути.

Проверка показала, что у большинства стандартных геодезических построений значение параметра  $P_1$  колеблется от 0 (отдельный нивелирный ход и линейно-угловой ход с координатной привязкой) до 0,5 (прямолинейный разомкнутый линейно-угловой ход с примычными углами в начале и конце хода), и только у прямоугольной строительной сетки, в каждом прямоугольнике которой измерены все углы и стороны, параметр  $P_1$  равен единице. Такая ситуация во многих случаях является нормальной: во-первых, грубые ошибки — явление довольно редкое, и, во-вторых, грубые измерения почти всегда можно повторить. Иное дело,



когда геодезическая сеть выполняет функции контроля пространственного положения элементов объекта, т. е., создана для изучения разного рода деформаций и смещений. В этом случае повторные измерения невозможны, и для обнаружения грубых ошибок измерений должны применяться аналитические методы, которые эффективны лишь при параметре надежности  $P_1$ , равном единице. То же самое можно сказать и о съемочном обосновании тахеометрической съемки, создаваемом одновременно с выполнением съемки электронным тахеометром.

Для повышения надежности геодезической сети нужно, во-первых, изменить геометрию сети и довести значение параметра  $P_1$  до единицы и, во-вторых, уменьшить значения формальных показателей надежности (т. е., увеличить диагональные элементы  $G$ -матрицы). Эти задачи можно решить только одним способом — выполнить в сети дополнительные измерения.

Если исходить из требования, чтобы каждое измерение контролировалось другим независимым измерением, то общее количество измерений в сети должно быть равно:

$$n = t + t = 2t, \quad (2)$$

где  $t$  — количество неизвестных, равное количеству необходимых измерений. При выполнении этого условия значение диагональных элементов  $G$ -матрицы в среднем по сети будет равно 0,5.

В реальной геодезической сети требуемое количество измерений может отличаться от вычисленного по формуле (2). Так, в сетях, относящихся к одномерному пространству измерений (нивелирные сети, спутниковые сети с раздельным уравниванием приращений координат и т. п.), требуемое количество измерений можно подсчитать по формуле:

$$n \geq 3/2t + k_{исх}, \quad (3)$$

где  $k_{исх}$  — количество исходных пунктов;  $k_{исх} \geq 2$ .

Формула (3) соответствует правилу: в каждом определяемом пункте должны сходиться не менее трех измерений, а в каждом исходном пункте — не менее двух измерений.

В геодезических сетях, относящихся к двумерному пространству измерений (отдельные линейно-угловые ходы, системы ходов с узловыми точками, триангуляция, трилатерация, комбинированные линейно-угловые сети и т. п.), ситуация с исследованием надежности намного сложнее.

В стандартном разомкнутом прямолинейном ходе, как известно, ошибки измерения углов порождают угловую невязку  $f\beta$  и поперечный сдвиг конечного пункта хода, а ошибки измерения сторон приводят к продольному сдвигу конечного пункта. Если в измеренном значении одного какого-либо угла присутствует грубая ошибка  $\Delta i$ , то ее величина примерно равна угловой невязке хода  $\Delta i \approx f\beta$ . Исправляя последовательно каждый угол на величину  $-f\beta$  и вычисляя поперечный сдвиг конечного пункта, можно установить номер угла  $i$ , для которого поперечный сдвиг окажется наименьшим. Это и будет грубо измеренный угол. Конкретное значение грубой ошибки можно также вычислить по формуле из [3].

Грубая ошибка в измеренном значении какой-либо стороны примерно равна продольному сдвигу конечного пункта хода, но установить номер грубо измеренной стороны невозможно,

а потому параметр надежности прямолинейного хода  $P_1 = 0,5$ .

Рассмотрим два случая, позволяющих повысить надежность измерения сторон: первый — для открытой местности, второй — для закрытой местности.

Для открытой местности необходимо на каждом определяемом пункте хода выполнить дополнительное измерение примычного угла. Величина примычного угла должна быть близка к  $90^\circ$  (в пределах от  $45^\circ$  до  $135^\circ$ ) — рис. 1.

Если обозначить количество определяемых пунктов через  $k$ , то общее количество измерений в новом ходе будет равно:

$$n = 3k + 4,$$

а количество избыточных измерений:

$$r = k + 4.$$

Для закрытой местности приходится вводить дополнительные определяемые пункты и выполнять дополнительные измерения углов и расстояний на каждом пункте хода (рис. 2). В результате каждая сторона хода становится основанием одного или двух треугольников, в каждом из которых измеряются три стороны и один малый острый угол. Две стороны треугольника имеют почти одинаковую длину, а третья — около 2 м.

В этом случае количество измерений в ходе составит:

$$n = 7k + 9,$$

а количество избыточных измерений будет равно:

$$r = 3k + 5.$$

Подсчитаем параметры точности и надежности для небольшого прямолинейного хода полигонометрии 4-го класса. Ис-

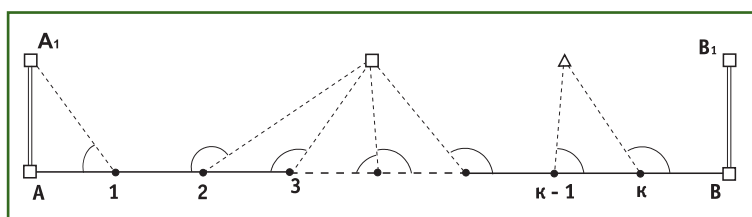
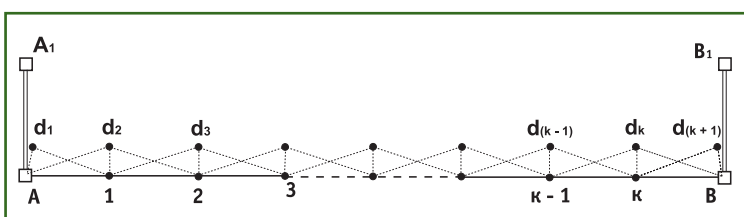


Рис. 1

Схема разомкнутого прямолинейного хода с дополнительными примычными углами

Результаты вычислений

Варианты хода	n/t	Диагональные элементы G-матрицы		Показатели внутренней надежности		Показатели внешней надежности $\sigma_p$ , см		Проектная СКО положения пункта в середине хода $M_p$ , см
		Углов $\beta_1/\beta_6$	Сторон $S_{A-1}/S_{5-6}$	Углов, " $\beta_1/\beta_6$	Сторон, см $S_{A-1}/S_{5-6}$	из-за $\Delta\beta$	из-за $\Delta s$	
Стандартный ход (11 углов, 10 сторон)	21/18	0,318/ 0,091	0,100/ 0,100	9,9/ 18,5	17,7/ 17,7	12,2	15,9	4,1
С дополнительными измерениями примычных углов	31/18	0,427/ 0,399	0,754/ 0,658	8,6/ 8,9	6,5/ 6,9	6,2	2,3	1,8
С дополнительными определяемыми пунктами	72/40	0,318/ 0,091	0,358/ 0,453	9,9/ 18,5	9,4/ 8,3	12,2	6,0	3,3



**Рис. 2**  
Схема линейно-углового хода с дополнительными измерениями углов и расстояний

пользуем следующие характеристики: количество основных определяемых пунктов равно  $k = 9$ ; СКО измерения углов  $m_\beta = 2''$ ; СКО измерения сторон  $m_s = 2$  см; длины сторон одинаковы и равны  $S_i = 1000$  м; короткая сторона треугольников равна 2 м;  $\alpha = 0,05$ ;  $\beta = 0,80$ ;  $\delta = 2,8$ . Показатели внутренней надежности вычислим для двух углов и сторон: по одному в начале и середине хода.

Показателем внешней надежности будем считать наибольшее искажение положения пунктов хода:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2},$$

где  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  — искажения координат определяемых пунктов, вызванные необнаруженными ошибками углов и сторон хода.

Данный ход рассмотрим в трех вариантах: 1 — стандартная схема, 2 — с дополнительными измерениями примычных углов на всех определяемых пунктах (рис. 1), 3 — с дополнительными измерениями углов и расстояний на дополнительные определяе-

мые пункты (рис. 2). Результаты вычислений, выполненных с помощью программы NAL\_GR [3], приведены в таблице.

Рассматривая результаты вычислений, можно сделать вывод, что измерение дополнительных примычных углов на всех определяемых пунктах (рис. 1) значительно улучшает показатели точности и надежности. Что касается дополнительных измерений углов и сторон при введении в ход дополнительных определяемых пунктов (рис. 2), то здесь улучшение показателей надежности заметно только для сторон хода, а показатели надежности для углов остаются на прежнем уровне. Искажение положения пунктов хода из-за невыявленных ошибок измерения углов более чем в 3 раза превышает проектную точность пунктов, в то время как то же искажение из-за ошибок измерения сторон — всего лишь в 1,3–1,9 раза.

Аналогичные тенденции к улучшению различных показателей наблюдаются также для

отдельных линейно-угловых ходов произвольной формы и ходов внутри системы ходов с узловыми точками.

Практическое применение рассмотренных вариантов разомкнутого линейно-углового хода с параметром надежности  $P_s = 1$  представляется маловероятным. Наиболее реальной является сплошная сеть четырехугольников с измерением в них всех углов и сторон; два и более исходных пункта должны располагаться по краям сети и, по необходимости, в центре сети.

▼ Список литературы

1. Маркузе Ю.И. Основы уравнительных вычислений: Учебное пособие для вузов. — М.: Недра, 1990.
2. Маркузе Ю.И., Бойко Е.Г., Голубев В.В. Геодезия. Вычисление и уравнивание геодезических сетей. — М.: «Картгеоцентр — Геодезиздат», 1994.
3. Дьяков Б.Н., Родионова Ю.В. Программа, реализующая преимущество известного метода // Геодезистъ. — 2002. — № 4. — С. 22–24.

RESUME

Practical aspects of the geodetic network reliability are considered. A new reliability parameter  $P_s$  is introduced. This parameter provides for a quantitative estimate of a possibility or impossibility to detect rough measurement errors. Measures to increase this parameter up to the 1 for certain geodetic measurements are proposed.



чтобы  
**ПОСТРОИТЬ** МИР  
воспользуясь **ТЕХНОЛОГИЯМИ**  
завтрашний  
для сегодняшнего



**Геодезическая система Z-Max**

Геодезическая система **Z-Max** совместного производства компании **Thales Navigation** и **Уральского оптико-механического завода** позволяет выполнять двухчастотные наблюдения с использованием технологии Z-Tracking, GPS съемки, топографические работы и изыскания в строительстве с высокой точностью.

**Z-Max**

- ▶ построена на технологии **ADAPT-RTK**, обеспечивающей значительное расширение зоны работ в режиме **RTK** с сантиметровой точностью
- ▶ **модульная конструкция** системы состоит из подвижного приемника RTK, УКВ, сотового или УКВ+GPS коммуникационного модуля, УКВ антенны марки Vortex, офисного ПО для обработки собранных GPS данных GNSS Studio
- ▶ **графическое ПО** приемника Fast Survey совместимо с электронным тахеометрами **ЭТа5P** и **ЭТа5PM** производства **УОМЗ**

**Мобильная картографическая система MobileMapper**

**MobileMapper**



Мобильная картографическая система **MobileMapper** совместного производства компании **Thales Navigation** и **Уральского оптико-механического завода** позволяет производить сбор данных для ГИС и включает навигационное программное обеспечение.

- ▶ предназначена для создания и обновления карт и графических информационных систем.
- ▶ имеет **12 каналов** для приема сигналов GPS, WAAS и EGNOS.
- ▶ полевое и офисное ПО системы просты и не требуют специального обучения. Приемник может отображать **ESRI.shp** файлы в полноцветных картах, что упрощает работу со сложными ГИС данными.



**Тахеометры электронные**

предназначены для измерения наклонных расстояний, горизонтальных и вертикальных углов и превышений при выполнении топографических работ, тахеометрических съемках, а также для решения прикладных геодезических задач.

**Тахеометр электронный**

**ЭТа5PM**

- ▶ оснащен **двумя** панелями управления
- ▶ обеспечивает контроль корректности ввода значений температуры воздуха и атмосферного давления
- ▶ результаты измерений могут быть записаны в карту памяти **PCMCIA** и переданы в персональный компьютер

**4Та5**

- ▶ позиционный датчик угла
- ▶ графический ЖК-дисплей
- ▶ встроенная память на 10000 пикетов
- ▶ электронный уровень
- ▶ датчик давления и температуры
- ▶ лазерный центрир

Возможно исполнение тахеометров в **русскоязычном** и **англоязычном** вариантах.

Тахеометры комплектуются пакетом прикладных программ и дополнительными аксессуарами.

- ▶▶▶▶ **Сервисно-гарантийное обслуживание приборов осуществляется в 18 филиалах УОМЗ в России и странах СНГ.**



**СЕНТЯБРЬ**

▼ **Минск (Белоруссия), 7–10\***

**IV Международная конференция пользователей системы РНОТОМОД**

«Ракурс»  
Тел: (095) 928-20-01  
Факс: (095) 928-61-18  
E-mail: info@racurs.ru  
Интернет: www.racurs.ru

▼ **Сочи, 13–18**

**Научно-техническая конференция «Системы наблюдения, мониторинга и дистанционного зондирования Земли»**

Федеральное космическое агентство, Международная академия информатизации, Московское НТОРЭС им. А.С. Попова и др.  
Тел: (095) 921-16-16, 924-09-19  
Тел/факс: (095) 924-62-14  
E-mail: mntores@inlife.ru  
Интернет: www.mntores.inlife.ru

▼ **Кишинев (Молдавия), 27–29\***

4-я Международная конференция

**«Дуга Струве — прошлое, настоящее, будущее»**

Главное управление геодезии и картографии Государственного агентства земельных отношений и кадастра Республики Молдова  
Тел/факс: (3732) 222-91-83  
E-mail: ovdii@hotmail.com

▼ **Москва, 28–2\***

**15-я выставка информационных и коммуникационных технологий «СОФТУЛ — 2004»**

ИТ-экспо  
Тел: (095 ) 924-70-72, 921-06-59, 924-45-56  
E-mail: softool@garnet.ru  
Интернет: www.tiw.ru

**ОКТАБРЬ**

▼ **Джакарта (Индонезия), 3–7**

**3-я региональная конференция Международной федерации геодезистов (FIG)**

FIG, Национальная геодезическая служба Индонезии (Ikatan), Национальное картографо-геодези-

ческое агентство Индонезии (Bakosurtanal)

E-mail: fig@fig.net  
Интернет: www.fig.net/jakarta

▼ **Голицыно (Московская обл.), 12–14\***

**10-я конференция пользователей ESRI и Leica Geosystems в России и странах СНГ «ДАТА+»**

Тел: (095) 254-65-65, 254-93-35, 254-91-81  
Факс: (095) 254-88-95  
E-mail: dina@dataplus.dol.ru, market@dataplus.dol.ru  
Интернет: www.dataplus.ru

▼ **Штуттгарт (Германия), 13–15\***

**INTERGEO-2004**

Немецкая геодезическая ассоциация (DVG)  
Тел: +49 (7219) 313-37-40  
E-mail: ofreier@hinte-messe.de  
Интернет: www.intergeo2004.de

▼ **Черногория, 30–6**

33-я Международная конференция «Современные информаци-

 **ВЫБЕРИ ВЫСТАВКУ!** [www.MVK.ru](http://www.MVK.ru) | (095) 105-34-86

 **2-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ**

**ГЕОЛОГИЯ  
ГЕОДЕЗИЯ  
КАРТОГРАФИЯ**

**GEOFORM+**  
ОБЪЕДИНЯЕТ ЧЕТЫРЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ

**29 МАРТА – 1 АПРЕЛЯ 2005**  
РОССИЯ, МОСКВА, КВЦ «СОКОЛЬНИКИ»

Выставочный холдинг MVK  
Тел./факс: (095) 105-34-86, 268-99-04, e-mail: kna@mvk.ru

**GEOmap**  
2-я Международная специализированная выставка в области геодезии, картографии, геоинформационных систем и систем управления

**GEOtunnel**  
2-я Международная специализированная выставка технологий и оборудования для строительства тоннелей

**GEOtech**  
2-я Международная специализированная выставка технологий и оборудования для поиска и разведки полезных ископаемых

**GEOmineral**  
Международная специализированная выставка по промышленным минералам

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

**Организаторы:**     

**При поддержке:**  

**Информационные спонсоры:**           

**онные технологии в нефтяной и газовой промышленности»**  
 Журнал «Нефтяное хозяйство»  
 Тел/факс: (095) 730-07-17, 730-22-81  
 E-mail: secretary@oil-industry.ru  
 Интернет: www.oil-industry.ru

**НОЯБРЬ**

▼ Москва, 1-3

Международный Форум «**Рациональное природопользование и устойчивое развитие России**»  
 Минприроды России, Торгово-промышленная палата РФ, ЗАО «ПИК «Максима»  
 Тел/факс: (095) 124-77-60  
 E-mail: osipova@maxima-expo.ru  
 Интернет: www.maxima-expo.ru

▼ Москва, 2-4\*

9-я Всероссийская учебно-практическая конференция «**Органи-**

**зация, технология и опыт ведения кадастровых работ»**  
 ГИС-Ассоциация  
 Тел/факс: (095) 135-76-86, 137-37-87  
 E-mail: gisa@gubkin.ru  
 Интернет: www.gisa.ru

▼ Москва, 16-18\*

V Международная конференция «**Современные технологии изысканий, проектирования и геоинформационного обеспечения в промышленном, гражданском и транспортном строительстве**»  
 СП «Кредо-Диалог»  
 Тел: (1037517) 264-90-87, 264-20-63  
 Факс: (1037517) 264-79-31  
 E-mail: market@credo-dialogue.com  
 Интернет: www.credo-dialogue.com

▼ Екатеринбург, 17-18\*

Окружная научно-техническая

конференция «**ГИС — интегрированное решение муниципальных задач в области градостроительного, земельного и имущественного кадастров**»  
 УРПЦГ «Уралгеоинформ», Администрация г. Екатеринбурга  
 Тел: (343) 375-49-05, 374-80-03/04/06/07  
 Факс: (343) 375-49-05, 374-80-02  
 E-mail: ugi@gin.ru, ugi@vimkom.ru  
 Интернет: www.ugi.ru

**ДЕКАБРЬ**

▼ Москва, 9-10\*

IV Международная конференция «**Лазерное сканирование и цифровая аэро съемка. Сегодня и завтра**»  
 Компания «Геокосмос»  
 Тел: (095) 959-40-80/90  
 Факс: (095) 959-40-93  
 E-mail: info@geokosmos.ru  
 Интернет: www.geokosmos.ru

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



**CHOOSE EXHIBITION!**

www.MVK.ru | +7 (095) 105-34-86



The 2nd INTERNATIONAL INDUSTRIAL FORUM

**GEOLOGY  
GEODESY  
CARTOGRAPHY**

www.geoexpo.ru



**GEOFORM+**

INCLUDES FOUR SPECIALIZED EXHIBITIONS

**MARCH 29 - APRIL 1 2005**

SOKOLNIKI CULTURE & EXHIBITION CENTRE, MOSCOW, RUSSIA

Tel/fax: +7 (095) 105-34-86, 268-99-04, e-mail: kna@mvk.ru

**GEOmap**  
The 2nd International specialized exhibition of geodesy, cartography, geoinformation and control systems

**GEOtunnel**  
The 2nd International specialized exhibition of technologies and equipment for tunnel construction

**GEOtech**  
The 2nd International specialized exhibition of technologies and equipment for natural resources exploring

**GEOmineral**  
International specialized exhibition of industrial minerals

**Organizers:**

- ✚ MVK Holding Company
- ✚ Federal Service of Geodesy and Cartography of Russia (GEOmap)
- ✚ Russian Tunnel Association (GEOtunnel)
- ✚ Industrial Minerals Association (GEOmineral)

**Support by:**



Ministry of Natural Resources of the Russian Federation



**Media sponsors:**



# ИНТЕРНЕТ-САЙТ «ГТС-2000» (WWW.GTS2000.RU)

О.В. Евстафьев («Геотехсервис-2000»)

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

Компания «Геотехсервис-2000» («ГТС-2000») с 2001 г. работает на рынке современного геодезического и навигационного оборудования, внедряя спутниковые, оптико-электронные и лазерные технологии ведущих зарубежных и отечественных производителей. Успех компании во многом зависит от наличия информационных ресурсов, с помощью которых клиенты компании могут получать необходимую информацию о поставляемых приборах, новинках и предложениях.

Интернет-сайт начал работу в феврале 2002 г. За это время он дважды модернизировался, в том числе с учетом текущих потребностей посетителей. В сентябре 2002 г. на сайте был установлен счетчик посещений. В настоящее время количество обращений на сайт составляет около 13 000.

Главная страница сайта позволяет выбрать один из интересующих разделов.

Разделы **«О компании»** и **«Контакты»** содержат стандартную информацию об области деятельности компании «ГТС-2000», контактную информацию, схему проезда, ссылки на Интернет-ресурсы производителей поставляемого оборудования. В разделе **«Региональные представители»** приведена информация для связи с представителями «ГТС-2000» в девяти регионах России. Отсюда можно сделать запрос или отправить предложения по дилерской работе.

Страница **«Бланк заказа»** позволяет оперативно послать любую текстовую информацию, включая заявку на поставку оборудования

и программного обеспечения, в адрес компании. После оформления заявки и нажатия кнопки «Отправить заявку» текст будет принят «ГТС-2000» в виде электронного сообщения.

Раздел **«Прайс-лист»** содержит текущие цены на приборы, программное обеспечение и аксессуары. Прайс-листы можно посмотреть или скачать в форматах Excel и PDF.

**«Каталог продукции»** является наиболее посещаемым разделом сайта. В настоящее время «ГТС-2000» представляет продукцию ведущих мировых компаний-производителей: Trimble Navigation (США), Topcon Corp. (Япония), Radiodetection (Англия), Seba KMT (Германия), THALES Navigation (Франция), Leica Geosystems (Швейцария), Point, Inc. (Канада) и Garmin International, Inc. (США).

«Каталог продукции» содержит следующие страницы: спутниковое геодезическое оборудование, оптико-электронные приборы, лазерные рулетки и дальнометры, лазерные приборы, трассоискатели и георадары, программное обеспечение и персональные спутниковые навигаторы. На каждой из страниц каталога можно увидеть фотографии приборов и их краткое описание. Информация структурирована по типам приборов и сопровождается ссылками, соержжащими подробные технические характеристики каждого прибора. Здесь же можно ознакомиться с комплектацией приборов, списком совместимых аксессуаров и принадлежностей.

Раздел **«Новости»** содержит новости компаний-производителей оборудования, различных за-

рубежных и отечественных источников, компании «ГТС-2000», а также статьи и обзоры по геодезии, геоинформатике, навигации и др.

Интересным и своеобразным информационным ресурсом сайта является бегущая строка **«Горячие новости»**, которая присутствует в разделах «Новости» и «Прайс-лист». Текст, видимый в бегущей строке, оперативно размещается менеджерами компании «ГТС-2000» непосредственно со своих рабочих мест и меняется в режиме реального времени, благодаря удобному web-интерфейсу системы администрирования сайта Content manager (CMS).

За время работы Интернет-сайта стало ясно, что он является не только эффективным инструментом рекламы компании и предлагаемой продукции, но и необходимым и интересным информационным ресурсом для клиентов, технических специалистов и представителей служб снабжения потенциальных заказчиков. Более 50% клиентов обратились в компанию «ГТС-2000», благодаря Интернет-сайту. В настоящее время Интернет-сайт компании «ГТС-2000» продолжает активно развиваться и ее специалисты готовы принять любые советы, предложения или критику, чтобы сделать его еще лучше.

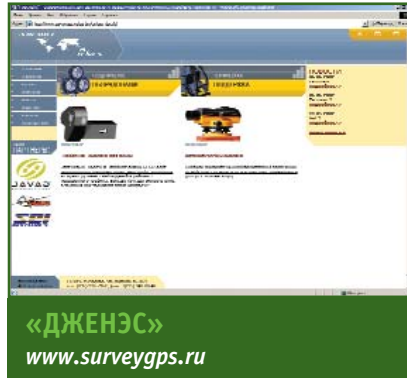
## RESUME

A brief description is given for the «Geotekhservice-2000» company's Web-site. The company offers an up-to-date geodetic and navigation equipment and introduces satellite, optico-electronic and laser technologies, developed by the foreign and Russian companies.





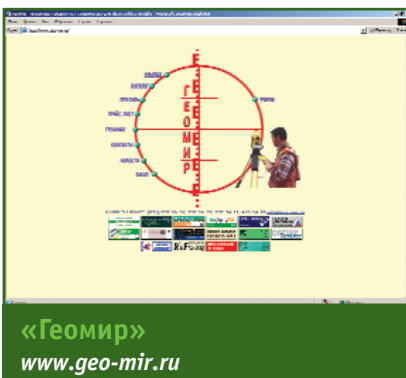
«Геокосмос»  
www.geokosmos.ru



«ДЖЕНЭС»  
www.surveygps.ru



Trimble Navigation  
www.trimble.ru



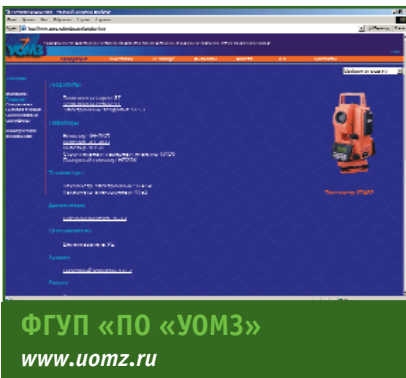
«Геомир»  
www.geo-mir.ru



НПП «Геосистема»  
www.vingeo.com



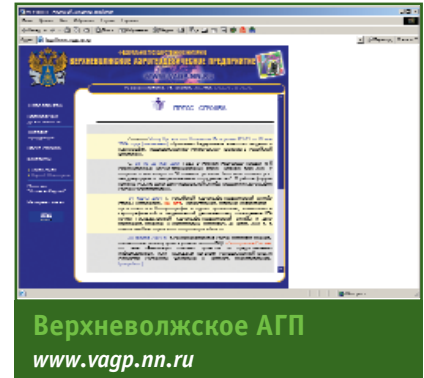
«Геостройизыскания»  
www.gsi2000.ru



ФГУП «ПО «УОМЗ»  
www.uomz.ru



ФГУП «РНИИ КП»  
www.rniikp.ru



Верхневолжское АГП  
www.vagp.nn.ru



«Геотехсервис-2000»  
www.gts2000.ru



GEOFORM+  
www.geoform.ru



INTERGEO-2004  
www.intergeo2004.de

# САБЛИНСКАЯ БАЗИСНАЯ СЕТЬ<sup>1</sup>

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

В 1981 г. окончил факультет геодезии МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». Работал инженером-геодезистом, начальником партии в проектно-изыскательской организации управления архитектуры г. Минска (Белоруссия). С 1992 г. работает в СП «Кредо-Диалог», в настоящее время — технический директор.

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

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

Окончательные результаты в системе координат WGS-84, полученные после камеральной обработки, оказались следующими:

— **длина стороны Поги–Кабози — 27480,4800 м;**  
— **геодезический азимут с Кабози на Поги — 142°02'08,75".**

Средняя квадратическая ошибка определения стороны, рассчитанная по формуле:

$$m_s^2 = (\Delta X^2 \delta_x^2 + \Delta Y^2 \delta_x^2 + \Delta Z^2 \delta_x^2) / S^2,$$

составила  $\pm 0,009$  м.

Теперь вставала задача: что с чем и как сравнивать? Путь решения, вроде бы, напрашивался сам собой — необходимо привести современные измерения к тем реалиям, которые существовали в начале XX века. Для того, чтобы узнать, как проводилась обработка измерений нашими предшественниками и какие факторы учитывались, ушло немало времени.

Для адекватного сравнения результатов измерений начала XX века и современных, спутниковые определения в WGS-84 были редуцированы на эллипсоид Бесселя. При этом использовались следующие исходные положения.

1. В работах Военно-топографического управления по

Саблинской базисной сети и последующих работах по созданию СК-32 в 1920-х гг. высота геоида над поверхностью референц-эллипсоида (эллипсоид Бесселя, 1841 г.) принималась равной нулю, астрономический азимут стороны Саблино–Бугры — равным геодезическому, то есть  $A_0 = \alpha_0$  [4].

2. Длина выходной стороны базисной сети [5] Поги–Кабози равна 27480,161 м. Однако для выходной стороны базисной сети Поги–Кабози А.В. Граур [6], ссылаясь на «Материалы по триангуляции I Кл.» (вып. 6, с. 32), приводит значение длины выходной стороны, равное 27480,154  $\pm 0,177$  м.

3. Для редуцирования приняты параметры эллипсоида Бесселя:  $a = 6377397,155$  и  $b = 6356078,963$  ( $e = 0,0816968312225271$ ).

4. Радиус кривизны эллипсоида на выходной стороне принят постоянным, дуга рассматривается как дуга окружности с радиусом кривизны эллипсоида по азимуту стороны Поги–Кабози. Эти допущения вполне обеспечивают необходимую точность расчетов.

5. В работах ВТУ 1910–1934 гг. аномалии высот принимались равными нулю, поэтому для сравнения резуль-

татов измерений нормальные высоты Поги (88,2 м) и Кабози (103,4 м) приняты равными эллипсоидальным.

Средний радиус кривизны  $R_m$  рассчитан по известным (например, [7]) формулам кривизны меридиана и первого вертикала:

$$R_m = a\sqrt{(1-e^2)/(1-e^2\sin^2 B)} = 6387812,286$$

Для расчетов среднего радиуса кривизны для стороны Поги–Кабози, редуцирования линии на эллипсоид использованы формулы (VI.26), (IX.51 и IX.52) из [4]:

$$R_A = R_m(1 - 1/2e^2\cos^2 B\cos 2A) = 6386475,$$

$$c = \sqrt{(S^2 - (H_2 - H_1)^2) / ((1 + H_1/R_A)(1 + H_2/R_A))} = 27480,064,$$

$$S_0 = c + c^3/24R_A^2 + 3c^5/640R_A^4 = 27480,085.$$

**Разность результатов спутниковых определений и длины выходной стороны базисной сети Саблино по работам 1910–1911 гг. составила 0,069 м, или 1:400 000. Это существенно выше требований нормативных документов первой половины XX века и соответствует инструкции о построении государственной геодезической сети 1961 г.**

Так как в материалах [5] приводятся значения измерен-

<sup>1</sup> Окончание. Начало в № 3-2004.

## Результаты определения длины выходной стороны Поги-Кабози

Измерения	Обработка	Длина на эллипсоиде Бесселя, м	Средняя квадратическая ошибка по результатам обработки, м	Разности $L_1 - L_2$ , м	Относительная ошибка разности
1910–1911 г., угловые измерения в базисной сети, прибор Едерина для измерения базиса с последующим вычислением выходной стороны	Данные «ручных» вычислений из [3, с. 76; 2, с. 13]	27480,154	$\pm 0,177$	0,069	1:400 000
2003 г., GPS, непосредственные измерения выходной стороны	CREDO_DAT, Pinnacle	27480,085	$\pm 0,009$	0	—
1910–1911 г., угловые измерения в базисной сети, прибор Едерина для измерения базиса с последующим вычислением выходной стороны	ТРАНСКОР, CREDO_DAT	27480,124	$\pm 0,146$	0,039	1:700 000

ных и приведенных к центрам знаков сферических углов, возникло естественное желание уравнивать измерения, выполненные при построении Саблинской базисной сети, с использованием современных программных средств. Такая обработка была произведена в программном продукте CREDO\_DAT. Для этого программой ТРАНСКОР значения геодезических координат пункта Саблино, взятые из [5, с. 132], были пересчитаны в прямоугольные координаты в проекции Гаусса-Крюгера. Осевой меридиан зоны, как и при обработке военными топографами, принят проходящим через пункт Пулково, использованы параметры эллипсоида Бесселя. Сеть уравнена как свободная, с принятой из [5, с. 13] «жесткой» стороной Бугры–Саблино, равной 12676,383 (на плоскости — 12676,400) и

азимутом  $317^{\circ}02'50,63''$  [4, с. 140].

По результатам обработки средняя квадратическая ошибка измерения угла составила  $0,98''$ . В [5, с. 8] эта величина оценена военными топографами в  $1,07''$ .

Длина выходной стороны, уравненной на плоскости и редуцированной на эллипсоид Бесселя, составила 27480,124 м. Сводка результатов определения длины выходной стороны Поги-Кабози Саблинской базисной сети различными способами приведена в таблице.

Анализ приведенных данных свидетельствует о высочайшем качестве полевых работ, выполненных российскими топографами в 1910–1911 гг. с применением примитивной (по современным меркам) техники<sup>2</sup>.

Гораздо сложнее оказалась задача сравнения азимутов.

Саблинская базисная сеть ориентирована по астрономическому азимуту стороны Бугры–Саблино, равному  $136^{\circ}54'49,95'' \pm 0,28''$  [5, с. 5]. Для корректного сравнения азимутов, полученных в 1910–1911 гг. и 2003 г., необходимо иметь значительный объем материала, позволяющий определить ориентирование эллипсоида Бесселя в СК–32 относительно WGS–84. Эта задача была решена нами следующим образом.

Геодезические координаты сохранившихся пунктов сети Поги и Кабози, полученные в 2003 г. в системе WGS–84, были приняты за исходные. Используя программы ТРАНСКОР и CREDO\_DAT, были вычислены геодезические координаты пунктов Бугры и Саблино, по которым в программе Trimble Geomatics Office рассчитан азимут стороны Бугры–Саблино,

<sup>2</sup> Техника, которую мы называем «примитивной (по современным меркам)», была самой совершенной и точной для своего времени. Угловые измерения выполнялись с помощью высокоточного теодолита «УИ Гильдебранда», имевшего лимбы диаметром 21 см и микроскопы, обеспечивающие точность  $2''$ . При этом наблюдения проводились не на визирные цилиндры, а только на гелиотропы и фонари. Базисные измерения выполнялись с помощью прибора Едерина, который широко применялся для базисных и точных измерений в специальных сетях вплоть до 1980-х гг. (Прим. авторов).



оказавшийся равным  $136^{\circ}54'48,0''$ , т. е. разность  $A_{1911} - A_{WGS-84}$  составила около  $2''$ . Исправив на эту величину азимут стороны Кабози–Поги, определенный в WGS–84, получили его значение на эллипсоиде Бесселя —  $142^{\circ}02'10,7''$ . В [6, с. 132] приведен азимут этой стороны, равный  $142^{\circ}02'11,2''$ . Таким образом, несмотря на достаточно примитивный прием сравнения, **разность определений, разнесенных практически на век, составила около  $0,5''$** .

Современный геодезист, использующий последние достижения научной и технической мысли — это высокообразованный специалист, которого не могут не волновать его профессиональные корни. Отечественная геодезия насчитывает столетия труда землемеров, межевиков, писцов картографи-

ческих «чертежей». Поэтому значение выполненной работы не исчерпывается ее историко-научной стороной. Сохранение геодезических пунктов, имеющих историческое значение, работа на них — это знак преемственности, дань памяти и уважения труду многих поколений наших предшественников по профессии.

В реализации проекта, результаты которого приведены в данной статье, так или иначе, участвовало большое количество специалистов из разных организаций. Авторы статьи выражают глубокую признательность всем, кто оказал помощь в поиске исторических и научно-технических материалов, принял участие в проведении полевых и камеральных работ. Отдельная благодарность В.Б. Капцюгу и М.А. Латышеву.

▼ **Список литературы**

4. Зданович В.Г., Белоликов А.Н. и др. Высшая геодезия. — М.: Недра, 1970.
5. Материалы для триангуляции первого класса в европейской части СССР. Приложение ко II части LXXIII тома записок корпуса военных топографов. — М., 1924.
6. Граур А.В. Практическая геодезия. — М.: ОНТИ, главная редакция геолого-разведочной и геодезической литературы, 1934.
7. Закатов П.С. Курс высшей геодезии. — М.: Недра, 1976.

**RESUME**

The comparative estimates of the measurements obtained in 2002 and at the beginning of the XX<sup>th</sup> century are given. The difference in the length of the Sablino base network baseline obtained using satellite techniques and the data of 1910–1911 was 0,069 m or 1:400,000. The difference in determining the azimuth of the Kabozi-Pogi line comprised about  $0,5''$ .

		<h1>Smart 3100 IS</h1>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● ОДНОЧАСТОТНАЯ (L1) GPS СИСТЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КЛАССА</li> <li>● В ОДНОМ КОРПУСЕ СОВМЕЩЕНЫ - GPS ПРИЕМНИК, GPS АНТЕННА, АККУМУЛЯТОРЫ И ПАМЯТЬ</li> <li>● ЛЕГКАЯ, КОМПАКТНАЯ И ЗАЩИЩЕННАЯ КОНСТРУКЦИЯ</li> <li>● ПРОСТОЕ УПРАВЛЕНИЕ И НАГЛЯДНАЯ ИНДИКАЦИЯ</li> <li>● ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВНЕШНИЙ КОНТРОЛЛЕР</li> <li>● КРАЙНЕ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ</li> </ul>			
		<p style="font-size: 2em; color: red; font-weight: bold;">от 100 000 руб.</p>	
			
		<p><b>НПК "GPScom"</b>                  109388, Россия, Москва                  ул. Полбина, д.3, стр.1                  тел.: (095) 232 2870                  факс: (095) 354 0203                  sales@GPScom.ru                  http://www.GPScom.ru</p>	
<p><b>ИДЕАЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ СЪЕМОК С ПОСТОБРАБОТКОЙ</b></p>			

# ГИС «ФУТБОЛ»

**Р.Ю. Воробьев** (Институт проблем управления РАН)

Студент V курса факультета автомобильного транспорта МАДИ (ГТУ) по специальности «телематика на автомобильном транспорте». С 2003 г. по настоящее время — техник Института проблем управления РАН.

**А.С. Горященко** (ООО «УНИИНТЕХ»)

Окончил факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математик — системный программист». С 2002 г. по настоящее время — программист ООО «УНИИНТЕХ».

Проекты, выполненные на основе геоинформационных систем, неоднократно представлялись в различных периодических изданиях, не исключая и журнал «Геопрофи». Они касались различных областей деятельности: от создания справочно-информационных систем городов до сложных задач оценки и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий.

Представляемый проект, несмотря на его необычное применение, является строгим геоинформационным проектом, использующим возможности пространственного анализа ГИС. Идея создания ГИС «Футбол» появилась во время поездки ав-

торов с футбольной командой «Торпедо» (Москва) на европейский кубок по футболу в 2003 г. В настоящее время ГИС «Футбол» в течение года используется тренерским составом этой команды.

При создании системы перед разработчиками стояло несколько технических и теоретических задач.

Первая — выбор геоинформационной системы для отображения пространственного положения и анализа действий каждого игрока и команды в целом во время матча.

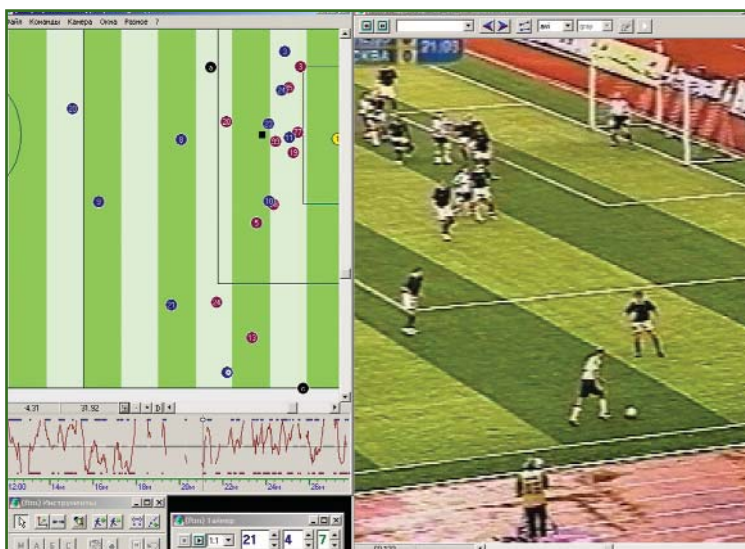
Вторая — создание методики и выбор средств сбора информации о каждом игроке в течение матча.

Третья — преобразование собранной информации об игроках в формат геоинформационной системы, создание динамической модели действий каждого игрока и ее связь с видеоизображением матча.

Четвертая — разработка критериев оценки тактико-технических действий отдельного игрока и всей команды, разработка алгоритмов получения этих оценок и форм их представления для дальнейшего использования результатов тренировок команд.

Пятая — обучение тренерского состава использованию ГИС «Футбол» для демонстрации опасных моментов при разборе матча с игроками, а главное — самостоятельного углубленного анализа конкретного матча или серии футбольных матчей, а также расширение аналитических возможностей ГИС «Футбол».

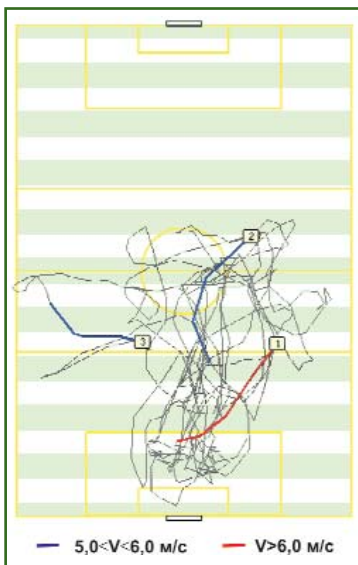
В качестве геоинформационной системы была выбрана ГИС «Нева», которая разрабатывается ИПУ РАН с 1990 г. и в настоящее время используется различными предприятиями для создания и обновления карт. Одним из модулей в этом программном комплексе является «Автокоррелятор» для «сшивки» снимков при составлении фотопланов. В данном проекте «Автокоррелятор» используется для полуавтоматического распознавания движения игроков.



**Рис. 1**

Экранная копия ГИС «Футбол» с ситуацией на поле (видео) и положением игроков

Для сбора информации об игроках применяется цифровая видеокамера JVC GR-DV500e. При съемке матча две видеокамеры устанавливаются на противоположных сторонах футбольного поля, на расстоянии около 30 м от боковой линии по диагонали, таким образом, чтобы обеспечить обзор половины футбольного поля каждой камерой с перекрытием противоположной. Съемка матча ведется в обычном режиме.



**Рис. 2**  
Траектории рывков и ускорений футболиста

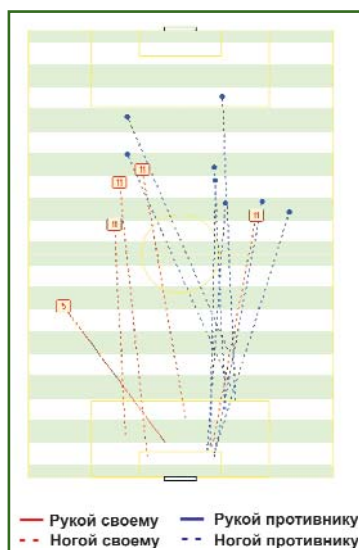
Изображение отснятого матча автоматически переводится в формат ГИС «Футбол». В полученном цифровом видеоизображении информация, не относящаяся к действиям игроков, закрывается титрами. На экране компьютера игроки отображаются на футбольном поле (в его границах) в виде точек, с указанными внутри них номера игрока. По этим данным строится мультимедийный фильм, который автоматически связывается с видеофильмом матча. Это позволяет в любой момент остановить фильм и наблюдать положение игроков на футбольном поле. Такая возможность ГИС «Футбол» используется трене-

ром команды для рассмотрения различных ситуаций, возникших во время футбольного матча (рис. 1).

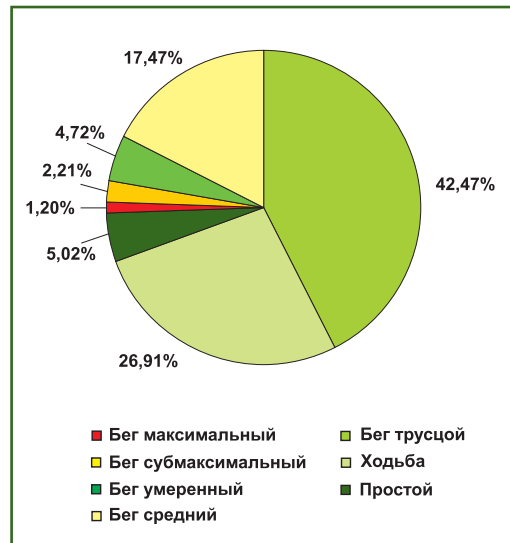
Алгоритмы, разработанные специалистами Московской государственной академии физической культуры под руководством заведующего кафедрой футбола и хоккея В.С. Левина, позволяют строить до 15 показателей действий игрока, в том числе:

- протяженность расстояния, которое пробежал игрок во время матча;
- количество передач (коротких, длинных, средних);
- протяженность и время ведение мяча за весь матч;
- количество обводок;
- количество ударов по воротам и результативность этих ударов;
- перехват мяча (вверху, внизу);
- отбор мяча и др.

По этим алгоритмам в ГИС «Футбол» строятся таблицы, диаграммы и графики тактико-технических действий отдельных игроков и команды в целом (рис. 2–4). И это не предел, так как исходные данные представлены в цифровом виде, что дает возможность их строгой мате-



**Рис. 3**  
Действия вратаря (нападение)



**Рис. 4**  
Характеристики двигательной активности команды

матической обработки.

Таким образом, тренер получает объективную и надежную информацию. Остается ее проанализировать и сделать конструктивные выводы. Вот здесь и возникает наиболее сложная задача: не утонуть в многообразии показателей, выделить главное, обнаружить закономерности. В этом вопросе тренеру должны оказывать помощь специалисты — аналитики и психологи. А далее выступает интуиция и опыт тренера.

Вероятно, данная разработка может быть интересна и для других, более динамичных, спортивных игр (хоккей, баскетбол, ручной мяч, волейбол и др.).

**RESUME**

The «Football» GIS has been developed based on the «Neva» geoinformation system. This GIS was used in 2004 by the coaches of the «Torpedo» football team (Moscow). The geoinformation project based on the digital imaging data of a football game provides for a spatial analysis of the actions of both each football-player and the team as a whole as well as for the retrieval of up to 15 indices in the form of tables, diagrams and graphs.



# Быть всегда на шаг впереди



1971 – Первый Тахеометр



1990 – Первый Роботизированный Тахеометр



1953



1994 – Первая RTK GPS Система



1990 – Первый роботизированный тахеометр

## Расширяя свои возможности

Революция в технологиях измерений 20 века решительно изменила работу геодезиста. С появлением в 1953 году электронного дальномера закончилась эра трудоемких базисных измерений. Объединив электронный дальномер и цифровой теодолит, первый тахеометр кардинально упростил полевые геодезические работы. А после появления первого роботизированного тахеометра и первой GPS системы для кинематики реального времени геодезист освободился от необходимости стоять за инструментом и сам стал контролировать процесс измерения точек. Команда Trimble нового тысячелетия осталась верной духу первооткрывательства, выпустив первый в мире тахеометр со встроенной графической системой Windows CE и цветным дисплеем.

Новый полевой компьютер ACU добавил в тахеометры серии Trimble 5600 Servo, Autolock™ и Robotic цветной экран и обеспечил высокую скорость вычислений. Цветной графический дисплей с сенсорным управлением и удобное крепление контроллера ACU на вешке позволяют полевым бригадам просматривать результаты и вносить исправления непосредственно в ходе съемки. Все ошибки и пропуски обнаруживаются сразу в поле, что исключает необходимость повторной съемки. А роботизированная конфигурация обеспечивает еще большее удобство в работе, избавляя вас от мешающих соединительных кабелей. С Trimble вы всегда на шаг впереди на всех этапах работ, от замысла до их завершения

Свяжитесь с дистрибьютором Trimble и вы узнаете, как еще больше расширить свои возможности и сохранить лидерство впереди.

ЗАО НПП "Навгеоком"  
Тел: (095) 747-5131  
Факс: (095) 747-5130

129278, Москва, ул. Павла Корчагина, 2 оф.2408  
E-mail: sales@agp.ru  
Internet: www.agp.ru

## WWW.TRIMBLE.COM

Московское Представительство Trimble Export Limited  
125047, Москва, 1-ая Тверская-Ямская, 23, офис 27  
Тел: +7 095 258 6012, факс: +7 095 258 6010  
E-mail: Alexander\_Valdovsky@trimble.com



## ПЕРЕДОВЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

- Графическая операционная система Windows CE.
- Высокая скорость съемки.
- Мощная полевая программа Trimble Survey Controller.
- Посетите сайт [www.trimble.com/pole](http://www.trimble.com/pole) для более подробной информации.





## NEW – частота сканирования – 100 kHz



Трехмерная модель городской застройки по результатам воздушного лазерного сканирования

### ЛАЗЕРНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ВОЗДУШНОГО БАЗИРОВАНИЯ ALTM 3100



ALTM 3100 – самый современный в мире прибор лазерного картографирования земной поверхности.

ALTM 3100 позволяет регистрировать до 4-х отражений каждого излученного лазерного импульса, посылаемых с частотой до 100 000 измерений в секунду.

ALTM 3100 позволяет за один проход снимать сектор поверхности шириной 3255 м с высоты 3500 м со скоростью 300–400 км в час, получать цифровую модель рельефа с плотностью 4 точки на 1 кв. м.

Высокая точность и плотность точек лазерных отражений позволяет создавать крупномасштабные цифровые топографические планы и карты масштаба 1:1000, цифровые модели рельефа (съемка больших территорий, линий электропередач, продуктопроводов, железных и автомобильных дорог).

Уникальные технологические разработки компании «Геокосмос» позволяют обрабатывать данные и получать крупномасштабные цифровые топографические планы и карты масштаба 1:1000, цифровые модели рельефа со скоростью съемки.

Компания «Геокосмос» — авторизованный дистрибутор воздушной лазерной сканирующей системы ALTM производства Optech Inc. (Канада) по всему миру (за исключением Японии, Тайваня и Южной Африки), причем на территории России и стран бывшего СССР, включая страны Балтии, компания Геокосмос наделена исключительными правами.