

#5  
2013

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

# ТЕОДОР

10 лет

**JAVAD**

Золотой спонсор

СИСТЕМА ТОЧНОГО  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБТИ

GNSSTOOLKIT – БИБЛИОТЕКА  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ГНСС

ГНСС-ОРИЕНТИРОВАННАЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ Z-BLADE

ТРЕХМЕРНОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДОВ

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ  
И ПЛАНЫ ПО ДАННЫМ БПЛА

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ  
КОСМИЧЕСКИЙ  
МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ

ТЕХНОЛОГИИ LEICA GEOSYSTEMS  
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

КОМПЛЕКСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
В РАЙОНЕ ГОРЫ МАЛЫЙ АХУН



# Технологии, применяемые для сохранения объектов культурного наследия

ГИА «Иннотер» и его партнёры используют различные технологии для визуализации памятников истории и культуры.

## 4п-фотопанорамы и виртуальные фототуры



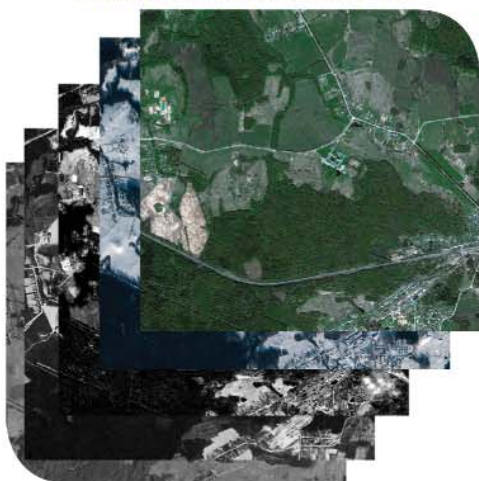
4п-фотопанорама – это виртуальная сфера, на внутреннюю поверхность которой «натянута» фотоизображение. Панорамы можно встроить в веб-сайт, объединить в виртуальный тур или же сделать частью 3D-модели местности (в том числе методами неогеографии). Примеры наших моделей, созданных на базе геоинтерфейса Google Earth, можно посмотреть по следующим ссылкам: <http://stonegraves.su/>, <http://vprotvino.ru/>

## 3D-моделирование памятников



Мы создаём модели памятников с помощью обработки специально отснятого фотоматериала. Особенность фотографирования такая, что необходимо делать круговую съёмку вокруг объекта, акцентируя внимание на мелких деталях, чтобы каждый сантиметр поверхности попал хоть на один снимок. Компьютерная обработка происходит в полуавтоматическом режиме и в результате получается трёхмерная модель отснятого монумента.

## Подбор разновременных ДЗЗ



Для того чтобы можно было оценить динамику развития любой территории, мы подбираем материалы ДЗЗ, обладающие высоким временным разрешением. В частности, для создания 3D-модели Бородинского поля были собраны аэро- и космоснимки, охватывающие период с 1941 по 2012 гг.

## Восстановлению исторического образа местности



ГИА «Иннотер» и группой «Неогеография» была разработана концепция моделирования космических снимков былых исторических эпох, на основе которой, в частности, был создан цветной космический снимок территории Бородинского поля сверхвысокого (привычного нашим современникам) разрешения 0,5 м/пиксель, но соответствующего по состоянию местности 1812 году.

11-я Международная выставка  
геодезии, картографии, геоинформатики

14–16 октября 2014  
Москва, ВВЦ

объединяя опыт

помогаем найти решение



забронируйте стенд на

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

- Оборудование и технологии для геодезии и геофизики
- Геоинформационные системы
- Исследование и моделирование местности, взаимосвязи объектов
- Навигация и мониторинг транспорта

Организатор:



Тел.: +7 (495) 935 81 00  
E-mail: [geoformexpo@ite-expo.ru](mailto:geoformexpo@ite-expo.ru)

Официальный спонсор:



При поддержке:



Генеральный  
информационный спонсор:



# ТОРСОГ

Быстрый.  
Точный.  
Элегантный.



[www.gsi.ru](http://www.gsi.ru)  
(495) 921-22-08

Редакция благодарит компании,  
поддержавшие издание журнала:

JAVAD GNSS (Золотой спонсор),  
ГИА «Иннотер», «АртГео»,  
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»,  
Московское областное БТИ, «Совзонд»,  
Группа компаний CSoft, Pacific Crest,  
«ЕвроМобайл», VisionMap, FOIF,  
«ГеоКонтинент», «ГеоНавигация»,  
«Йена Инструмент», «Кредо-Диалог»,  
«Геодезические приборы»,  
НАВГЕОКОМ, КБ «Панорама»,  
«Ракурс», «Геометр-Центр»,  
Навигационно-геодезический центр

Издатель  
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор  
**В.В. Groшев**

Главный редактор  
**М.С. Романчикова**

Редактор  
**Т.А. Каменская**

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

Дизайн макета  
**И.А. Петрович**

Дизайн обложки  
**И.А. Петрович**

Интернет-поддержка  
**А.С. Князев**

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

Интернет-версия  
www.geoprofi.ru

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

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

ISSN 2306-8736

Периодичность издания —  
шесть номеров в год.

Индекс для подписки в каталоге  
Агентства «Роспечать» 85153.

Тираж 5000 экз. Цена свободная

Номер подписан в печать 03.10.2013 г.

Печать Издательство «Проспект»

## ТЕХНОЛОГИИ

- В.А. Шеполухин  
**СИСТЕМА ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ** 5
- А.Г. Пахмурин  
**ТРЕХМЕРНОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЮБИЛЕЙНОГО  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)** 8
- Т.А. Богатова, А.И. Кужелева, А.А. Пеньков,  
Д.Н. Пожидаев, А.В. Сметанюк, Д.Н. Степанов  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУРОРТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО  
КОМПЛЕКСА В СОЧИ** 21
- В.А. Панцаков  
**СОЗДАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ  
В ГИС «КАРТА 2011» НА ОСНОВЕ ДАННЫХ БПЛА** 40
- ТЕХНОЛОГИЯ СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ  
Z-BLADE** 44
- В.А. Горбунов, Ю.И. Кантемиров  
**РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
ДЕФОРМАЦИЙ ТЕРРИТОРИИ В РАЙОНЕ ГАЙСКОГО ГОК** 50
- М.А. Капитонов, М.И. Татарченко  
**GNSSTOOLKIT — НОВАЯ БИБЛИОТЕКА  
ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ РАСЧЕТОВ В ОБЛАСТИ  
СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ** 57

## ТЕХНОЛОГИИ LEICA GEOSYSTEMS

- В.В. Крыленко  
**ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ГНСС LEICA GEOSYSTEMS  
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ** 15

## НОВОСТИ

- СОБЫТИЯ** 30
- ОБОРУДОВАНИЕ** 35
- ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ** 36
- ИЗДАНИЯ** 38

## ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ 63

# Картографируя Мир с Visionmap А3



## Семейство А3 Цифровых Аэрокамер

Производительность аэросъёмки - тысячи кв. км в день.  
Плановые и перспективные аэроснимки - одной камерой в одном полёте.

## Программное обеспечение А3 LightSpeed

Полностью автоматическая система наземной обработки – аэотриангуляция, ЦММ, стерео модели, ортофотопланы, плановые и перспективные гео-ориентированные аэроснимки, 3D модели городов.



## Выполнение по Вашему индивидуальному заказу

Возможность разработки «под заказ», разнообразие аэросъёмочных и наземных систем обработки позволяют поставить А3 систему в соответствии с Вашими задачами и возможностями.

# СИСТЕМА ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**В.А. Шеполухин** (Московское областное БТИ)

В 1999 г. окончил инженерный факультет Курского государственного технического университета (в настоящее время — Юго-Западный государственный университет). Преподавал на кафедре теоретической механики и мехатроники Курского ГТУ. С 2005 г. работает в Московском областном БТИ (ГУП МО «МОБТИ»), в настоящее время — начальник отдела системы точного позиционирования. Кандидат технических наук.

Благодаря глобальным навигационным спутниковым системам (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS спутниковое позиционирование и навигация стали неотъемлемой частью не только профессиональной деятельности, но и повседневной жизни миллионов людей. Вместе с тем активно развивающиеся сети наземных референционных станций, позволяющие определять координаты точек на земной поверхности с точностью в несколько сантиметров, остаются важным инструментом, в первую очередь, профессионалов, работающих в области землеустройства, строительства, кадастровых работ, технической инвентаризации и т. п.

Использование систем точного позиционирования (СТП) при проведении геодезических измерений позволяет исключить такие трудоемкие операции, как выбор опорного пункта для установки базовой станции, транспортировка и установка оборудования, центрирование прибора на базовой станции и измерение высоты антенны, а также техническое обслуживание, ремонт оборудования и др.

## ▼ СТП МОБТИ

Системы точного позиционирования, состоящие из референционных станций, работающих в единой сети, существуют во многих регионах России. В частности, в Московской области ус-

пешно функционирует несколько подобных систем, однако только одна из них — система точного позиционирования Московского областного БТИ (СТП МОБТИ) — внесена Росстандартом в государственный реестр средств измерений.

СТП МОБТИ состоит из пятнадцати действующих в круглосуточном режиме стационарных референционных станций, каждая из которых оснащена антенной и приемником ГНСС, а также средствами связи (рис. 1). На станциях используются фазовые многоканальные приемники

Leica GRX 1200+, обеспечивающие прием сигналов от спутников ГНСС как ГЛОНАСС в частотных диапазонах L1 и L2, так и GPS (NAVSTAR) на частотах L1, L2, L2C и L5.

Зоны действия референционных станций сети СТП МОБТИ охватывают всю территорию Московской области и перекрываются между собой, обеспечивая работу пользователей одновременно с несколькими станциями, что гарантирует постоянную точность определения координат внутри сети. На приемник пользователя передается кор-



**Рис. 1**

Схема расположения сети референционных станций СТП МОБТИ

ректирующая информация, позволяющая определить местоположение антенны приемника относительно станций СТП МОБТИ. Как и большинство аналогичных систем, СТП МОБТИ позволяет измерять координаты как в режиме реального времени (RTK), так и в режиме постобработки. Кроме того, в режиме RTK пользователь может получить доступ к корректирующей информации, сформированной на основе данных сети СТП МОБТИ, по Интернет-протоколу NTRIP с сообщением формата VRS при проведении работ по определению своего местоположения.

Для централизованного управления сетью и работы с данными, получаемыми станциями, в архитектуре СТП МОБТИ предусмотрен вычислительный центр, включающий как соответствующие аппаратные, так и программные средства.

Средства связи референционных станций обеспечивают постоянную передачу в вычислительный центр данных, которые автоматически архивируются и преобразовываются в формат RINEX. После формирования дифференциальных поправок средства связи вычислительного центра транслируют их авторизованным пользователям, работающим в режиме RTK.



**Рис. 2**  
Антенна ГНСС, стационарно установленная на референционной станции СТП МОБТИ

Создание СТП МОБТИ началось в 2010 г. и проходило в несколько этапов. Первый этап включал разработку проектной документации, закупку оборудования и программного обеспечения. На втором этапе выбиралось местоположение референционных станций ГНСС, на каждой из которых проводилась установка стационарной антенны ГНСС (рис. 2), размещение приемника ГНСС (рис. 3), специализированного оборудования и средств связи. На этом этапе был оборудован и оснащен необходимой аппаратурой и программными средствами вычислительный центр (рис. 4), проведена отладка работы сети и вычислены координаты фазовых центров антенн референционных станций СТП МОБТИ в системе координат WGS-84 (ITRF-2005) со средней квадратической погрешностью менее 1 см относительно станций IGS (International GNSS Service).

На последнем этапе проводилась работа по внесению СТП МОБТИ в Государственный реестр средств измерений. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) 26 декабря 2012 г. выдало бессрочное свидетельство об утверждении типа средств измерений на сеть референционных станций СТП МОБТИ. Интервал поверки сети — 2 года (рис. 5).

В феврале 2013 г. Научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ») была проведена первичная поверка СТП МОБТИ и выдано свидетельство сроком действия до 5 февраля 2015 г. По результатам поверочных работ были установлены метрологические характеристики, в соответствии с которыми среднее квадратическое отклонение плановых координат съемочных точек, определяемых пользователем в зоне действия сети в режиме реального времени, сос-



**Рис. 3**  
Приемник ГНСС референционной станции

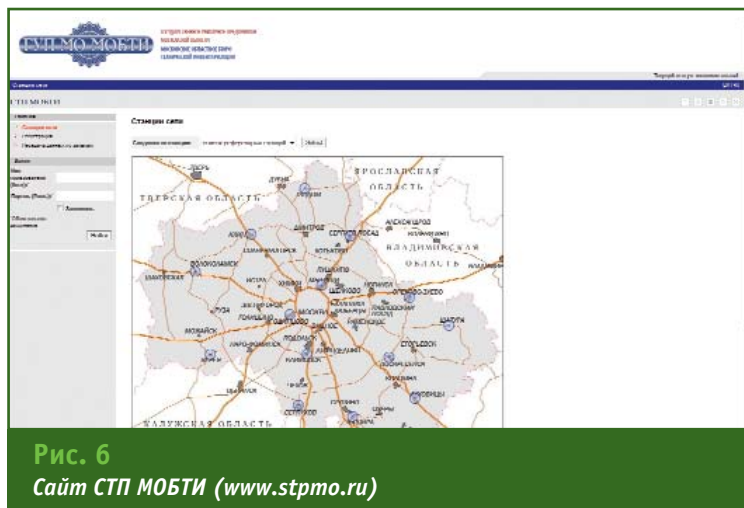


**Рис. 4**  
Вычислительный центр СТП МОБТИ



**Рис. 5**  
Свидетельство об утверждении типа средств измерений — Система измерительная — сеть опорная базисная активная — «СТП МОБТИ»





**Рис. 6**  
Сайт СТП МОБТИ ([www.stpmo.ru](http://www.stpmo.ru))

тавляет не более 50 мм в системе координат СТП МОБТИ. Фактическая точность определения координат пользователем зависит также от условий приема спутниковой информации на точке измерений.

Для определения координат точек в местной системе координат необходимо выполнить переход от WGS-84 к МСК-50, используя параметры перехода. На всей территории Московской области при пересчете используются наборы локальных параметров перехода, сформированные по административным районам. Пересчет в местную систему координат выполняется в отделе системы точного позиционирования ГУП МО «МОБТИ».

После перехода в МСК-50 из-за особенностей качества координат пунктов государственной геодезической сети, закрепляющих на местности систему координат МСК-50, среднее квадратическое отклонение плановых координат точек, определяемых пользователем, может составить от 60 до 80 мм, в зависимости от района работ.

Основным преимуществом работы в режиме RTK является значительное сокращение времени на определение координат по сравнению с другими геодезическими методами. Это позволяет провести измерение большого количества точек в течение съемочного дня. Накопленный в

ГУП МО «МОБТИ» опыт показывает, что этот метод дает значительное преимущество, особенно при измерениях протяженных линейных объектов (ЛЭП, автодороги, обводные каналы и т. д.). Так, при проведении кадастровых работ с определением характерных точек контуров объектов за один рабочий день сотрудник, в среднем, получает координаты 200–300 точек на участке ЛЭП протяженностью 10–13 км и 300–500 точек на обводных каналах на участке длиной 7–10 км.

В настоящее время кадастровые инженеры, геодезисты, инвентаризаторы и другие специалисты всех филиалов Московского областного БТИ активно используют возможности СТП МОБТИ при проведении кадастровых и землеустроительных работ, межевания, инженерно-геодезических изысканий, технической инвентаризации.

В апреле 2013 г. Московское областное БТИ приступило к коммерческому использованию СТП МОБТИ и сегодня постоянными клиентами системы являются десятки организаций, осуществляющих свою деятельность на территории столичного региона.

Активное расширение числа сторонних пользователей СТП МОБТИ обуславливается не только очевидными технологическими преимуществами систе-

мы, но и гибкой ценовой политикой. Стоимость предоставления корректирующей информации для определения координат точек в режиме реального времени, измерительной информации с референчных станций СТП МОБТИ в формате RINEX, вычисления и перевычисления координат значительно ниже среднерыночных.

Получить детальную информацию о возможностях СТП МОБТИ и бесплатный тестовый доступ к системе можно на сайте [www.stpmo.ru](http://www.stpmo.ru) (рис. 6).

### ► Прогнозы на будущее

Системы точного позиционирования за сравнительно небольшой срок завоевали признание у специалистов различных отраслей, однако темпы развития технологий позволяют сделать вывод, что их ждет активная интеграция в повседневную жизнь большинства граждан.

В настоящее время во всем мире идут разработки новых технологий и систем, позволяющих перевести жизнь человека в городе на принципиально новый уровень. По аналогии с уже утвердившейся концепцией «умного дома» (smart house) города, как прогнозируют эксперты, со временем также получат системы автоматизации большинства процессов для управления объектами инфраструктуры. Разумеется, создание подобных систем подразумевает наличие актуальной и точной геопространственной информации, источником которой и являются системы точного позиционирования.

### RESUME

A description of, and experience in operating a network of precise positioning system's reference stations, developed and implemented by MOBTI are given. It is noted that this system is included in the Rosstandart register of measuring means with the recalibration cycle equal to two years.

# ТРЕХМЕРНОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЮБИЛЕЙНОГО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.Г. Пахмурин (ГИА «Иннотер»)

В 2010 г. окончил картографический факультет МИИГАиК по специальности «картография». С 2007 г. работает в ГИА «Иннотер», в настоящее время — ведущий специалист, инженер-картограф. Аспирант МИИГАиК.

Перспективные (трехмерные) карты — один из самых наглядных и понятных видов картографической продукции. Такие карты практически без помощи легенды позволяют наиболее полно передать информацию о местности.

Составление и оформление трехмерных карт может выполняться как рукописным способом, так и с применением полностью автоматизированных технологий. Но чаще всего — это интерактивный процесс, сочетающий возможности современного графического и геоинформационного программного обеспечения (ПО) с пониманием разработчика, какую конечную продукцию он собирается получить. Построение трехмерных моделей не является сложной задачей, если картограф обладает исходными данными и соответствующим ПО. Но может ли трехмерная модель называться картой и удовлетворяет ли она требованиям, предъявляемым к картографической продукции? На этот вопрос постараемся ответить на примере создания перспективной карты г. Юбилейного Московской области.

При разработке технологии создания перспективной карты была поставлена цель — оптимизировать процесс составле-

ния за счет его максимальной автоматизации, а также исследовать возможности оформления карт с помощью геоинформационных систем (ГИС). Такого типа карты могут быть краеведческими, служить целям территориального планирования, использоваться при решении архитектурных задач, а также носить справочно-информационный характер и предназначаться для широкого круга потребителей. Они создаются для ознакомления жителей и гостей города с его территорией, планировкой и объектами.

Предлагаемая технологическая схема создания перспективной карты включает: сбор, изучение и выбор картографических и справочных материалов, построение трехмерной векторной модели, оформление и подготовку карты к изданию.

Перспективная карта г. Юбилейного проектировалась как настенная. Одним из ее назначений должно было стать обзорно-краеведческое (для применения в школе), а другим — информационное (для использования отделом архитектуры).

## ▼ Подготовительные работы

Для детального изучения территории города были взяты следующие картографические и справочные материалы, а также космические снимки:

1. Космический снимок со спутника IKONOS. Дата съемки — 13.07.2009 г., облачность — 10%, угол отклонения от надира — 27,54°, разрешение — 1 м (источник — «Яндекс-карты»).

2. Космический снимок со спутника GeoEye-2. Дата съемки — 06.05.2007 г., облачность — 0%, угол отклонения от надира — 18,64°, разрешение — 50 см (источник — «Google планета Земля»).

3. Топографический план г. Юбилейного масштаба 1:5000, созданный по материалам аэрофотосъемки и наземной топографической съемки в 2008 г. (источник — ООО «Центргипрозем»).

4. План-схема г. Юбилейного (источник — путеводитель



Рис. 1  
Фрагмент снимка с КА GeoEye-2

«Юбилейный. Город ракетно-космической науки»).

Перечисленные выше материалы оценивались по полноте содержания, достоверности, точности и актуальности. В итоге в качестве основного источника был выбран космический снимок GeoEye-2 (рис. 1).

Так как карту планировалось разрабатывать в трехмерном виде, для отображения на ней зданий потребовались дополнительные данные: цифровая модель рельефа (ЦМР) г. Юбилейного, построенная по данным SRTM, фотографии объектов, а также топографический план масштаба 1:5000 (для определения высоты зданий по количеству этажей и элементов, которые не видны на снимке) и план-схема из путеводителя.

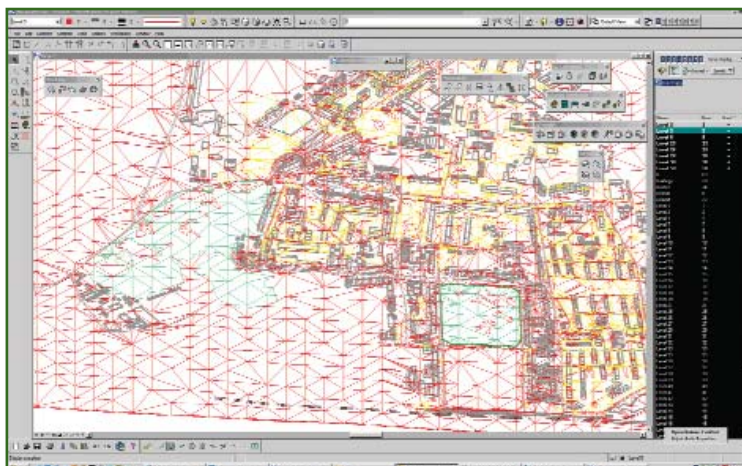
После выбора основного и дополнительных источников был проведен анализ программного обеспечения и решено использовать следующее:

- MicroStation (для создания трехмерной модели);
- Walkinside (для получения изображения по модели, выбора ракурса, создания видеооблетов).

#### ▼ Создание трехмерной векторной модели

Фрагмент снимка GeoEye-2 был «вырезан» средствами программы «Google планета Земля» и импортирован в MicroStation. Также для загрузки ЦМР г. Юбилейного в «Google планета Земля» были взяты координаты границ картографируемой территории.

Построение перспективной проекции выполнялось в интерактивном режиме автоматическим способом с помощью ПО MicroStation, при этом учитывались все требования и правила получения перспективы, включая рельеф, несмотря на то, что он был преимущественно плоский. Результатом этой работы стала трехмерная векторная модель, в которой линии и поверх-



**Рис. 2**

Фрагмент трехмерной модели в режиме WireFrame в программе MicroStation

ности описываются с помощью математических функций (рис. 2).

#### ▼ Выбор ракурса (вида)

Положение всех элементов перспективной карты должно обеспечивать наилучшие условия отображения. Под этими условиями понимаются эстетические аспекты и необходимость более детального и достоверного показа основных элементов территории.

При выборе видовой точки использовались программы MicroStation и Walkinside. Ставилась задача отображения (визуализации) как можно большей площади территории города.

К будущей карте предъявлялись следующие требования:

- показать все жилые районы населенного пункта, а также его основные объекты;

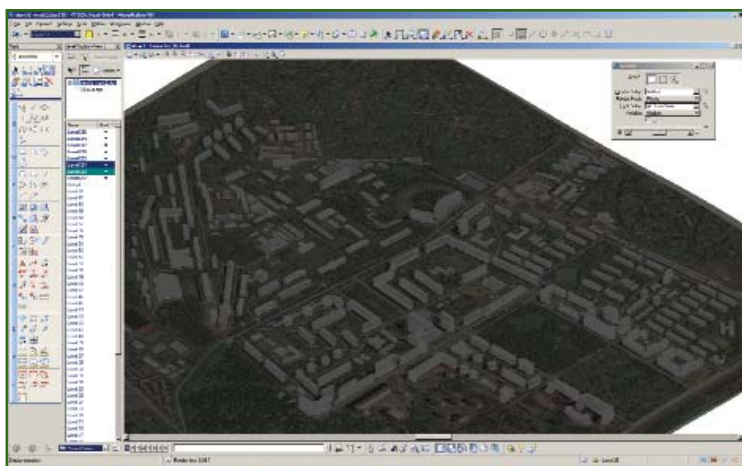
- по возможности избежать «мертвых зон» на карте (строения на переднем плане не должны закрывать собой строения и улицы на дальнем плане);

- в связи с особенным значением железной дороги как основной транспортной артерии города и одновременно его границы постараться изобразить ее как можно полнее.

После проведения ряда экспериментальных работ был выбран вид, показанный на рис. 3.

#### ▼ Оформление элементов перспективной карты

Полученная трехмерная векторная модель являлась проме-



**Рис. 3**

Выбранный вариант вида г. Юбилейного

жуточным результатом и не нуждалась в особом оформлении для осуществления различных работ технического характера (картометрии, дополнительных построений, редактирования). Но так как на ее основе планировалось создавать перспективную карту, было решено провести некоторые оформительские действия. Они включали подбор текстур лесной растительности, текстур и заливок для отображения форм зданий, а также выбор наиболее удачного освещения и подчеркивания пластики трехмерных объектов.

Кроме того, был проведен анализ ранее изданных карт аналогичной тематики, чтобы использовать удачные приемы и избежать повторения ошибок. Для этого оценивались достоинства и недостатки фонового, штрихового и шрифтового оформления карт.

Были проанализированы следующие картографические произведения:

- перспективная карта ул. Остоженки (рис. 4);
- перспективная карта железнодорожной станции (рис. 5);
- другие трехмерные карты.

В результате был выбран вариант оформления трехмерной модели, представленный на рис. 6.

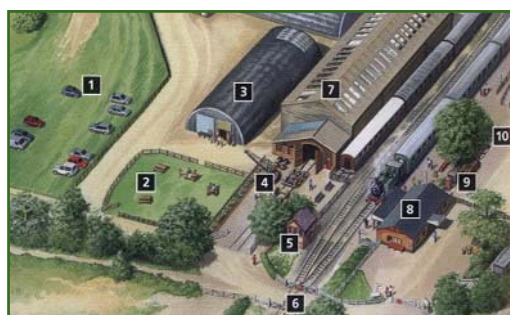
Исходя из характера проектируемой карты, было предложено проводить ее оформление в векторных редакторах, таких как Adobe Illustrator или CorelDraw. Трехмерная модель в программе MicroStation строилась в векторном виде, а ее средства позволили легко перевести трехмерные элементы в плоские (двухмерные) в выбранной картинной плоскости.

Оформление карты в векторном формате имеет ряд положительных моментов:

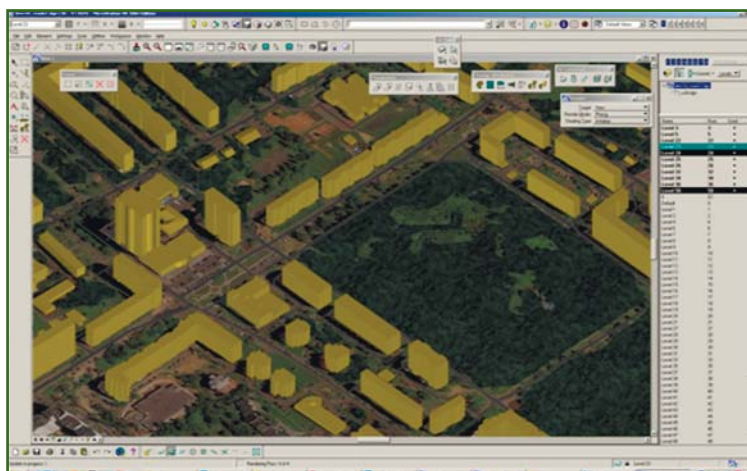
- оперативное присвоение тому или иному полигону градиентной (для скатов крыш), однотонной (для фасадов) или текстурной заливки;
- применение чистых и ярких цветов для тех или иных элементов содержания карты;
- создание чертежей фасадов зданий с высокой достоверностью (по результатам полевых обследований) и с необходимой степенью подробности;
- перевод в векторный вид растровых изображений (например, леса или отдельных деревьев);
- печать карты любого размера (ее формат зависит лишь от запросов заказчика);
- быстрая работа с файлом за счет его небольшого объема;



**Рис. 4**  
Фрагмент перспективной карты ул. Остоженки



**Рис. 5**  
Фрагмент перспективной карты железнодорожной станции

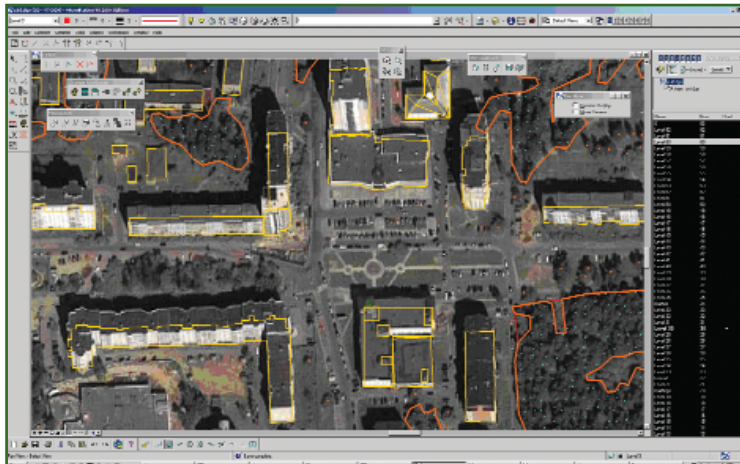


**Рис. 6**  
Один из вариантов оформления трехмерной модели (монохромная текстура зданий, текстура растительности)

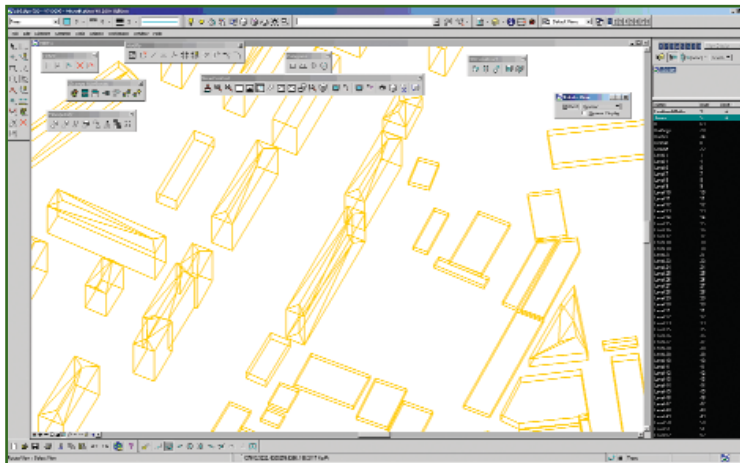
— возможность нанесения на карту тематической информации.

Оцифровка зданий велась средствами программы MicroStation с одновременным дешифрированием снимка (рис. 7). Первоначально работы выполнялись в разных слоях (низкие дома, высотные дома, гаражи и т. д.), которые затем были объединены в один файл в формате DGN.

Для построения зданий в трехмерном виде применялась функция Extrusion (выдавливание). Этажность домов определялась по топографическому плану масштаба 1:5000, при этом высота каждого этажа принималась равной 3 м. Кроме того, при недостатке сведений, высоту зданий определяли по величине тени на космическом снимке либо путем полевого обследования.



**Рис. 7**  
Оцифровка зданий с одновременным дешифрированием снимка



**Рис. 8**  
Здания в изометрии (вид с юго-запада)

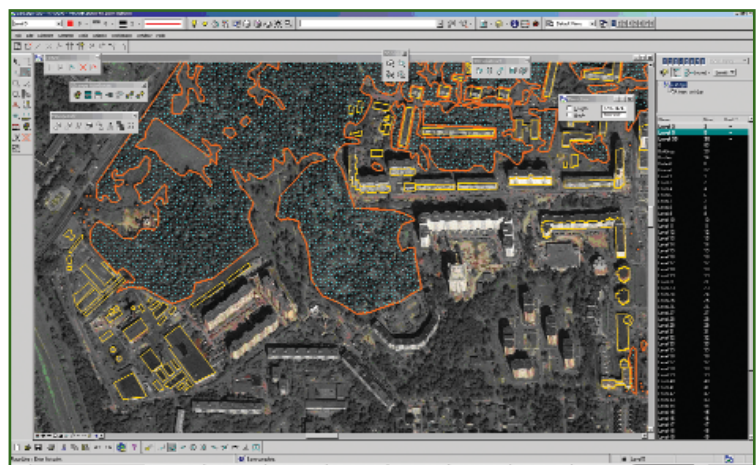
Если здание имело крышу с двумя и более скатами, то «конек» крыши (линия, соответствующая верхнему горизонтальному ребру крыши, образованному пересечением двух скатов) помещался на высоту 2 м от верхнего этажа. Особенностью ПО MicroStation является то, что в нем все поверхности (плоскости) строятся как треугольники либо как фигуры с большим количеством углов, но при условии, что все точки (вершины углов) лежат в одной плоскости. Было решено воспользоваться первым вариантом (треугольники).

На рис. 8 крыши со скатами отображены в виде треугольников, а плоские крыши и стены зданий — в виде четырехуголь-

ников, так как для их построения использовалась функция Extrusion.

Оцифровка и моделирование участков с растительностью проводились по снимку и не вызвали особых затруднений. Кроме того, на карту наносились не только сплошные лесные и парковые массивы, но и редколесья, а также некоторые отдельно стоящие деревья. В результате оцифровки были обозначены контуры участков со сплошным лесным покровом. Для выбора наиболее удачного отображения растительности в контурах использовались два метода. В первом случае контуры в случайном порядке заполнялись отдельными деревьями (на трехмерной модели они изображались точками), а во втором — использовались варианты текстурирования цифровой модели рельефа в пределах контуров.

На рис. 9 приведен пример обозначения участков с растительностью и отдельно стоящих деревьев с использованием первого метода. Участки с растительностью обозначены контуром оранжевого цвета, отдельно стоящие деревья — точками оранжевого цвета, деревья, расставленные в случайном порядке программными средствами — точками зеленого цвета в пределах контуров. Впоследствии точки, обозначающие положение деревьев, бы-



**Рис. 9**  
Пример обозначения участков с растительностью и отдельно стоящих деревьев

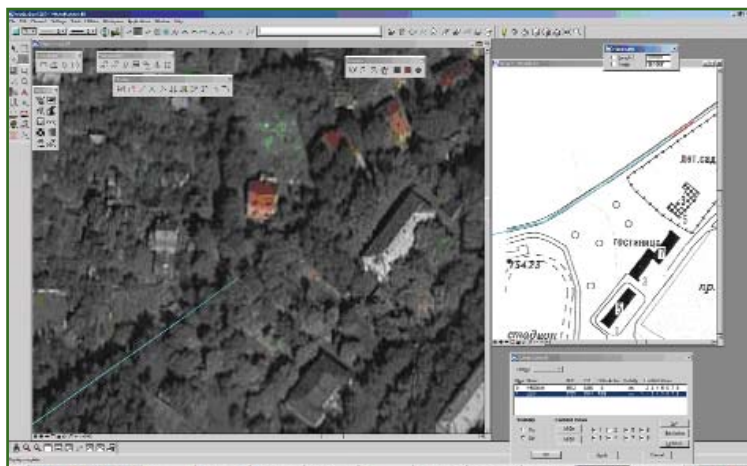


Рис. 10

Пример оцифровки невидимой на снимке улицы по двум источникам

ли спроецированы на цифровую модель рельефа. Затем в каждую из точек, как в основание ствола, были «посажены» трехмерные модели деревьев разной величины. Трехмерная модель дерева представляет собой три грани, каждая из которых — плоское изображение растения, пересекающиеся по одной линии (линии ствола). Разная величина и нерегулярность в распределении деревьев создали изображение лесного массива, близкое к реальному.

Оцифровка улиц, железной дороги и трех железнодорожных платформ станции «Болшево», а также пруда, стадиона и ограждений (заборов) велось одновременно с дешифрированием снимка. Все площадные и линейные объекты в последующем были «посажены» на цифровую модель рельефа. Моделирование заборов, оцифрованных в виде ломаных линий, проводилось с помощью функции Extrusion.

#### ▼ Подготовка перспективной карты к изданию

Следует отметить некоторые проблемы, которые возникли в процессе составления трехмерной карты и были успешно решены:

— искажения высотного положения некоторых зданий (они оказывались ниже поверх-



Рис. 11

Фрагмент перспективной карты города Юбилейного

ности земли) из-за неверной привязки отдельных элементов друг к другу;

— неудобства при вводе текстур, заливок и градиентов, поскольку в ПО MicroStation все поверхности определяются как треугольники;

— наличие невидимых участков улиц на космическом снимке из-за густой растительности (рис. 10).

Поэтому после составления карты необходимо было провести ее проверку на корректность отображения всех элементов и, при обнаружении неточностей и ошибок, устранить их.

Опыт подготовки перспективной карты города Юбилейного

(рис. 11) позволил разработать и реализовать технологическую схему создания перспективных карт. Новизной и особенностями предлагаемой технологии являются:

1) возможность за счет использования программы трехмерного моделирования из метрически точной трехмерной модели создать не только наглядную, но и достоверную перспективную карту;

2) использование графических (и в частности векторных) программ для создания не только электронной, но и в дальнейшем бумажной версии карты любого размера;

3) возможность избежать «шумов» и нечеткостей изображений космических снимков и текстур поверхностей объектов модели за счет исключения этих изображений в перспективной карте и оформления карты в векторной программе.

#### RESUME

The author's flow chart of creating a perspective map by the example of the Jubileiny town (the Moscow region) is considered. The work on the three-dimensional simulation of the urban environment using the MicroStation, WalkInside and other software applications is described in detail.

# Новое поколение радиомодемов Pacific Crest для геодезической съёмки

## ADL Vantage Pro

Современный высокоскоростной радиомодем мощностью 35 Вт, спроектированный для полевых условий выполнения ГНСС/RTK съёмки и высокоточного определения местоположения.

## XDL Micro

Встраиваемый УКВ радиомодем XDL Micro с выходной мощностью 0,5 Вт (2 Вт) обеспечивает отличные характеристики и отличается компактными размерами.



**PACIFIC CREST**

Дополнительные сведения: [www.PacificCrest.com/ADL](http://www.PacificCrest.com/ADL)



ЕвроМобайл - Официальный дистрибьютор Pacific Crest в России и странах СНГ

### ЕвроМобайл Украина

тел./факс: +380 (61) 213-41-77  
<http://euromobile.com.ua>  
[info@euroml.com.ua](mailto:info@euroml.com.ua)

### ЕвроМобайл Россия

тел./факс +7 (812) 331-75-76  
8 800 555 75-76 (звонок бесплатный)  
<http://euromobile.ru>  
[info@euroml.ru](mailto:info@euroml.ru)

### ЕвроМобайл Беларусь

тел./факс +375 (17) 391-08-98  
<http://euromobile.by>  
[info@euroml.by](mailto:info@euroml.by)

Саморегулируемая организация



Ассоциация  
Инженерные изыскания в строительстве

ООО «Геомаркетинг»



ОАО ПНИИС

## IX ОБЩЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

28-29 ноября 2013 года

Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации  
г. Москва, проспект Вернадского, д. 84

# « ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ »

**ОРГАНИЗАТОРЫ:**  
ОАО «ПНИИС»  
НП СРО «АИИС»  
ООО «Геомаркетинг»

**ГЕНЕРАЛЬНЫЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ПАРТНЕРЫ:**  
«Инженерные изыскания»  
«Инженерная геология»  
«ГеоРиск»  
«Геотехника»

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ПАРТНЕРЫ:**  
«Геопрофи»  
«ПГС»

### ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:

Заявки, тел/факс: +7 (495) 366-26-84; 366-20-95

Доклады, тел/факс: +7 (495) 366-23-35; (495) 366-34-79

Общие вопросы: +7 (495) 106-10-05

E-mail: [conf@geomark.ru](mailto:conf@geomark.ru)



# ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ГНСС LEICA GEOSYSTEMS В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ\*

**В.В. Крыленко** (Южное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН)

В 1996 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «картограф-географ». После окончания университета работает в Южном отделении Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Геленджик), в настоящее время — старший научный сотрудник. Кандидат географических наук.

## Исследование аккумулятивных береговых форм Черного моря

Анапская пересыпь — это аккумулятивное песчаное тело протяженностью около 47 км, расположенное в северо-западной части российского побережья Черного моря. Пересыпь простирается узкой полосой (ширина от 80 м в северной части до 1,5 км в южной) от оз. Соленое до м. Анапский, отделяя от Черного моря систему лиманов и озер. Характерной особенностью Анапской пересыпи является наличие на ней развитых эоловых аккумулятивных форм (дюн). В продольном строении всей Анапской пересыпи прослеживаются две основные зоны: пляж и зона дюн. Далее от моря, в зависимости от участка, следует либо отмерший клиф, либо зона бугристых песков в тыльной части дюнного пояса, либо берег лимана. Вся пересыпь, особенно ее южная часть (от Витязевского лимана до города-курорта Анапы) с песчаными пляжами шириной 50–200 м, активно используется в рекреационных целях.

Анапская пересыпь — очень динамичный природный объ-

ект, состояние которого зависит от большого количества природных и антропогенных факторов. Изменение каждого из них сказывается на динамике ландшафтно-геоморфологического облика всей пересыпи. В последние десятилетия наблюдается отступление береговой линии пересыпи со скоростью до 1,2 м в год. Поскольку на определенном этапе такое отступление несет риск существенной перестройки природных и хозяйственных комплексов, изучение современного состояния и тенденций изменения геосистемы пересыпи является важной и актуальной задачей.

В 2012–2013 гг. сотрудниками Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова (ЮО ИО) РАН на Анапской пересыпи были проведены комплексные экспедиционные исследования. Целью работ являлось изучение рельефа и морфологии пересыпи (включая зону приобья, пляж, дюнный пояс), оценка их динамики и устойчивости к изменениям внешних условий.

Поскольку изучаемый участок берега не имеет выраженных ориентиров, при подготов-

ке экспедиционных работ были выбраны условные точки, расположенные на линии уреза моря через 1 км друг от друга (рис. 1). Они закрепляли начало поперечных профилей, направление которых выбиралось перпендикулярно береговой линии. По этим профилям проводились как маршрутные наблюдения, так и иные исследования (гранулометрического состава, эоловых процессов, геоботанические и т. п.). Фиксировались характеристики форм рельефа, состав и состояние отложений на территории пляжа, а также растительный покров. Уделялось внимание фактам и последствиям антропогенного воздействия на морфосистему пересыпи.

При исследованиях для геодезических измерений использовалось оборудование ГНСС компании Leica Geosystems. Оно включало два двухчастотных приемных устройства — Leica GS 10 и Leica GS 15, работающих с сигналами навигационных спутников GPS на частотах L1 и L2 и ГЛОНАСС на частотах L1 и L2, оснащенных антеннами AS 10 и полевыми контроллерами Leica CS 10 для управления режимами и парамет-

\* Приобретение комплекта оборудования фирмы Leica Geosystems и проведение экспедиционных работ было осуществлено при финансовой поддержке РФФИ.

рами измерений. Это оборудование позволяло проводить независимые кодовые и фазовые измерения по всем частотам. Функционирование аппаратных средств поддерживалось программным обеспечением Leica Smart Worx Viva. Спутниковые приемники были снабжены внутренними аккумуляторами, которые обеспечивали до 16 часов непрерывной работы.

Исходя из условий и задач геодезических измерений, аппаратурно-программная конфигурация комплекса соответствовала режиму кинематики реального времени (RTK), что позволяло проводить непрерывные измерения, обеспечивая среднее квадратическое отклонение (СКО) определения координат в плане —  $10 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$ , высоты —  $20 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$ , где ppm (parts per million) имеет размерность в мм и равно значению расстояния до базовой станции, выраженное в км. В качестве базовой станции (RTK-базы) было задействовано приемное устройство GS 10 с антенной AS 10, установленное стационарно в лагере экспедиции. Максимальное расстояние от базовой станции до подвижного приемника во время съемки составляло около 20 км, а передача дифференциальных поправок осуществлялась с помощью мобильного телефона. Автоматический дозвон до приемного устройства базовой станции поддерживался определенной настройкой программного обеспечения.

Геодезическая съемка местности в режиме RTK проводилась следующим образом. С помощью полевого контроллера CS 10 оператор устанавливал необходимые параметры приемного устройства базовой станции. Подвижный приемник и его контроллер настраивались на режим RTK в полевых условиях непосредственно пе-

ред началом измерений в автоматическом режиме с заданными параметрами. С вводом команды «старт» оператор начинал движение на участке съемки и завершал ее вводом команды «стоп». После выполнения полевых измерений полученная информация из внутренней памяти контроллера переносилась на внешние носители и использовалась для последующей обработки.

В связи с ограниченными сроками проведения полевых работ (как это бывает достаточно часто), чтобы выполнить измерения на всей территории Анапской пересыпи, требовалось максимально ускорить процесс съемки. Этого можно было достичь только за счет облегчения пеших переходов оператора во время съемки. Было разработано и изготовлено приспособление, позволившее разместить приемное устройство GS 15 с антенной за плечами оператора. Для оценки погрешности измерения высоты, вызванной неравномерностью движения оператора, были проведены контрольные измерения на участке с ровной поверхностью длиной 500 м. Отклонения измеренных значений высот не превысили 10 см,

что было допустимо, исходя из особенностей морфологического строения объекта исследования — Анапской пересыпи (сочетающей практически плоские участки пляжей и дюны со сложным рельефом): автоматический отсчет координат проводился при смещении прибора на 2 м в плане или при относительном изменении его высотного положения на 20 см.

Основной целью исследований являлось выявление изменчивости поперечного морфологического профиля пересыпи на всем ее протяжении, поэтому съемка выполнялась на участках, наиболее характерных для данного отрезка. По возможности, поперечные профили выбирались максимально близко к опорному профилю. Это позволит при последующем анализе определить возможное влияние рельефа на особенности распределения прочих характеристик геосистемы пересыпи, измеряемых также на опорных профилях.

В силу природных и технологических причин различные участки пересыпи существенно отличаются как размерами отдельных морфологических элементов, так и составом. На каждом исследуемом участке поло-



**Рис. 1**

*Поперечные профили и линия уреза моря на участке между опорными профилями 36 и 37 (Бугазская пересыпь)*

жение поперечных профилей выбиралось с учетом рельефа, растительности и застройки. В связи с этим расстояние между профилями и их длина на отдельных участках отличались. На узких участках пересыпи (Бугазская пересыпь) профиль завершался на уресе лимана. В остальных случаях он заканчивался за дюнным поясом, когда начиналась относительно ровная поверхность. При наличии клифа, густой растительности или застройки профиль завершался при невозможности дальнейшего движения. Длина отдельных профилей варьировалась от 15 до 400 м. В случае, если на коротком участке пересыпи наблюдался существенно различный рельеф (например, при наличии естественного и антропогенно нарушенного участков дюн), поперечные профили проводились через каждый из этих вариантов рельефа. При анализе антропогенного влияния это позволяет оценить изменение устойчивости дюны к воздействию внешних факторов (волн, эоловых процессов). Измерения на поперечных профилях сопровождалось фотографированием прилегающей местности, что в последующем поможет проанализировать особенности рельефа в сочетании с анализом особенностей растительного покрова, наличием на поверхности пляжа естественного и антропогенного мусора, составом и плотностью ракуши, состоянием прилегающих участков пересыпи.

**Полученные результаты.** Проведено профилирование основных морфологических зон пляжа и дюнного пояса по всей Анапской пересыпи. На ключевых участках измерено плановое положение линии уреза поверхности моря на день съемки. Протяженность поперечных профилей и линии уреза моря, на которых выпол-

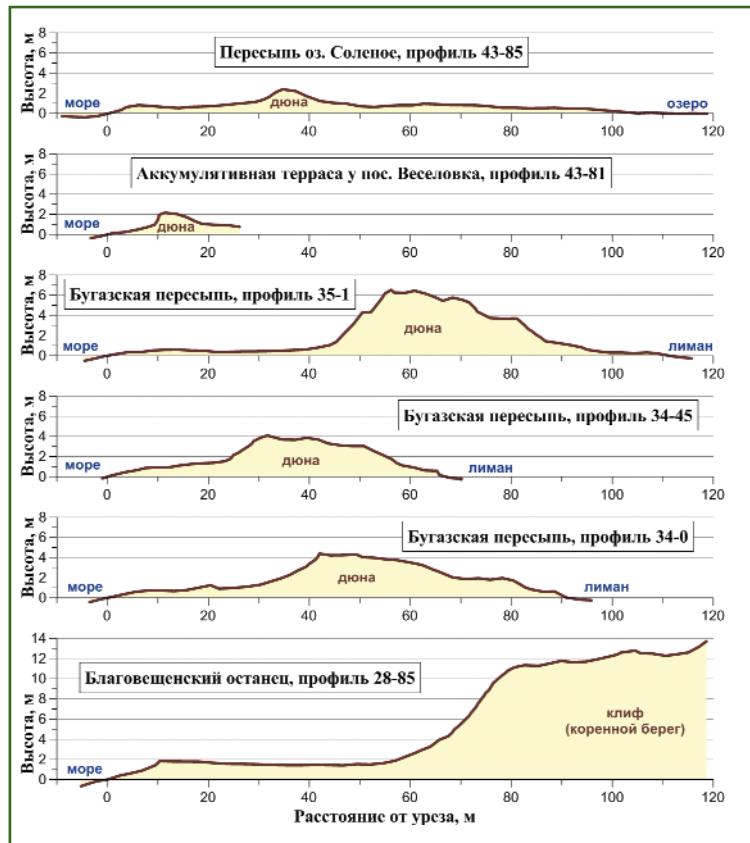


Рис. 2

*Характерные поперечные профили рельефа северо-западной части Анапской пересыпи*

нены измерения плановых координат и высот, составила 55 км, а плотность поперечных профилей вдоль пересыпи — не менее 1 профиля на 500 м. Следует отметить, что на проведение подобных работ традиционными геодезическими методами потребовалось бы гораздо больше времени.

На рис. 2 показаны примеры поперечных профилей, характерных для северо-западной части Анапской пересыпи (пляжа, дюнного пояса, берега лимана) и в их строении. На некоторых профилях присутствуют следы волнового разрушения морского края авандюны. Полученные данные в сочетании с проведенной батиметрической съемкой позволят выполнить анализ законо-

мерности формирования поперечного профиля подводного склона (с системой подводных валов), пляжа и дюн в зависимости от гидродинамических условий на данном участке пересыпи.

#### ▼ Изучение последствий экстремальных природных явлений

6–7 июля 2012 г. на территории Краснодарского края прошли ливневые дожди экстремальной силы. Выпадение менее чем за сутки почти полугодичного количества осадков вызвало катастрофический подъем вод в реках и малых водотоках. В результате ливня произошел залповый вынос жидкого и твердого стока в береговую зону Черного моря, непосредственно на морском берегу были отмечены массовые оползни и обвалы. В короткий срок на берегу моря появился

обломочный материал в объеме, сравнимом с поступающим за несколько лет в «обычных» условиях. Данное природное явление оказало влияние на динамику наносов, что, в свою очередь, повлияло на устойчивость берегов к воздействию волн.

В целях оперативной оценки воздействия экстремального ливня и вызванного им паводка на литодинамическую обстановку участка побережья Геленджикского района были проведены исследования образовавшихся аккумулятивных форм. В натуральных условиях определялся их объем и скорость трансформации. Эти исследования проводятся с лета 2012 г. по настоящее время сотрудниками ЮО ИО РАН. В первую очередь были изучены появившиеся после экстремального ливня аккумулятивные формы на открытом берегу моря (поскольку они подвержены наиболее быстрой трансформации). Отдельно исследовалась аккумулятивная форма, образовавшаяся в бухте Рыбацкой (Голубой), в устье реки Ашамба (г. Геленджик).

Для съемки использовалось оборудование ГНСС компании Leica Geosystems, описанное выше. В качестве базовой станции было задействовано приемное устройство GS 10 с антенной AS 10, установленное стационарно на реперной точке, расположенной на территории ЮО ИО РАН. Связь между RTK-базой и подвижным приемным устройством GS 15 осуществлялась с помощью мобильного телефона.

В связи с тем, что требовалось максимально уменьшить сроки проведения полевых работ, для приемного устройства GS 15, как и при исследовании аккумулятивных береговых форм Черного моря, вместо штатной вешки использовалось приспособление, позволяющее

разместить приемное устройство и антенну за плечами оператора.

Поскольку основной целью работ являлось определение линейных размеров и объема образовавшихся обвальнопользневых и аккумулятивных форм и построение их цифровой модели, оператор перемещался поперечными «галсами», частота которых варьировала в зависимости от изменчивости рельефа. Продвижение оператора в море ограничивалось глубиной. При необходимости результаты измерений спутниковой аппаратурой дополнялись батиметрической съемкой с плавсредств с применением высокоточного эхолота.

#### Полученные результаты.

Объем наносов, образовавшихся в ходе оползней и обвалов непосредственно на клифе, существенно зависел от геологического строения берега. Всего на участке от мыса Дооб до бухты Рыбацкой (Голубой) отмечено 25 обвалов, из них 15 — объемом более 100 м<sup>3</sup>. Указанные наносы в течение нескольких месяцев были вовлечены во вдольбереговое перемещение наносов и не сформировали значительных аккумулятивных форм.

Объем аккумулятивных тел, сформированных обломочным

материалом, вынесенным паводком на малых (временных) водотоках, определялся размерами водосборной площади. Ориентировочно из каждой долины (длиной более 2 км) поступило 1–2 тыс. м<sup>3</sup> твердого материала. Практически весь этот материал остался вблизи устьев водотоков (расположенных в небольших бухтах), в результате чего средняя ширина пляжей на данных участках увеличилась на 5–10 м.

В устье р. Ашамба образовался обширный конус выноса, включающий надводную и подводную части. Подводная часть имеет языковидную форму (вытянутую вдоль направления речной струи во время паводка) и прослеживается более чем на 100 м от уреза. Подошва конуса расположена на глубине более 5 м, его относительно плоская поверхность имеет возвышение относительно дна до 2,5 м. Общий объем конуса составил 8–10 тыс. м<sup>3</sup>. Надводная часть конуса выноса формировалась и видоизменялась под действием штормов. Первоначально она представляла собой галечный островок, опирающийся на «каркас» из стволов крупных деревьев, вынесенных рекой. Спустя два месяца с правой стороны от устья сформировалась галечная коса

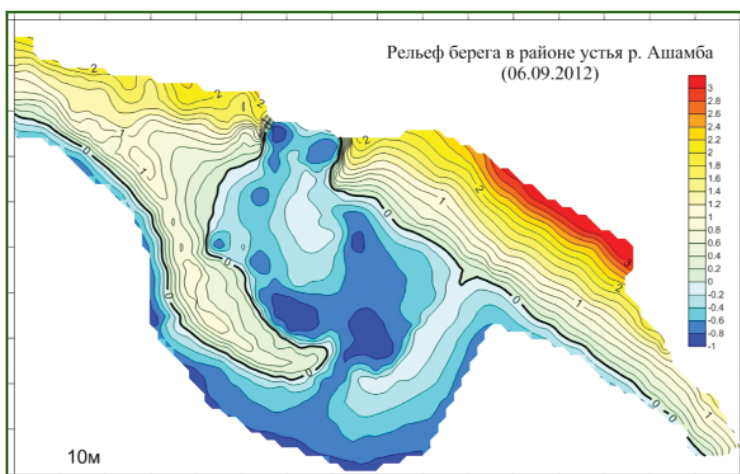
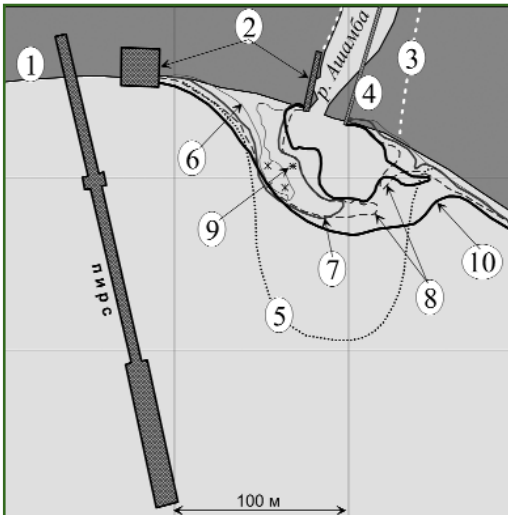


Рис. 3  
Аккумулятивная форма в устье р. Ашамба



**Рис. 4**  
 Схема трансформации конуса выноса в устье р. Ашамба

длиной около 60 м и высотой гребня более метра над уровнем моря, как видно на рис. 3.

В течение зимнего сезона, под действием штормов, коса примкнула к выступу берега, левее устья, образовав полукруглый бар, который посте-

пенно смещался к берегу. К февралю 2013 г. указанная аккумулятивная форма окончательно примкнула к берегу, в результате чего ширина пляжа по сравнению с допаводковым положением увеличилась на 5–15 м. Ход трансформации аккумулятивной формы показан на рис. 4:

- положение уреза до 06.07.2012 г. (1);
- железобетонные волнорезы (2);
- границы речной струи при паводке 06.07.2012 г. (3);
- подпорная стена, сооруженная после паводка (4);
- контур подошвы конуса выноса (5);
- линия уреза моря на 18.08.2012 г. (6);
- линия уреза моря на 6.09.2012 г. (7);
- линия уреза моря на 21.10.2012 г. (8);
- вынесенные паводком крупные деревья (9);

— линия уреза моря на 02.11.2012 г. (10).

Опыт полевых исследований, проводимых в Южном отделении Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, показал, что применение оборудования ГНСС компании Leica Geosystems позволяет в сжатые сроки провести большой объем измерений на значительных по площади территориях и получить ценные научные данные.

**RESUME**

An experience and results of using a set of two-frequency satellite receivers Leica GS 10 and Leica GS 15 for real time geodetic surveys in the study of coastal accumulative forms of the Black Sea and the study of the effects of extreme natural events on the coastline of Gelendzhik region are described. The reliability of satellite equipment together with the ability to fulfill a large amount of measurements and obtain valuable scientific data in a short time are marked.

## Навигационно-Геодезический центр

Официальный дистрибьютор компании Leica Geosystems в Украине

Компания НГЦ предоставляет широкий спектр современного оборудования

- геодезическое оборудование
- GPS базовые станции и сети
- наземные лазерные сканеры
- строительное оборудование
- системы структурного мониторинга

Единственный авторизованный сервисный центр в Украине



Представляет журнал «Геопрофи» в Украине



Сайт: [www.ngc.com.ua](http://www.ngc.com.ua)  
 Почта: [ngc@ngc.com.ua](mailto:ngc@ngc.com.ua)  
 Тел./факс: +38 057 345-12-37



- when it has to be right



# РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЖИЗНИ

## ▶ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ:

AutoCAD Civil 3D

GeoniCS Изыскания (RGS), GeoniCS ТОПОПЛАН-ТРАССЫ-СЕЧЕНИЯ-ГЕОМОДЕЛЬ

GeoniCS Инженерная геология (GEODirect), GeoniCS ТОПОПЛАН-ГЕОМОДЕЛЬ

## ▶ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ И ВНУТРИПЛОЩАДОЧНЫХ СЕТЕЙ:

AutoCAD Civil 3D

GeoniCS ТОПОПЛАН-ГЕНПЛАН-СЕТИ-ТРАССЫ-СЕЧЕНИЯ

## ▶ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДОВ:

AutoCAD Civil 3D

GeoniCS ТОПОПЛАН-ТРАССЫ

GeoniCS Plprofile

## ▶ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ:

AutoCAD Civil 3D

GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia, включая модуль расчета траектории движения Autopath)

## ▶ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ:

AutoCAD Civil 3D

GeoniCS Железные дороги (Ferrovio)

## ▶ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАНАЛОВ И ИСКУССТВЕННЫХ РУСЕЛ РЕК:

AutoCAD Civil 3D

GeoniCS Каналы и реки (Aquaterra)

## ▶ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И ВОЛС:

AutoCAD Civil 3D

Model Studio CS ЛЭП

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС GeoniCS СЕРТИФИЦИРОВАН

### СПРАВКА:

Полный комплект

GeoniCS ТОПОПЛАН-ГЕНПЛАН-СЕТИ-ТРАССЫ-СЕЧЕНИЯ-ГЕОМОДЕЛЬ ..... **140 000 руб.**

GeoniCS Изыскания (RGS) ..... **46 200 руб.**

GeoniCS Инженерная геология (GEODirect) ..... **46 200 руб.**

GeoniCS Plprofile ..... **180 000 руб.**

GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia), лок./сет. .... **2180/3270 евро**

Позвоните: +7 (495) 913-2222

**www.csoft.ru**

### В комплекты входят следующие функции и данные:

- трехмерное проектирование, полная база данных условных топографических знаков;
- автоматическое построение картограммы земляных масс;
- автоматическая генерация ведомостей и спецификаций;
- базы данных инженерных коммуникаций, оборудования, а также схемы узлов колодцев;
- динамическое построение продольных и поперечных профилей;
- анализ движения транспортных средств в плане и профиле;
- база данных транспортных средств, условных топографических знаков для масштабов от 1:500 до 1:5000, дорожных знаков.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУРОРТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА В СОЧИ

## Т.А. Богатова (Группа компаний CSoft)

В 1999 г. окончила факультет радиотехнических и телекоммуникационных систем МГТУ МИРЭА по специальности «инженер-конструктор-технолог радиоэлектронной аппаратуры», в 2001 г. — РЭУ им Г.В. Плеханова по специальности «финансовое и банковское дело». С 2006 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — заместитель директора отдела изысканий, генплана и транспорта.

## А.И. Кужелева (Группа компаний CSoft)

В 1994 г. окончила гидрогеологический факультет Московского геологоразведочного института (в настоящее время — Российский государственный геологоразведочный университет) по специальности «инженер-гидрогеолог-эколог». После окончания института работала в отделе геоинформационных систем и цифровой картографии ГлавНИВЦ, с 2003 г. — в отделе систем автоматизации градостроения ЗАО «Автограф». С 2004 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — директор отдела изысканий, генплана и транспорта, заместитель директора направления «Инфраструктура и градостроительство».

## А.А. Пеньков (Группа компаний CSoft)

В 1976 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работал в «Союзпромпроект», СМУ-13 Мосметростроя, «Теплопроект», «Гипросоахпром», «Гипропласт», ГУП развития Московского региона г. Москвы. С 2004 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — главный специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

## Д.Н. Пожидаев (Группа компаний CSoft)

В 2012 г. окончил Тюменский государственный нефтегазовый университет по специальности «автоматизированные системы обработки информации и управления». С 2007 г. работал в ЮганскНИПИ, с 2009 г. — в региональном отделении группы компаний CSoft (Тюмень). С 2012 г. работает в компании CSoft (Москва), в настоящее время — специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

## А.В. Сметанюк (Группа компаний CSoft)

В 2012 г. окончил Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ) по специальности «строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». С 2008 г. работал в компании Мосгипротранс. С 2011 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — специалист.

## Д.Н. Степанов (Группа компаний CSoft)

В 2004 г. окончил Рязанский колледж железнодорожного транспорта, в 2008 г. — факультет «Строительство железных дорог» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) по специальности «инженер путей сообщения». После окончания университета работает в компании CSoft, в настоящее время — главный специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

Специалистами отдела изысканий, генплана и транспорта компании CSoft был реализован проект «Экологический курортно-рекреационный комплекс в Сочи», охвативший все этапы проектирования. В качестве ис-

ходных данных для этого проекта использовались топографические планы выделенной под строительство территории. Поскольку они были в бумажном виде, предварительно требовалось отсканировать их и преоб-

разовать в векторную графику с набором свойств, характерных для объектов AutoCAD. После векторизации отсканированных изображений весь объем информации был представлен в формате DWG. Для быстрой об-

работки этих данных и обеспечения вариантного проектирования было принято решение применить в качестве основы графическую платформу AutoCAD Civil 3D, позволяющую работать с большими объемами исходных данных, и программный комплекс GeonICS, предоставляющий дополнительные функции проектирования. Этот выбор был обусловлен и тем фактом, что AutoCAD Civil 3D наиболее адаптирован для последующей визуализации проекта, обеспечивая передачу в специальном формате всех необходимых объектов и их свойств.

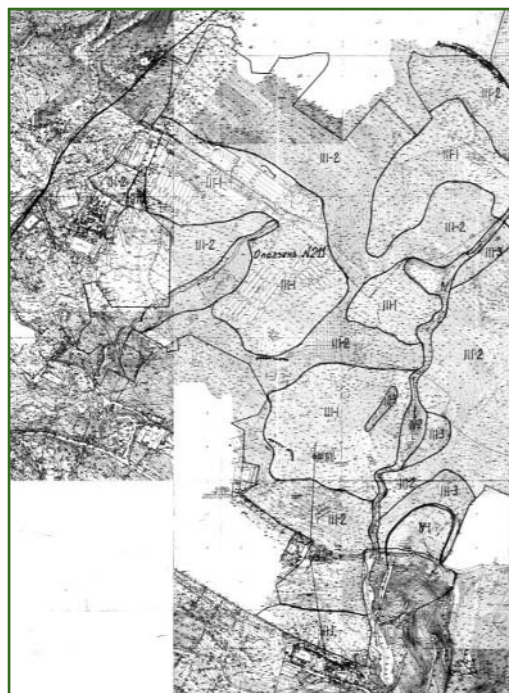
Для визуализации были выбраны программы Autodesk 3ds Max и Autodesk Navisworks. В Autodesk 3ds Max осуществлялось моделирование, наложение текстур поверхностей и архитектурных форм — моделей коттеджей, подготовленных архитекторами. Инженерные сети передавались в Autodesk Navisworks, что позволило получить объемное представление о проекте в целом. По этой модели были выполнены записи так называемых «облетов» относительно закрепленных камер. В итоге были созданы и оформлены чертежи в стандартном формате электронных данных DWG и анимационный минифильм о проекте с презентационными эффектами. Они позволяют демонстрировать будущий проект заказчику, анализировать взаимное расположение всех объектов и принимать решения для проведения изменений. Электронные данные динамически связаны между собой, что упрощает редактирование множества находящихся во взаимосвязи объектов посредством автоматического обновления.

▼ **Обработка исходных данных инженерных изысканий в программном комплексе Raster Arts**

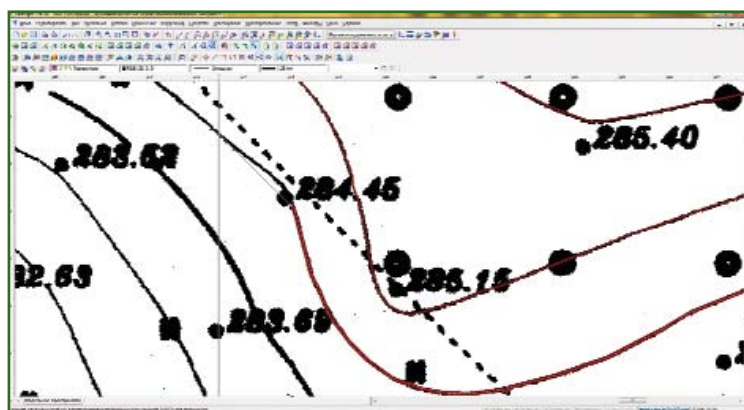
В качестве исходного материала заказчиком были пре-

доставлены топографические планы на бумажных носителях с информацией о существующей ситуации в виде горизонталей и условных топографических знаков (рис. 1). Материал отсканировали в формате TIF. Для перевода данных в векторный вид было принято решение воспользоваться программой Spotlight из программного комплекса Raster Arts, разработчиком которого является компания CSoft Development. Эта программа способна осуществлять полный комплекс работ с растровыми изображениями, как с монохромными, так и с цветными, а также позволяет в кратчайшие сроки выполнить точное преобразование изображения в чертеж.

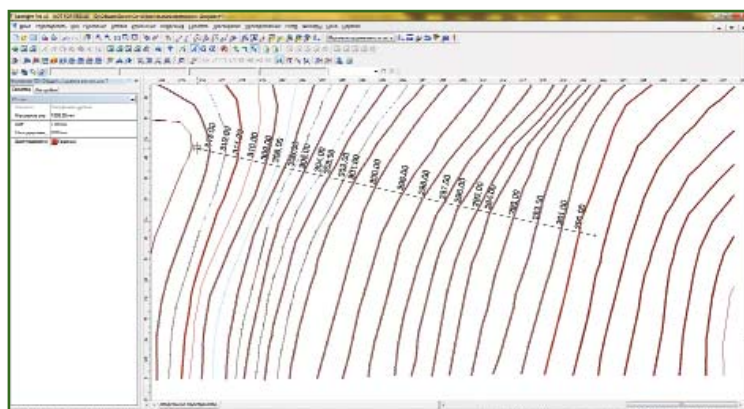
Для избавления от возникших в процессе хранения и ска-



**Рис. 1**  
Фрагмент исходного топографического плана

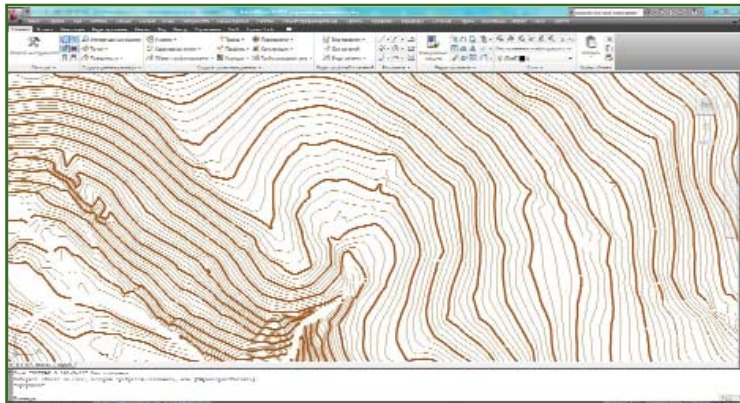


**Рис. 2**  
Векторизация растрового изображения



**Рис. 3**  
Упорядочивание уровня горизонталей





**Рис. 4**  
Оцифрованная модель местности в AutoCAD Civil 3D

нирования растрового изображения искажений в Spotlight была создана калибровочная сетка по заданным параметрам. Места пересечения координатной сетки были проанализированы и, при необходимости, перемещены в точки их текущего положения на растровом изображении. Таким образом, в каждой точке пересечения координатной сетки были указаны смещения, с учетом которых осуществлялась последующая трансформация раstra.

Инженеры нередко сталкиваются с необходимостью ввода горизонталей с растрового изображения. Чаще всего эта проблема решается путем векторизации вручную, что довольно затруднительно и занимает много времени. В программном комплексе Raster Arts для решения данной задачи предусмотрена команда «Трассировать полилинию», которая и использовалась в работе. Эта команда позволила в кратчайшие сроки и с высоким качеством провести векторизацию горизонталей и других элементов плана в полуавтоматическом режиме (рис. 2). По умолчанию горизонтали и другие элементы были расположены на нулевой отметке. Чтобы поднять горизонтали на необходимый уровень, использовалась команда «Упорядочить уровни» (рис. 3).

После проведения всех необходимых действий файл был сохранен в формате DWG и передан в рабочее пространство программы AutoCAD Civil 3D для построения по полученным данным цифровой модели рельефа (ЦМР) (рис. 4).

#### ▼ Подготовка трехмерной модели рельефа и проектирование автомобильных дорог в программе AutoCAD Civil 3D

Для получения полноценной трехмерной модели объекта при проектировании коттеджного поселка в районе горы Ахун требовалось сформировать ЦМР и при проектировании дороги учесть множество факторов. Эти задачи позволила успешно решить программа AutoCAD Civil 3D.

В цифровую модель рельефа, созданную с помощью команды

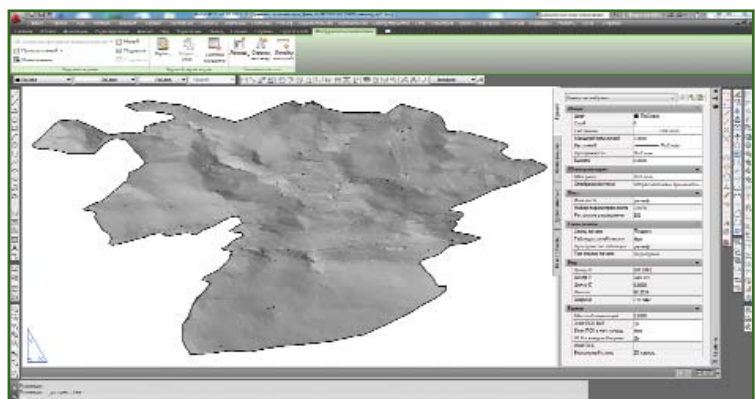
«Создать поверхность», были добавлены горизонтали с заданными высотами. Триангуляция и трехмерный вид поверхности земли были сформированы автоматически (рис. 5).

При проектировании автомобильных дорог возможности программы AutoCAD Civil 3D позволили не просто нанести условные обозначения на план, но и создать модели этих дорог с определенными типами покрытий и подложки на основе заранее разбитых участков.

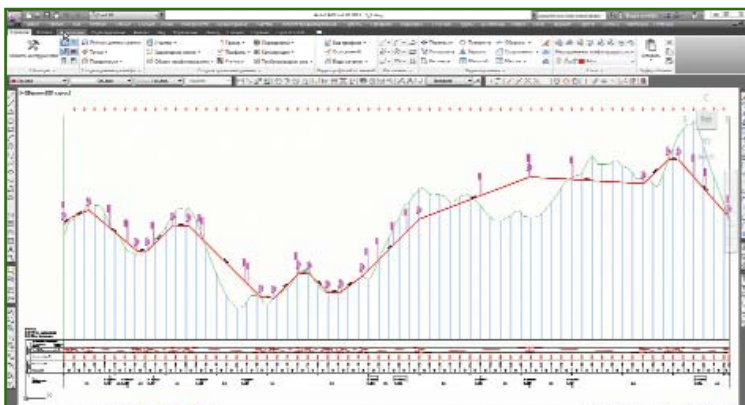
Сначала была запроектирована ось дороги, преобразованная затем с помощью команды «Создать трассу из объектов» в элемент AutoCAD Civil 3D. В программе автоматически разбили пикетаж и проставили по трассе подписи в соответствии с выбранным стилем. С помощью «Редактора геометрии» во все вершины трассы были вписаны кривые. Продольный профиль был построен в соответствии с ГОСТ Р 21.1701–97 Автомобильные дороги (рис. 6).

Для данного участка были созданы 13 конструкций дороги. Они формировались из стандартных и пользовательских элементов, для которых задавались следующие параметры: толщина слоев дорожной одежды, поперечный уклон, ширина полосы и т. д.

Все сформированные элементы использовались для соз-



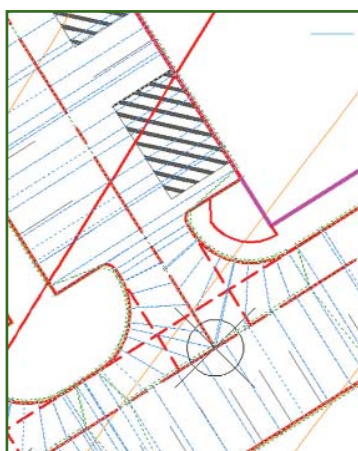
**Рис. 5**  
Трехмерная цифровая модель рельефа



**Рис. 6**  
Продольный профиль трассы

дания коридора (рис. 7). Сначала строились участки дорог с перекрестками и примыканиями, к которым затем добавлялись недостающие области съездов. Формирование коридора в областях примыкания дорог выполнялось с помощью команды «Создать перекресток», позволяющей задать необходимые параметры (радиусы закругления, значения поворотных полос и т. д.) и выбрать набор конструкций. По земляному полотну коридора была построена поверхность с границами в виде характерных линий, которая отображалась на чертеже в виде горизонталей.

Для вычисления объемов по трассе создавались сечения с заданным интервалом. Затем посредством команды «Вычислить материалы» с критерием



**Рис. 7**  
Пример построения коридора

«Земляные работы» были рассчитаны объемы земляных работ. Результаты выводились в динамическую таблицу. Аналогично подсчитывались объемы заложенных в конструкции материалов.



**Рис. 8**  
Трехмерная модель автодороги (вид сверху)

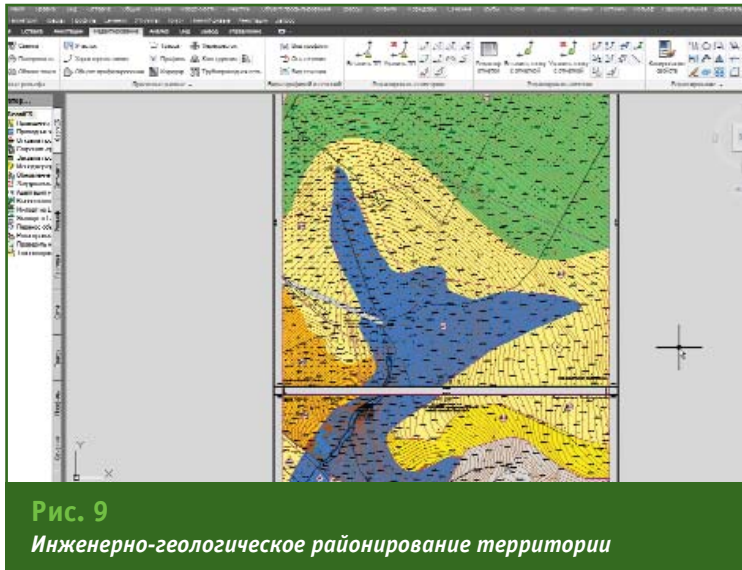
На основе поверхности коридора автодороги и присоединения к ней земли была создана трехмерная модель (рис. 8).

▼ **Решение задач инженерной геологии в программах GeoniCS Инженерная геология (GEODirect) и GeoniCS Геомодель**

Проектируемая площадка рекреационного комплекса расположена в сложных геологических условиях в районе горы Малый Ахун, недалеко от поселка Хоста. Интенсивная застройка данной территории привела к активизации опасных геологических процессов, таких как сели, оползни, обвалы, эрозионные разрушения от временных и постоянных водотоков. Кроме того, опасным фактором является и сейсмическая активность, требующая дополнительных мероприятий, направленных на защиту поверхности от разрушений. В пределах планируемой территории застройки выделено четыре основных инженерно-геологических района (рис. 9).

**Площади, благоприятные для строительства.** На этих территориях допускается ограниченная вертикальная планировка с учетом характера залегания слоев коренных пород и их трещиноватости. При террасировании и отсыпке грунтов необходимо предусмотреть дренажные системы. Не рекомендуется выполнять значительные подрезки склонов.

**Площади, условно благоприятные для строительства.** Здесь обязательным является полный комплекс противооползневых мероприятий (удерживающие сооружения, подпорные стенки и пр.). Регулирование поверхностного стока должно осуществляться с перехватом воды с вышележащих территорий и отводом в ливневую канализацию. При повышенной мощности оползневых процессов необходимо срезать



**Рис. 9**  
Инженерно-геологическое районирование территории

грунт с отсыпкой в подошве оползневого склона. Отсыпанные грунты должны быть дренированы.

**Площади, неблагоприятные для строительства.** Для них рекомендуется осушение и устройство дренажей, а также полный комплекс противооползневых мероприятий.

**Площади, рекомендуемые для рекреационных целей,** в основном, отведены под лесопарковую зону. Для предотвра-

щения развития донной и боковой эрозии необходимо выполнить регулирование русел ручьев и водотоков.

При проведении инженерно-геологических исследований было выявлено, что большую часть горных пород на территории планируемых строительных работ, составляют делювиально-оползневые глины и аргиллиты хостинской свиты олигоцена, а также алевролиты. Геологическая особенность аргиллитов состоит в том, что верхние слои высокопрочных горных пород после вскрытия начинают быстро терять прочность и разрушаться. В процессе выветривания заметно уменьшается плотность скелета, увеличивается коэф-

фициент пористости, уменьшается сцепление грунта. Эта особенность очень затрудняет процесс строительства и эксплуатации сооружений и требует значительных материальных затрат на инженерную подготовку территории. При проектировании на таких сложных территориях необходим качественно новый подход. Уже невозможно разрабатывать проектные решения, опираясь только на чертежи, здесь не обойтись без трехмерного моделирования территории и всех инженерно-

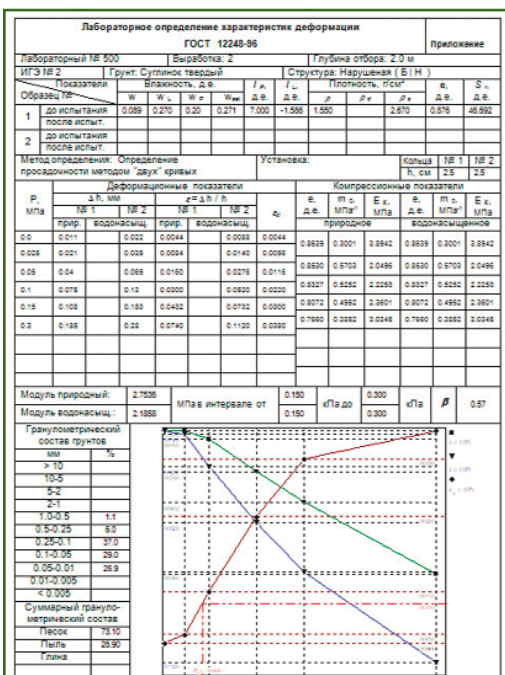
геологических процессов. Для обработки большого количества инженерно-геологической информации требуется применение современного программного обеспечения.

Программа GeoniCS Инженерная геология (GEODirect) позволяет проводить обработку и интерпретацию лабораторных испытаний и статического зондирования грунтов, формировать отчетную документацию, соответствующую нормам и стандартам, действующим в РФ.

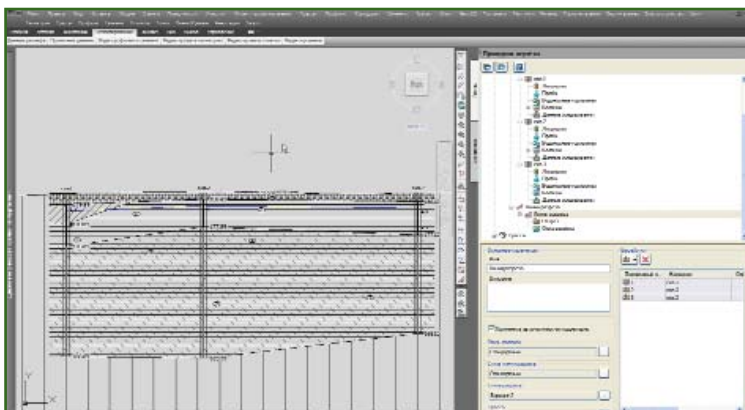
Для получения сводной ведомости физико-механических характеристик грунтов следует ввести данные первичной лаборатории и рассчитать показатели для каждой пробы. Затем можно статистически обработать полученные результаты и создать ведомости. Помимо расчетных характеристик в них отображаются все необходимые графические зависимости (рис. 10).

Программа позволяет экспортировать полученные результаты в AutoCAD для формирования инженерно-геологических разрезов и колонок. Чтобы быстро получить простой разрез по площадке, достаточно выбрать скважины — и в рабочем пространстве чертежа AutoCAD отобразится разрез с автоматическим зарамочным оформлением.

С помощью инструментов модуля GeoniCS Геомодель можно нанести необходимую инженерно-геологическую информацию на профили линейных объектов и автоматизировать процесс подготовки графических отчетных документов инженерно-геологических изысканий (инженерно-геологические колонки и разрезы). В программном комплексе GeoniCS Топоплан-Трассы на проектируемой площадке были созданы профили по дорогам и несколько профилей по площадке, которые можно использовать в ка-



**Рис. 10**  
Деформационные характеристики образца



**Рис. 11**  
Геологический профиль по площадке

честве исходных данных для формирования инженерно-геологических разрезов. Перед началом работы необходимо построить набор инженерно-геологических элементов, встречаемых на данной территории.

В «Проводнике чертежа» задается информация обо всех скважинах, расположенных на проектируемой площадке. Координатная привязка скважин пересчитывается с учетом пикетной привязки, абсолютная отметка устья скважины интерполируется с трехмерной моделью рельефа. Затем для каждой скважины вводится информация о мощности инженерно-геологических элементов, консистенции, воде и пробах. Все данные хранятся в чертеже, что упрощает их обработку и редактирование. При необходимости их можно экспортировать в Excel и создать «Каталог выработок». Информация о скважинах выводится на изыскательский профиль, подготовленный в GeonICS Топоплан-Трассы (рис. 11).

Таким образом, в программном комплексе GeonICS были подготовлены необходимые чертежи инженерно-геологических разрезов и колонок, а также сводные ведомости физико-механических характеристик грунтов.

▼ **Создание планировки коттеджных участков в AutoCAD Civil 3D и GeonICS**

Планировка коттеджных участков проводилась в соответствии со следующими документами:

— СП 53.13330.2011, СНиП 30-02-97\* «Планировка и застройка территорий садоводческих (дачных) объединений граждан, здания и сооружения»;

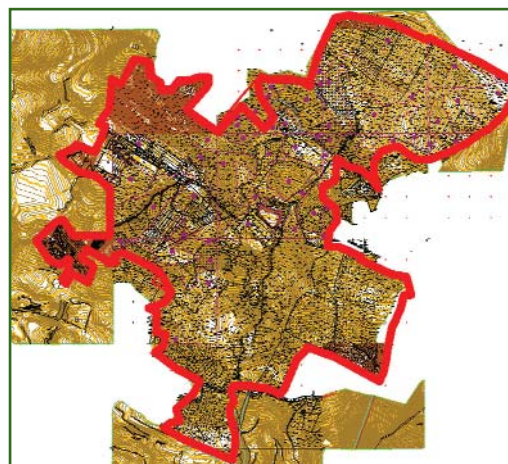
— СП 34.13330.2010, СНиП 2.05.02-85\* Актуализированная редакция. «Автомобильные дороги»;

— Пособие к СНиП II-60-75 (СНиП 2.07.01-89\*) «Пособие по размещению автостоянок, гаражей и предприятий технического обслуживания легковых автомобилей в городах и других населенных пунктах».

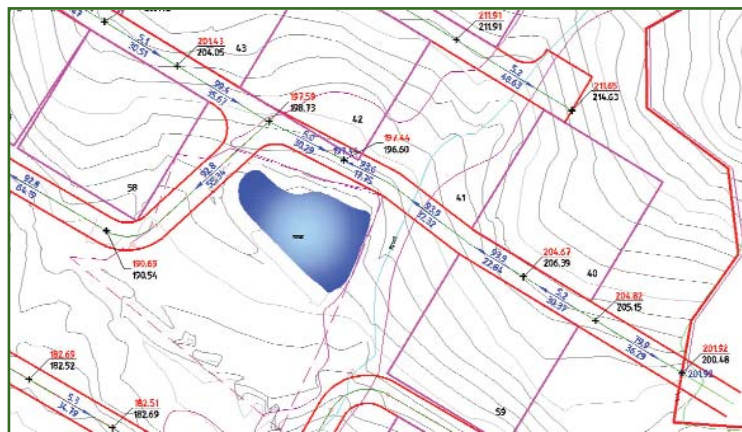
Выделенная территория общей площадью порядка 52 га расположена севернее г. Сочи в районе горы Малый Ахун (рис. 12). С севера на юг территорию пересекает ручей, а в ее центре расположен пруд площадью около 1080 м<sup>2</sup>. Максимальный перепад высот между северо-восточным и юго-западными углами площадки составляет около 183 м. На некоторых участках уклон склона достигает 400‰. Средняя величина уклона — порядка 250‰.

Планировка участков была обусловлена их расположением в горной местности и наличием зон с неблагоприятными геологическими условиями.

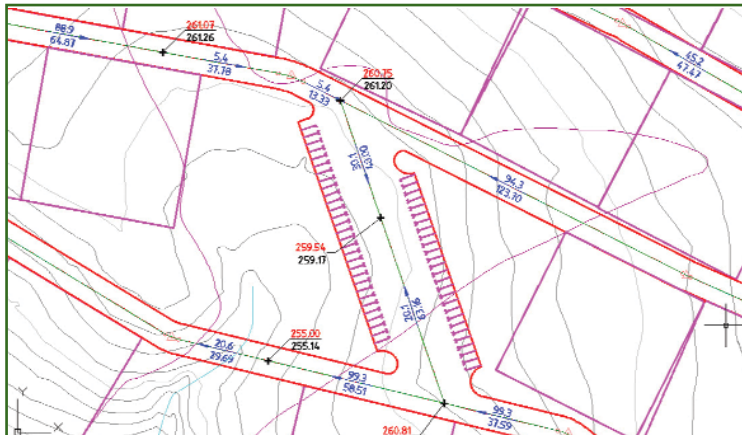
Планировочная схема разрабатывалась с учетом предпола-



**Рис. 12**  
Топографический план с границами территории



**Рис. 13**  
Фрагмент проекта восточного въезда



**Рис. 14**  
Фрагмент проекта северной парковки

гаемых размеров участка (50x50 м) и необходимостью подъездов (в том числе пожарных) ко всем участкам. Уклон склонов определил схему проездов в виде серпантинов.

Учитывалось, что максимальная протяженность тупиковых проездов не должна превышать 150 м. В конце каждого из них была предусмотрена площадка для разворота размером не менее 15x15 м. Минимальная ширина проезда — 9 м. Наименьший радиус кривых в плане на серпантинах составляет 15 м. В целях пожарной безопасности и для удобства эксплуатации было запроектировано 3 въезда/выезда на территорию (рис. 13). Их местоположение обусловлено наличием в этих местах существующих проездов с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием.

Из-за больших уклонов рельефа планировочная схема участков предполагает наличие террас. Кроме того, коттеджи должны быть запроектированы с применением винтовых свай. С учетом количества участков (102) были спроектированы парковки для личных автомобилей: на 55 машиномест на севере и на 100 машиномест на юге (рис. 14).

Размещение парковок обусловлено рельефом местности и транспортной схемой. Согласно

СНиП 2.05.02–85\* Актуализированная редакция. «Автомобильные дороги», продольный уклон площадок под парковки не превышает 40‰, продольный уклон проездов — 100‰, а минимальный продольный уклон составляет 5‰. Продольные профили проездов строились в AutoCAD Civil 3D и GeoniCS.

▼ **Моделирование траекторий движения транспортных средств в наиболее сложных участках в модуле «Транспорт» программы GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia)**

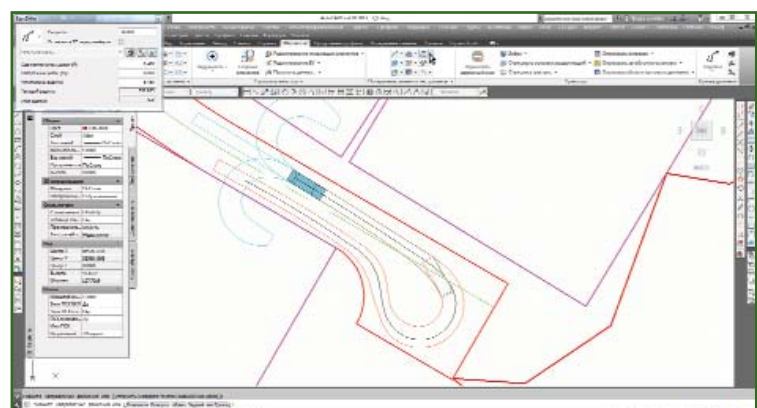
Входящий в модуль «Транспорт» раздел Autopath содержит инструменты анализа движения транспортных средств в плане. При помощи этих инструментов был выполнен специ-

альный расчет, обеспечивший определение возможности безопасного маневрирования для личного транспорта будущих жильцов проектируемого комплекса. В программе была определена самая крупногабаритная модель легкового автомобиля, которая должна соответствовать условиям наиболее сложного вписывания.

Благодаря специальным алгоритмам, содержащимся в Autopath, смоделированное движение колесных транспортных средств почти не отличается от реального поведения машины на дороге. Это позволяет в кратчайшие сроки проверить габаритные контуры заданного транспортного средства с учетом плана организации движения по данному участку задолго до начала строительства. Такие расчеты при анализе участка могут также способствовать наглядному выявлению несоответствий габаритных величин до различных объектов инфраструктуры при стандартных маневрах.

Интерфейс программы GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia) гармонично интегрируется в среду AutoCAD Civil 3D, что, в свою очередь, способствует простому и сквозному проектированию с расширением функций и инструментов графической среды.

Для анализа в модуле GeoniCS Автомобильные дороги



**Рис. 15**  
Анализ траектории движения легкового транспорта в плане

(Plateia) «Транспорт» были намечены разворотные площадки и парковочные места под личный легковой транспорт (рис. 15).

При анализе в данном проекте не выявлено нарушений. Все участки позволяют выполнить предусмотренные проектом организации движения маневры.

#### ▼ Проектирование инженерных коммуникаций в AutoCAD Civil 3D

Работа над проектом ливневой канализации на территории экологического курортно-рекреационного комплекса в Сочи была непростой. После выполнения основной части проекта, касающейся генерального плана, специалисты отдела приступили к планировке на выделенной под строительство территории сетей для перехвата ливневых вод с нескольких десятков индивидуальных участков, проездов и прилегающих к ним территорий и парковок. Площадка размером чуть более 52 га имеет поперечный уклон в основном в сторону прибрежной зоны — с северо-востока на юго-запад. Через территорию проектирования проходят несколько существующих сетей, которые было необходимо учитывать при разработке вариантов раскладки новых.

План сетей был создан средствами AutoCAD Civil 3D в соответствии с ориентацией размещения участков по территории и направлением стока ливневых вод (рис. 16). С учетом вертикальной планировки были намечены предполагаемые точки сбора воды, которые при трассировании сетей ливневой канализации пришлось скорректировать из-за технологических сложностей.

При проектировании инженерных коммуникаций очень важно иметь возможность просматривать и проверять в трехмерном виде взаимодействие созданных и существующих

объектов (рис. 17). Это позволяет уже на ранних стадиях выявить те ошибки, которые невозможно определить в плоскости. Таким образом, система автоматизированного проектирования повышает производительность и качество выполняемых работ на различных этапах проектирования.

Итогом работы, касающейся безнапорных инженерных сетей для сбора и отвода всех дождевых осадков на территории экологического курортно-рекреационного комплекса, стала система ливневой канализации.

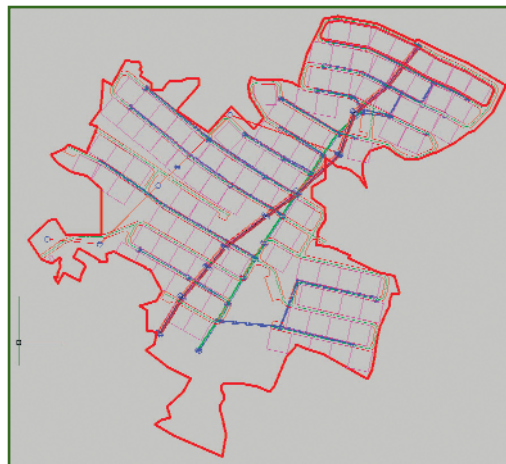


Рис. 16  
Схема участков и план сетей

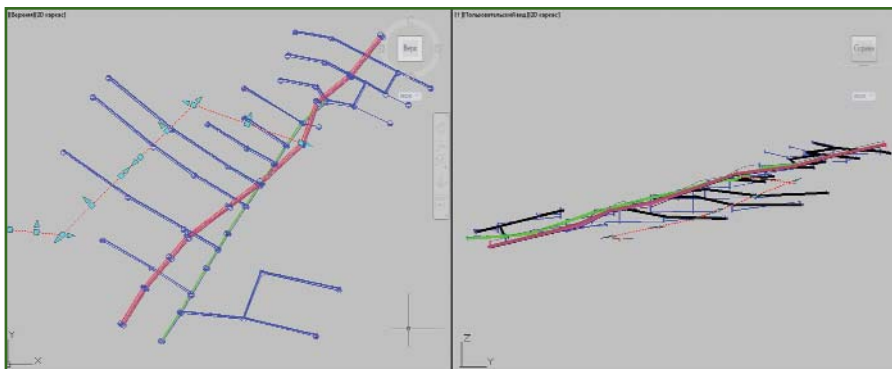


Рис. 17  
Сети в плане и в трехмерном виде

В проекте предусматривалась возможность применения специальных водоочистных сооружений, расчет производительности которых проводился отдельно. При этом учитывались объемы поверхностного стока ливневых вод для данного климатического района, типы грунтов и особенности рельефа. После очистки ливневые воды можно будет использовать в промышленных целях, для полива или пожарного водопровода. Дальнейшее применение этих вод в проекте не прорабатывалось, а предлагалось как один из вариантов.

Таким образом, сочетание AutoCAD Civil 3D и GeoniCS позволяет максимально эффективно использовать преимущества каждой из программ для реше-

ния самых сложных задач. Сложность работы профессионального коллектива в сочетании с передовыми программными решениями позволила разработать проектную документацию в максимально сжатые сроки.

#### RESUME

There are given the stages and results of the design decisions made by the specialists from the CSoft department of research, master plan and transportation and implemented in the project «Eco-resort and recreation complex in Sochi». It is shown that a combination of the AutoCAD Civil 3D and GeoniCS software applications can maximize the benefits of each of these programs for even the most complex tasks.

# Welcome to visit FOIF at INTERGEO 2013

## Stand No: F3.017

### RTS360 WinCE total Station

- ◆ Windows CE 5.0 operating system
- ◆ Endless drives, sight target faster with two hands operation
- ◆ A trigger key, user do not lose sight of the target while measuring
- ◆ 3.5" colour TFT LCD (320 x 240 dots) touch screen, transfective sunlight readable display
- ◆ Automatic keyboard illumination with light sensor
- ◆ Long reflectorless measuring distance reaches to 500m(R500) or 1000m(R1000)
- ◆ 500m long range Bluetooth cable-free connection
- ◆ Smart battery managing system
- ◆ Professional onboard software: FOIF Fieldgenius or Carlson SurvCE



### A30 GNSS Receiver

- ◆ Professional GNSS Satellite tracking(GPS,Glonass,Galileo,BDS...)
- ◆ Equipped with industry standard GNSS engine (Trimble, NovAtel...)
- ◆ OLED display with superior brightness & temperature range
- ◆ Proven Satel radio for base and rover communication
- ◆ 3.5G WWAN (HSDPA/WCDMA/EDGE...) module option
- ◆ FOIF PRS technology, compatible with other brands GNSS products
- ◆ Automatic tilt correction system within  $\pm 30$  degree
- ◆ Automatic data collection during centering



**GTA1310**

Automated Gyroscope Station  
Find azimuth anywhere and anytime  
with accuracy of 10s/GTA1310  
or 15s/GTA1315



**F55/F52**

GNSS/GIS Handhelder  
F55 H-accuracy:  
<20 cm 95% confidence (L-Dif™)  
<0.5 m 95% confidence (DGPS)  
F52 H-accuracy: 1-3m



**EL03**

High Precision Digital Level  
with standard deviation of 1km  
double run:  $\pm 0.3$ mm



New coming...

# СОБЫТИЯ

## ▼ Мобильное лазерное сканирование трассы М9 «Балтия»

НПК «Йена Инструмент» провела мобильное лазерное сканирование участка трассы М9 «Балтия» по заказу ООО «Геопроектизыскания». Измерения включали пространственную съемку дороги, протяженностью 38 км, и 11 развязок.

Мобильное лазерное сканирование выполнялось сканирующей системой LYNX Mobile Mapper M1 (Ortech Inc.), установленной на легковом автомобиле. Ширина полосы съемки составляла 50 м от края проезжей части. Обязательной съемке подлежали все автомобильные развязки, находящиеся на участке работы. В местах пересечения автодороги с другими автомобильными и железными дорогами, объектами гидрографии и линиями наземных коммуникаций, если это было возможно, также проводилось лазерное сканирование вдоль пересекемого объекта на отрезке протяженностью 150 м от точки пересечения с трассой М9.

По данным мобильного лазерного сканирования были построены цифровые модели рельефа и цифровые модели ситуации, а по полученным моделям — топографические планы масштаба 1:500 в формате AutoCAD.

Созданные картографические материалы будут использоваться при проектировании и обосновании мероприятий по рациональному природопользованию и охране окружающей среды. Проект реконструкции трассы предусматривает приведение дорожного полотна в нормативное состояние, а также увеличение количества полос движения, что позволит увеличить пропускную способность трассы на перегруженных участках.

«Мобильное лазерное сканирование — оптимальная технология для топографической съемки автомобильных дорог, — считает Г.Г. Божченко, генеральный директор НПК «Йена Инструмент». — Она позволяет быстро, точно и с минимальными трудозатратами получать данные для создания в дальнейшем трехмерных цифровых моделей и топографических карт, в которых так нуждаются проектировщики».

## По информации НПК «Йена Инструмент»

### ▼ Совместные измерения на Геодезической Дуге Струве

6 сентября 2013 г. состоялся очередной этап работ по сохранению уникального памятника — Геодезической Дуги Струве. Специалисты «Белаэрокосмогеодезия», компании «Кредо-Диалог» и Латвийского агентства геопространственной информации провели совместные измерения между крайними точками «Литовского участка Дуги Струве», проходящего по территории Белоруссии, Литвы и Латвии. Работа велась на пунктах Бристен (Латвийская Республика) и Белин (Республика Беларусь).

Измерения на пункте Белин были проведены на контрольных реперах, заложенных в непосредственной близости от исторического центра, при помощи спутниковых геодезических приемников TOPCON GB1000 (антенны TPSPG\_A1+GP). Измерения на пункте Бристен выполнялись непосредственно на историческом центре приемниками TRIMBLE R7 (антенна TRM55971.00). По предварительным результатам измерений длина вектора составила почти 505 км. Специалисты «Белаэрокосмогеодезия» выполняют окончательную обработку измерений, используя программное обеспечение Bernesse. Затем ре-

зультаты измерений будут сопоставлены с данными, полученными русскими геодезистами под руководством К.И. Теннера в XIX веке.

В рамках поездки специалисты «Кредо-Диалог» и «Белаэрокосмогеодезия» посетили в Белинской средней школе действующую экспозицию, посвященную Дуге Струве. В дар школе и ее ученикам передан масштабный макет территории, на которой располагался тригонометрический пункт Белин. Макет создан военными топографами Республики Беларусь и отражает историческое расположение астрономической обсерватории и других важных точек тригонометрического пункта. Кроме того, в экспозицию переданы картографические материалы и экземпляр книги В.В. Мкртычяна «Геодезическая Дуга Струве: путь к всемирному наследию» с подписью автора.

В ближайшее время экспозиция пополнится еще одним макетом, выполненным В.Ф. Мазуром, учителем Белинской средней школы. Это макет астроно-





# Технологии CREDO для изысканий и строительства - ваш ключ к решению инженерных задач!



тел.: +7 (499) 921-02-95  
+7 (499) 346-06-73  
e-mail: [market@credo-dialogue.com](mailto:market@credo-dialogue.com)  
[moscow@credo-dialogue.com](mailto:moscow@credo-dialogue.com)  
[www.credo-dialogue.com](http://www.credo-dialogue.com)

Приглашаем специалистов  
на наш стенд F 127,  
павильон 75  
на выставке «GeoForm+»  
15-17 октября

мической обсерватории, существовавшей на тригонометрическом пункте Белин.

**По информации компании «Кредо-Диалог»**

▼ **Зарегистрировано первое СРО землеустроителей**

16 сентября 2013 г. Росреестр внес в Государственный реестр саморегулируемых организаций СРО Некоммерческое партнерство «Национальный союз землеустроителей» (СРО НП «Землеустроители»).

Президентом НП «Землеустроители» является ректор Государственного университета по землеустройству (ГУЗ) С.Н. Волков, директором партнерства — М.И. Петрушина. В составе президиума партнерства: председатель научно-экспертного совета при Комитете по аграрным вопросам Государственной Думы ФС РФ А.А. Фомин; директор Департамента земельной политики, имущественных отношений и госсобственности Министерства сельского хозяйства РФ В.В. Абрамченко; генеральный директор ООО «ЧелябинскНИИгипрозем» А.Д. Маляр; генеральный директор ООО НП АГП «Меридиан+» А.В. Головихин; генеральный директор ЗАО Управляющая компания «Морион» И.Ю. Батурин, директор ООО «Архземкадастр» А.В. Пугин; директор ООО «Гипрозем» В.П. Антонов; директор ООО «ТРИЭФ» Т.В. Фарафонова; генеральный директор ООО «Центр информационно-правовой поддержки кадастровой деятельности и землеустройства» С.В. Матвеев; главный инженер ФГУП «Ростехинвентаризация — Федеральное БТИ» С.Г. Мирошниченко; проректор по учебно-методической работе ГУЗ Е.М. Чепурин; представитель ООО «ВЕРА ПЛЮС» С.Г. Шутов; генеральный директор ООО НП «Гипрозем+» В.В. Тяляев; Е.А. Хапаев; генеральный директор ООО «ГЕОС-ФЕРА» С.В. Рызов.

Новая саморегулируемая организация на момент ее регист-

рации объединила в своих рядах юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих свою деятельность в сфере землеустройства практически во всех регионах Российской Федерации. Свою работу созданное СРО планирует направить на обеспечение условий для ведения землеустроительной деятельности членами Партнерства; разработку и утверждение обязательных к применению своими членами стандартов и правил землеустроительной деятельности, правил деловой и профессиональной этики; представление, защиту законных прав и интересов членов Партнерства, оказание им информационной, образовательной-методической, технической, правовой и иной помощи, организацию повышения квалификации; осуществление контроля за ведением землеустроительной деятельности членами Партнерства и обеспечение их имущественной ответственности; содействие органам государственной власти Российской Федерации в выработке сбалансированной государственной политики в отношении землеустроительной деятельности.

О создании СРО НП «Землеустроители» и о задачах новой саморегулируемой организации рассказал в приветственной речи во время открытия консультативного семинара по теме «Новации в кадастровой деятельности в связи с вступлением в силу Федерального закона от 23.07.2013 г. № 250-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части государственной регистрации прав и государственного кадастрового учета объектов недвижимости» 24 сентября 2013 г. профессор С.Н. Волков. Данное мероприятие прошло в актовом зале ГУЗ и собрало более 350 землеустроителей, кадастровых инженеров и других специалистов, работающих в сфере земельно-имущественных отношений.



На этом же мероприятии в торжественной обстановке произошло подписание соглашения о сотрудничестве между НП «Национальная палата кадастровых инженеров» в лице его президента В.С. Кислова и ГУЗ в лице его ректора С.Н. Волкова.

**По информации с сайта [www.npzem.ru](http://www.npzem.ru)**

▼ **Подписание Меморандума о взаимопонимании и сотрудничестве между СРО НП «Кадастровые инженеры» и Союзом геодезистов Сербии (Белград, Республика Сербия, 18 сентября 2013 г.)**

Подписи под документом поставили президент СРО НП «Кадастровые инженеры» В.С. Кислов и президент Союза геодезистов Сербии М. Кубурич. В церемонии подписания принял участие представитель посольства РФ в Республике Сербия.

В своем выступлении во время официальной части открытия мероприятия В.С. Кислов отметил, что подписание Меморандума является продолжением контактов, начатых в июне 2013 г. в ходе рабочего визита в Российскую Федерацию делегации членов Союза геодезистов Сербии и посещения ими СРО НП «Кадастровые инженеры». Он подчеркнул, что уже тогда был обозначен взаимный интерес к различным направлениям сотрудничества. Прежде всего, это взаимодействие в вопросах подготовки кадастровых инженеров России и геодезистов Сербии к работе в условиях меняющегося законодательства обеих стран, а также совместное выполнение работ в



России, Сербии и других государств.

М. Кубурич также отметил значимость события, подчеркнув, что Союз геодезистов Сербии придает большое значение подписанию данного меморандума. Он выразил надежду, что устанавливаемое сотрудничество пойдет на пользу обеих стран.

В составе делегации СРО НП «Кадастровые инженеры», при-

нявшей участие в церемонии подписания меморандума, члены президиума партнерства А.В. Головихин и И.Ю. Батурин, генеральный директор СРО НП «Кадастровые инженеры» М.И. Петрушина, начальник отдела международных проектов партнерства В.В. Тихонов, член Совета работодателей кадастровых инженеров О.М. Бревдо.

**По информации  
НП «Кадастровые инженеры»**

### ▼ Сканирующая система RIEGL VMX-450-RAIL на железных дорогах во Франции

SNCF, национальная компания, управляющая железными дорогами Франции, приобрела систему RIEGL VMX-450-RAIL, предназначенную для картографирования объектов инфраструктуры железных дорог.

Основные задачи картографирования железных дорог — это получение информации о железнодорожном полотне и прилегающей инфраструктуре в геоцентрической системе координат, мониторинг негабаритных участков для выявления препятствий природного характера, таких как растительность, и определение ограничений для прохождения специализированного транспорта. Другим применением лазерного мобильного сканирования для железных дорог может быть контроль и регистрация изменений в районе железнодорожных станций,

# PHOTOMOD

Цифровые модели рельефа

2D и 3D векторизация, картографирование

Фоторионтуляция

3D-моделирование

Организационное формирование и создание мозаик

**РАКУРС**  
Тел.: (495) 720-51-27, info@racurs.ru, www.racurs.ru

Приглашаем вас посетить наш стенд на выставке GeoForm+ 2013, 15-16 октября, г. Москва, Всероссийский выставочный центр, 75 павильон



например, изменение величины зазора между платформой и поездом в процессе выполнения ремонтных работ. Все эти задачи служат повышению уровня безопасности железнодорожного транспорта.

Управление сетью железных дорог опирается на тщательную организацию — одно изменение маршрута или пути движения может вызвать многочасовые задержки большого количества отправок в расписании поездов.

RIEGL VMX-450-RAIL — интегрированная высокоскоростная мобильная лазерная сканирующая система с программным обеспечением SiRailScan производства компании technet-rail была адаптирована к специальным требованиям компании SNCF.

Сканирующий комплекс устанавливается на стойке хвостового вагона или непосредственно на локомотиве. При максимальной скорости измерений 1,1 млн измерений в секунду и линейной скорости сканирования 400 линий в секунду RIEGL VMX-450-RAIL позволяет выполнять съемку протяженных участков железнодорожных путей на высокой скорости, обеспечивая при этом плотное «облако точек», содержащее миллиарды отдельных точек измерений. Измерительный вагон может пройти в интервале между двумя регулярными поездами, не вызывая задержки в расписании.

SiRailScan — это кросс-платформенное программное обеспечение для оценки и анализа 3D данных лазерного сканирования. Оно может быть использовано для имитации проезда поезда, для выявления и определения местонахождения негабаритного участка и проведения сравнения фактической и проектной геометрии железнодорожного полотна. ПО SiRailScan также определяет фактическую геометрию железнодорожного полотна без каких-либо ограничений, на основе данных «облака точек», что позволяет рассчитать с высокой точностью фактическое положение железнодорожного полотна в плане и по высоте.

Сеть железных дорог Франции принадлежит независимой группе компаний RFF и включает в себя около 58 тыс. км железных дорог. Управлять огромной сетью особенно сложно, поэтому постоянный и многократный мониторинг и проверки текущего состояния всей инфраструктуры являются жизненно важными. Компании RIEGL и technet-rail гордятся возможностью поддержать эти усилия своими технологиями мобильного картографирования — VMX-450-RAIL и SiRailScan.

Официальным эксклюзивным дистрибьютором мобильных и наземных лазерных сканирующих систем RIEGL и программного комплекса SiRailScan компании technet-rail в России является компания АртГео.

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте компании «АртГео» ([www.art-geo.ru](http://www.art-geo.ru)).

**По информации компании «АртГео»**

**▼ Новые направления повышения квалификации в Центре «КРЕДО-образование»**

Для инженеров-геодезистов строительных компаний и для кадастровых инженеров, в рамках повышения квалификации по работе с ПО CREDO, разработаны два новых учебных курса.

Курс «Геодезия в строительстве. Современные программные средства для обеспечения технологии строительства и эксплуатации зданий и сооружений» построен с учетом специфики геодезических работ при строительстве промышленных, гражданских и транспортных объектов. Программа включает следующие тематические модули:

- теория и практика ведения геодезических работ на строительной площадке;

- современные технологии обработки инженерно-геодезических измерений;

- практика работы в программах CREDO\_DAT, ТРАНСКОР, НИВЕЛИР, TRANSFORM, CREDO ТОПОПЛАН, CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, CREDO ОБЪЕМЫ И CREDO РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ.

В настоящее время проводится набор на вечерний курс «Геодезия в строительстве. Современные программные средства для обеспечения технологии строительства и эксплуатации зданий и сооружений» в Москве. Начало курса 28 октября 2013 г.

Учебный курс «Современные технологии подготовки межевых планов и технических планов зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства и помещений» разработан специально под задачи кадастровых инженеров. Цель курса — приобретение знаний и навыков в применении современных ав-

томатизированных технологий для подготовки межевых планов, карт (планов), технических планов зданий, сооружений, помещений и объектов незавершенного строительства, в соответствии с действующими федеральными законами и приказами Минэкономразвития России.

Обучающиеся получают навыки работы в программах CREDO КАДАСТР и CREDO МЕЖЕВОЙ ПЛАН с учетом последних изме-

нений в законодательстве, рассмотрят типовые ошибки при подготовке данных для постановки на кадастровый учет объектов недвижимости, получат ответы на вопросы по материалам, подготовленным в программах CREDO КАДАСТР и CREDO МЕЖЕВОЙ ПЛАН.

Первые занятия в рамках этого курса пройдут в Москве в декабре 2013 г. В качестве эксперта на курс приглашен специа-

лист СРО «НП Кадастровые инженеры».

После окончания курса повышения квалификации специалисту, сдавшему зачет, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Заявку на обучение можно оформить по e-mail: [training@credo-dialogue.com](mailto:training@credo-dialogue.com).

**По информации  
компании «Кредо-Диалог»**

## ОБОРУДОВАНИЕ

### ▼ Новый приемник ГНСС компании JAVAD GNSS

Компания JAVAD GNSS объявила о начале производства геодезического приемника TRIUMPH-LS следующего поколения серии TRIUMPH 2, который имеет 864 канала слежения. Это больше, чем у любого существующего в настоящее время приемника ГНСС.

TRIUMPH-LS оснащен тремя мощными процессорами, имеет 256 входов/выходов, 24 цифровых фильтра для оптимальной обработки всех действующих и перспективных ГНСС, 24 фильтра для эффективного подавления внутрисполосных помех, а также 14 Мбайт встроенной оперативной памяти. Все эти функции реализованы в единой СБИС.

Объявление о выходе нового приемника было сделано на конференции ION GNSS+, которая проходила 16–20 сентября 2013 г. в США.

Джавад Ашджаи, президент и владелец компании, так объяснил решение оснастить новый приемник 864 каналами: «Некоторые производители сомневались в необходимости 216 каналов в TRIUMPH. Теперь ранее сомневающиеся производят оборудование с 440 каналами слежения. Мы выделяем по нескольку каналов для каждого спутника, чтобы обеспечить надежность и запас в работе. Мы используем более 100 каналов только для сканирования ГНСС полос на наличие вредных помех. Таким образом, наличие 864 каналов является необходимым залогом эффективной работы современного оборудования ГНСС».

Приемник TRIUMPH-LS позволяет выполнять визуальный вынос и более 3000 преобразований координат, обеспечивает функционирование шести параллельных RTK-процессоров, оснащен передовыми возможностями координатной геометрии и большим набором атрибутивной информации.

Программные средства приемника позволяют выполнять фотограмметрическую обработку изображений, получаемых встроенной или внешней камерой. При этом точность определяемых смещений по результатам фотограмметрической обработки составляет

10 см (для встроенной камеры) и 5 см (для внешней камеры). TRIUMPH-LS — это первый геодезический приемник компании JAVAD GNSS, имеющий такую функцию.

К другим возможностям нового приемника относятся универсальный набор атрибутивной информации, функция кодирования, автоматические фото- и голосовые комментарии, а также мониторинг помеховой обстановки в месте проведения работ и пр.

Экран приемника имеет разрешение 800x480 пикселей.

Встроенные батареи обеспечивают непрерывную работу приемника в течение 25 часов в режиме RTK Rover при полной яркости экрана, использовании УВЧ-радиомодема или GSM-связи. Два часа заряда батареи эквивалентны двум дням съемки. Батареи, при необходимости, могут быть заменены пользователем в полевых условиях.

TRIUMPH-LS является самым легким из существующих геодезических приемников ГНСС: общий вес оборудования, включая приемник, радиомодем, вежу и батареи, составляет 2,5 кг.

Корпус приемника выполнен из прочного магниевого сплава, все разъемы, слоты SIM и microSD карт надежно защищены от воздействия окружающей среды. Веха компактно склады-



вается и позволяет перевозить приемник, например, на сидении автомобиля: нет никаких длинных шестов, отдельных дополнительных устройств, таких как внешний контроллер, крепления и т. п.

Встроенное программное обеспечение TRIUMPH-LS автоматически обновляется при подключении к Интернет по Wi-Fi интерфейсу.

Встроенная ГНСС антенна характеризуется отличной диаг-

раммой направленности.

Геодезисты США первыми получают возможность испытать новый прибор в работе, начиная с 1 января 2014 г.

**По информации компании JAVAD GNSS**

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ▼ Новая версия программы НИВЕЛИР 2.1

С октября 2013 г. компания «Кредо-Диалог» предлагает специалистам оценить новые возможности программы НИВЕЛИР 2.1. Новая версия разработана с учетом появления новых нормативных документов и развития технических возможностей программного обеспечения цифровых нивелиров. Кроме того, в программном обеспечении НИВЕЛИР 2.1 учтены предложения пользователей, направленные на повышение эффективности обработки данных цифровых нивелиров.

Новые возможности программы:

- увеличена точность ввода и отображения показателей точности для классов (разрядов) нивелирования в «Свойствах проекта»;

- в «Свойства проекта» добавлены новые классы (разряды), применяемые, в первую очередь, при нивелировании осадочных марок;

- для I разряда нивелирования добавлено вычисление разностей (d7, d8, d9, d0). Данные разности доступны и для выбора в ведомостях I класса;

- в формат файла записываются данные по вычисленным значениям, связанным с оценкой точности уравниваемых величин;

- в шаблоны ведомостей добавлены новые переменные;

- исправлены ошибки и замечания, выявленные в процессе производственной эксплуатации программы.

Более подробная информация на сайте [www.credo-dialogue.com](http://www.credo-dialogue.com).

### По информации компании «Кредо-Диалог»

### ▼ Новый модуль программы CREDO ГЕОСМЕТА онлайн для кадастровых работ

30 сентября 2013 г. компанией «Кредо-Диалог» в производственную эксплуатацию выпущен новый модуль программы CREDO ГЕОСМЕТА онлайн — «Кадастровые работы». Функционал модуля позволяет создавать проектно-сметную документацию на кадастровые работы согласно методике определения платы и предельных размеров платы за проведение кадастровых работ федеральными государственными унитарными предприятиями, находящимися в ведении Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, в целях выдачи межевого плана, утвержденной приказом Минэкономразвития России № 14 от 18.01.2012 г. В течение двух месяцев модуль «Кадастровые работы» проходил опытную эксплуатацию, которая показала, что программа позволяет успешно решать задачи автоматизированного расчета стоимости и формирования проектно-сметной документации на кадастровые работы, а в случае необходимости предоставляет возможность оказания оперативной помощи.

Модуль «Кадастровые работы» дополняет программное обеспечение кадастрового направления — CREDO МЕЖЕВОЙ

ПЛАН и CREDO КАДАСТР. Комплексное использование технологий CREDO позволяет быстро и качественно решать производственные задачи, стоящие перед кадастровыми инженерами.

В программе CREDO ГЕОСМЕТА пользователи также могут создавать сметы на:

- инженерно-геодезические изыскания для строительства;

- инженерно-геодезические изыскания при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;

- инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства;

- инженерно-гидрографические работы, инженерно-гидрометеорологические изыскания на реках;

- топографо-геодезические работы (СУР-2002).

CREDO ГЕОСМЕТА онлайн — первая программа в системе CREDO, доступ к которой предоставляется по технологии SaaS. Для работы с ней достаточно иметь выход в Интернет из любого Интернет-браузера. Данные доступны из любой точки мира, а компания «Кредо-Диалог» гарантирует конфиденциальность выполненных расчетов.

Более подробная информация на сайте <https://geosmeta.credo-dialogue.ru>.

### По информации компании «Кредо-Диалог»

### ▼ Новая версия программы CREDO РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ

Компания «Кредо-Диалог» выпускает в производственную

эксплуатацию обновленную версию программы Credo РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ, ее поставка начнется в ноябре 2013 г.

При подготовке новой версии были обобщены отзывы и пожелания пользователей, изучен целый ряд научных работ, а также различные отраслевые нормативные документы по данной тематике. Наибольшее внимание разработчики уделили развитию функционала по интерпретации результатов наблюдений за деформационно-осадочными процессами.

Результатом стала программа, обладающая наиболее полным инструментарием для интерпретации результатов измерений из всех имеющихся на рынке программ по мониторингу деформаций.

Наиболее важные дополнения:

- функция расчета математических зависимостей развития деформационно-осадочных процессов с возможностью прогнозирования, которая включает вычисление математической модели наиболее соответствующей движению наблюдаемых марок — линейный, степенной, циклический тренд, а также оценку достоверности моделирования и прогнозирования развития процессов;

- функция расчета дилатации — относительного изменения площади деформируемой поверхности (вычисленные значения дилатации могут визуализироваться в виде изолиний равных изменений площади, векторов главных деформаций, а также выводиться как ведомости);

- возможность вычисления по результатам геодезических наблюдений деформационно-осадочных марок не просто фактических смещений, а понятных с точки зрения безопасности наблюдаемого объекта величин: крен и прогиб для линейных объектов, наклон и кручение для башенных сооружений;

- трехмерная визуализация деформационной поверхности с возможностью просмотра динамики происходящих процессов;

- новые виды графиков в соответствии с требованиями руководящих документов и пожеланиями пользователей;

- график подкрановых путей с расчетом отклонения рельсов в плане и по высоте.

Также были выполнены общие доработки программы:

- оптимизированы настройки свойств проекта, включая единицы измерения деформационных характеристик и их допустимые пороги, по достижению которых система предупреждает пользователя;

- добавлены более удобные сценарии работы с деформационной поверхностью, включая создание внутренних и внешних контуров, а также повышена стабильность построения деформационной поверхности в различных «критических» сценариях;

- оптимизирован анализ устойчивости контрольных пунктов;

- реализована возможность сохранения визуализации динамики деформационных процессов в формате AVI.

Программа Credo РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ предназначена для обработки и интерпретации результатов геодезических измерений по многократным наблюдениям за горизонтальными и вертикальными смещениями. Она может применяться как для мониторинга зданий и сооружений, так и просадок грунта, оползнеопасных участков и для целого ряда аналогичных задач.

Более подробная информация на сайте [www.credo-dialogue.com](http://www.credo-dialogue.com).

#### По информации компании «Кредо-Диалог»

#### ▼ Комплекс «Геопортал Регион»

В КБ «Панорама» разработан Комплекс ведения регионального геопортала «Геопортал Реги-

он», выполняющий функции региональной ГИС для задач территориального планирования и поддержки инфраструктуры пространственных данных.

Комплекс «Геопортал Регион» предназначен для ведения банка пространственных данных, публикации цифровой картографической информации, данных дистанционного зондирования Земли, тематической информации из баз данных, документов, навигационной информации, организации удаленного взаимодействия с автоматизированными системами управления, системами мониторинга состояния территорий, управления транспортом, обеспечения градостроительных задач, ведения кадастра земли и недвижимости и др. Программные средства комплекса ведения регионального геопортала занесены в Реестр сертифицированных средств защиты информации Минобороны России и могут быть применены для обработки информации с ограниченным доступом.

#### По информации КБ «Панорама»

#### ▼ ГИС «Оператор» для ВС РФ

По итогам государственных испытаний приказом Министра обороны РФ ГИС «Оператор» принята для применения в Вооруженных Силах РФ.

ГИС «Оператор», разработанная КБ «Панорама», предназначена для решения задач топографо-геодезического и геоинформационного обеспечения в интересах силовых ведомств. В состав ГИС входят библиотеки условных знаков для оформления специальных карт и 3D-моделей местности. ГИС «Оператор» применяется при проведении международных командно-штабных учений и тренировок в ВС РФ, Белоруссии, Казахстана, Армении, Украины и других стран. Совместно с программой ГИС Сервер, комплектом сервисных программ и внешних устройств ГИС «Оператор» обеспе-

чивает работу в сетевцентрической системе управления и обмена данными. Программное обеспечение сертифицировано в системе сертификации средств защиты информации.

В состав ГИС входят расчетные задачи для инженерного обеспечения войск и ликвидации чрезвычайных ситуаций, организации воздушной и радиолокационной разведки, подготовки командно-штабных документов и др.

**По информации  
КБ «Панорама»**

▼ **Новые возможности «АРМ Кадастрового инженера»**

Обновлены программные средства формирования электронных документов, необходимых для государственного кадастрового учета земли и объектов недвижимости — «АРМ Кадастрового инженера». Реализована технология создания, редактирования, хранения и использования кадастровой карты в среде «Карта» для электронного документооборота с органами государственного кадастрового

учета. При подготовке кадастровой карты доступно более 100 различных геопорталов, включая слои «кадастровые округа», «кадастровые районы», «кадастровые кварталы», «земельные участки» с сайта Росреестра.

Для удобства пользователей в геодезическом редакторе добавлена новая панель «Электронные документы», которая включает следующие режимы: «Загрузка данных из XML-файлов ГКН», «Формирование электронного XML-документа МЕЖЕВОЙ ПЛАН», «Контроль XML-файла на соответствие XML-схеме», «Формирование XML-файла для подачи заявления в ГКН», «Электронная цифровая подпись».

Интерфейс диалога «Электронный МЕЖЕВОЙ ПЛАН» обеспечивает наглядное отображение и удобное редактирование кадастровых сведений по всем атрибутам и характеристикам. Состав данных, отображаемых в элементах диалога, считывается из кадастровой карты и группируется в узлах информационно-

го дерева. При выборе какого-либо узла автоматически активизируется страница, отображающая группу сведений соответствующего раздела.

Доработана процедура «Загрузка кадастровых сведений из файла XML» по XLM-схемам: кадастровый паспорт земельного участка, кадастровая выписка об объекте недвижимости, кадастровая выписка о земельном участке, кадастровый план территории. Обеспечивается создание кадастровой карты, включающей кадастровые кварталы, земельные участки, части земельных участков, границы населенных пунктов, территориальные зоны и зоны с особыми условиями использования, характерные точки границ, пункты ОМС. Доработаны процедуры создания многоконтурных участков и единых землепользований. Для новых XML-схем ГКН реализованы списки семантик, соответствующие справочникам всех обновленных XML-схем.

**По информации  
КБ «Панорама»**

# ИЗДАНИЯ

▼ **Вышла в свет книга «Прикладная геодезия: геодезическое обеспечение строительного производства»**

Автор учебного пособия Авакян Вячеслав Вениаминович, доцент кафедры прикладной геодезии МИИГАиК.

Рецензенты — Е.П. Власенко, генеральный директор ООО «Радуга-М Лтд», к.т.н. и О.И. Мороз, заведующий кафедрой геодезии института геодезии Национального университета «Львовская политехника», проф., д. т. н.

В учебном пособии изложены методы, техника и технология производства инженерно-геодезических работ при изысканиях и строительстве инженерных и дорожно-транспортных



сооружений, гражданских зданий, гидротехнических, подземных и других объектов строительства. Отражены перемены, связанные с внедрением новых

средств измерений, спутниковых геодезических приемников, электронных тахеометров, цифровых нивелиров, а также программных средств обработки результатов измерений.

Пособие носит учебный характер и предназначено для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по направлению «Геодезия», и «Прикладная геодезия». Оно также может быть полезно для других категорий учащихся и специалистов, выполняющих инженерно-геодезические работы.

Тираж 1000 экз. Книгу можно приобрести в МИИГАиК.

**В.В. Авакян**  
(МИИГАиК)



Закрытое Акционерное Общество

**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ**



**ПРИБОРЫ**

**Официальный дилер Topcon Sokkia**



**SOKKIA**

**TOPCON**

197101, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Монетная, д.16  
Тел./факс: (812) 363-43-23, e-mail: office@geopribori.ru  
www.geopribori.ru, www.геоприборы.рф



# СОЗДАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ В ГИС «КАРТА 2011» НА ОСНОВЕ ДАННЫХ БПЛА

В.А. Панцаков («Геопроект»)

В 1984 г. окончил Ленинградское высшее военно-топографическое командное училище, в 1993 г. — геодезический факультет Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева. В настоящее время — главный инженер ЗАО «Геопроект».

В статье описываются практические результаты топографо-геодезических работ по созданию топографических карт масштаба 1:10 000 и планов масштаба 1:500–1:2000 по материалам аэрофотосъемки, выполненной с помощью аэрокомплекса компании «ГЕОСКАН» (Санкт-Петербург). Данный аэрокомплекс представляет собой беспилотный летательный аппарат (БПЛА) GeoScan (рис. 1) с программой обработки и создания в автоматическом режиме ортофотопланов различных масштабов. Его эффективно применять на небольших территориях, площадью до 30 км<sup>2</sup>.

На БПЛА GeoScan установлен цифровой фотоаппарат Sony с



Рис. 1  
Запуск БПЛА GeoScan



Рис. 2  
Точка ПВП вид на земле (слева) и на снимке при высоте аэросъемки 150 м (справа)



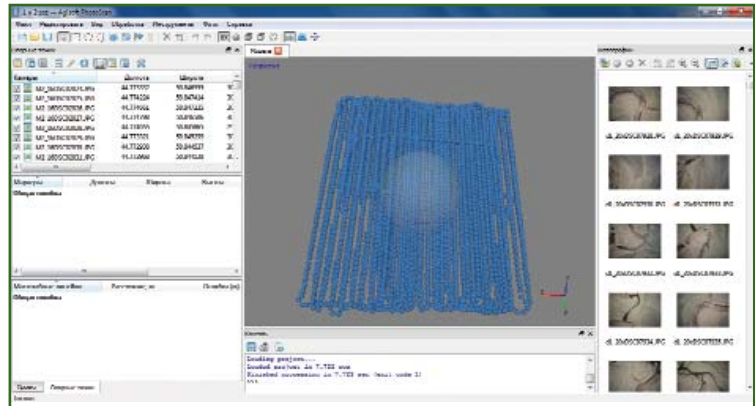
Рис. 3  
Антенна базовой станции на земле (слева) и на снимке при высоте аэросъемки 150 м (справа)

широкоугольным объективом и разрешением 24 Мпикселя, который дает возможность получать снимки с высоты 150–200 м с разрешением на местности 4–5 см в одном пикселе. Это позволяет использовать их для создания ортофотопланов масштаба 1:500 и мельче. С высоты 150 м на одиночном снимке отображается участок местности размером около 90х90 м.

Рассмотрим технологию создания цифровых топографических планов с использованием результатов топографо-геодезических и аэросъемочных работ, выполненных ЗАО «Геопроект» в 2012–2013 гг. в интересах ООО «Газпром Добыча Шельф» на объектах о. Сахалин и ООО «Волгодеминойл» (Волгоград).

Перед началом аэросъемки были проведены полевые то-

пографо-геодезические работы для выбора на местности точек планово-высотной подготовки (ПВП), определения их координат и высот. В качестве таких точек принимались объекты местности, имеющие четко выраженные контуры и небольшую высоту относительно поверхности земли (углы бетонных плит, люки колодцев и др.). При такой технологии работ точки ПВП должны располагаться по регулярной сетке со стороной около 500x500 м. Если на местности не удавалось выбрать четкий и однозначно дешифрируемый на снимке контур, то в качестве точек ПВП использовались одноразовые пластиковые или бумажные тарелки белого цвета размером 18 см и более. Применение одноразовых тарелок в качестве точек ПВП наиболее целесообразно, так как не требует сос-



**Рис. 4**  
Загрузка данных по каждому маршруту полета БПЛА в программном комплексе PhotoScan

тавления абриса и описания. Такие точки хорошо дешифрируются на цифровом снимке и имеют размер 4–5 пикселей. В ряде случаев для обозначения точки ПВП выкладывался крест из бревен, толщиной около 10 см (рис. 2). Кроме того, в качестве точки ПВП использовалась антенна базовой станции

спутникового приемника, расположенная на крыше вагончика (рис. 3). Антенна имеет диаметр 32 см, что составляет на цифровом снимке 8–9 пикселей при высоте аэросъемки 150 м. Недостатком данной технологии является необходимость закрепления точек ПВП и определения их координат и

# ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

www.gisinfo.ru

## КБ ПАНОРАМА

**ГИС Сервер**

**GIS WebServer**

**Панорама АГРО**

**Земля и Недвижимость**

**GIS ToolKit**

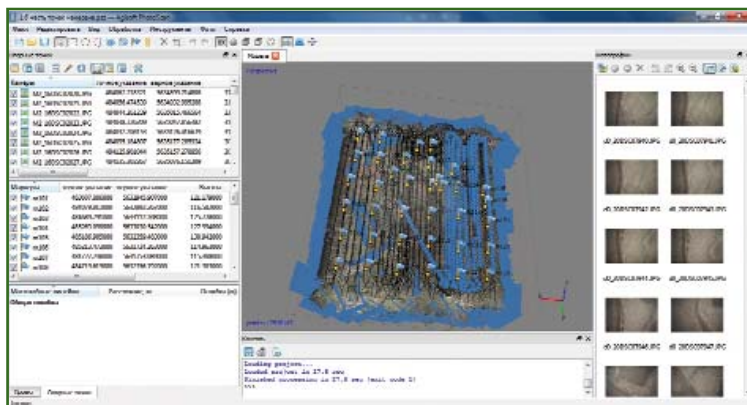
**ГИС Карта 2011**

**3D-моделирование**

**АРМ Кадастрового инженера**

Официальный разработчик  
ГИС «Карта 2011», GIS ToolKit,  
GIS WebServer,  
«Земля и Недвижимость»  
Свидетельство Роспатента:  
2010615871, 990438,  
2007614529, 2007614531  
© Copyright Panorama Group 1991-2013

**ЗАО КБ "Панорама"**  
Россия, 119017, г. Москва,  
Б.Толмачевский пер.,  
дом 5, офис 1004  
Тел.: (495) 739-0245, 725-1991  
Тел./факс: (495) 739-0244  
E-mail: [panorama@gisinfo.ru](mailto:panorama@gisinfo.ru)  
[www.gisinfo.ru](http://www.gisinfo.ru)



**Рис. 5**  
*Идентификация точек ПВП в программном комплексе PhotoScan*

высот до начала аэросъемки, что увеличивает срок выполнения всех работ.

На борту БПЛА имеется навигационный приемник GPS, который во время аэросъемки фиксирует координаты центра каждого снимка в системе WGS-84. Для автоматической обработки результатов аэросъемки файлы с цифровыми снимками и результатами привязки их центров загружались в программный комплекс PhotoScan (рис. 4).

Следующий шаг обработки включал преобразование координат проекта из WGS-84 в систему координат и высот объекта. Для этих целей вводились данные высот и координат точек ПВП, и проводилась идентификация каждой точки на цифровых снимках (рис. 5).

После этого в автоматическом режиме выполнялась фотограмметрическая обработка и создавалась трехмерная цифровая модель территории, которая включала цифровой ортофотоплан (в формате Geotiff), цифровую модель рельефа (в виде регулярной матрицы высот) и другие данные.

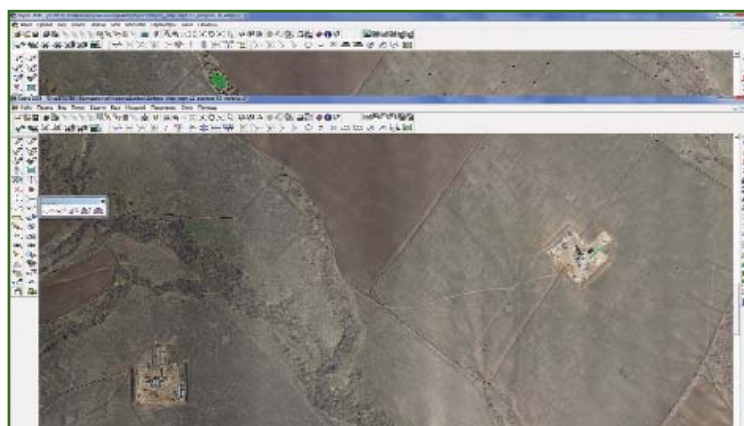
Для создания и оформления цифрового топографического плана, после оценки всех имеющихся в настоящее время ГИС-приложений, была выбрана ГИС «Карта 2011» (КБ «Панорама»), которая, на наш взгляд, облада-

ет наибольшей функциональностью и инструментарием для создания цифровых планов в соответствии с действующими в РФ требованиями.

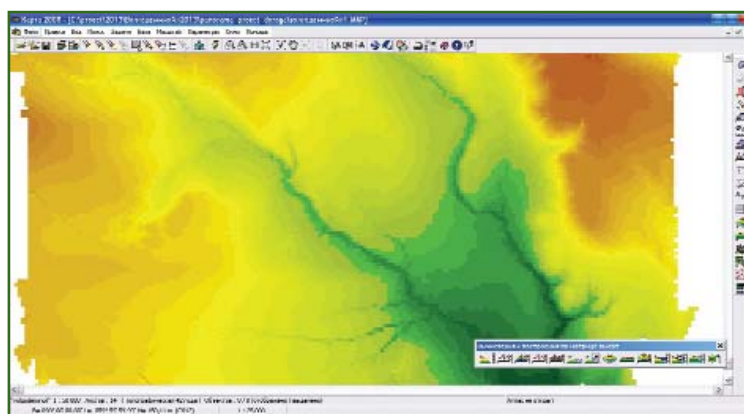
На первом этапе создания топографического плана в ГИС «Карта 2011» были подгружены

данные, полученные программным комплексом PhotoScan: цифровой ортофотоплан в формате Geotiff (рис. 6) и текстовый файл трехмерной модели местности (как «облако точек») на территорию 30 км<sup>2</sup>, который содержал 320 000 точек с шагом сетки 10x10 м. После обработки этих данных была получена матрица качества, которая использовалась как матрица рельефа (рис. 7).

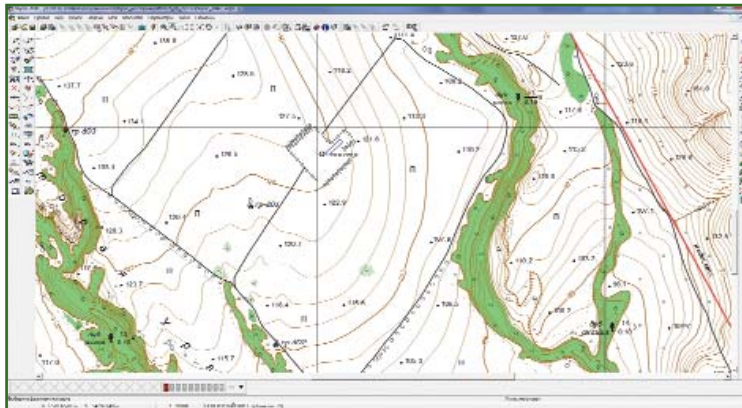
Дальнейшая работа заключалась в оцифровке площадных, линейных и точечных объектов по ортоизображению. Горизонталы строились в автоматическом режиме средствами ГИС «Карта 2011» по данным матрицы рельефа. Составленный цифровой топографический план масштаба 1:2000 по данным аэросъемки с помощью



**Рис. 6**  
*Цифровой ортофотоплан территории*



**Рис. 7**  
*Трехмерная матрица рельефа*



**Рис. 8**  
Цифровой топографический план масштаба 1:2000

БПЛА Geoscan приведен на рис. 8.

Следует отметить, что наибольшая эффективность применения данной технологии достигается на объектах и территориях, где отсутствует растительность. Например, это могут быть карьеры и отвалы горных предприятий, пахотные земли в период отсутствия растительности, степные и пустынные

районы. В таких районах можно получить наиболее точную трехмерную модель рельефа.

Применение БПЛА на больших по площади территориях позволяет оперативно и с меньшими затратами решать разнообразные задачи по сравнению с аэрофотосъемкой с пилотируемых летательных аппаратов. Среди этих задач можно выделить следующие: обеспе-

чение ортофотопланами, цифровыми картами и планами маркшейдерских служб горных предприятий нефтегазового комплекса; выполнение кадастровых работ; выбор проектных решений при проектировании и реконструкции; мониторинг объектов различного назначения при строительстве и эксплуатации и многое другое.

**RESUME**

A technology for creating topographic maps on a scale of 1:10,000 and plans on scales of 1:500–1:2,000 based on aerial photography using unmanned aerial vehicles Geoscan is described. It has been developed and implemented by the Geoproekt JSC in 2012–2013 at the Sakhalin Island and the city of Volgograd. The efficiency and relatively low cost of aerial surveys are marked. The maximum efficiency of this technology is achieved in open, non-vegetated areas.

**ГЕОМЕТР Центр**

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ;  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВА  
И ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ;  
ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ, ПОДДЕРЖКА, ОБУЧЕНИЕ**

[info@geometer-center.ru](mailto:info@geometer-center.ru) [www.geometer-center.ru](http://www.geometer-center.ru)

# ТЕХНОЛОГИЯ СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ Z-BLADE\*

В настоящее время при выборе нового и, как правило, дорогостоящего оборудования специалисты оценивают, прежде всего, его производительность и эффективность. В 2011 г. компания Spectra Precision представила уникальную технологию спутникового позиционирования Z-Blade, которая позволяет определять пространственные координаты приемниками ГНСС при наличии таких препятствий, как высокие здания, плотная городская застройка или густые кроны деревьев, обеспечивая существенное повышение производительности при полевых работах. Эта технология была реализована в нескольких моделях оборудования компании Spectra Precision, таких как приемники ProMark800, ProMark220 и ProFlex800.

Уникальность технологии Z-Blade заключается в возможности объединенной обработки сигналов, получаемых от спутников различных группировок ГНСС. Такой подход позволяет использовать любые комбинации сигналов ГНСС и приводит к независимости от спутников GPS. Технология Z-Blade улучшает доступность измерения пространственных координат в режиме RTK в сложных условиях с ограниченной видимостью спутников, позволяя геодезистам работать более эффективно.

## ▼ Основные особенности технологии Z-BLADE

Технология определения местоположения Z-Blade разработана компанией Spectra Precision на основе многолетнего опыта, ноу-хау в области спутникового позиционирования и понимании того, что буду-

щее приемников ГНСС заключается в более эффективном использовании сигналов всех группировок спутников, не опираясь только на спутники GPS. Большинство производителей высокоточного спутникового геодезического оборудования предлагают приемники, позволяющие определять координаты с использованием различных ГНСС. Причем, одни доказывают это путем демонстрации возможности приемников отслеживать и использовать сигналы ГНСС, отличные от GPS, а другие — повышением точности определения местоположения и достоверности результатов, обеспечиваемых дополнительными спутниками к сигналам GPS. Но всех их объединяет то, что они рассматривают ГЛОНАСС, Galileo, Compass и другие системы только как дополнение к GPS. Такой подход является GPS-ориентированным, поскольку сигналы спутников любых созвездий, кроме спутников GPS, используются только как дополнение к 4-6 спутникам GPS при определении местоположения.

Основополагающий принцип ГНСС-ориентированной технологии, какой является Z-Blade, достаточно прост. Он предполагает, что каждый доступный

спутник, независимо от его принадлежности к той или иной группировке, равнозначен и, следовательно, спутниковые сигналы могут быть взаимозаменяемыми при вычислении координат местоположения. В таком подходе нет основополагающей зависимости от сигналов GPS, поскольку даже работа в режиме RTK возможна и без спутников GPS. Этот принцип значительно увеличивает потенциал доступных спутников, в том числе на территориях, где большинство спутников одной группировки не доступны из-за препятствий, и появляется высокая вероятность того, что количества оставшихся спутников ГНСС будет достаточно для вычисления местоположения и фиксированного решения RTK.

На рис. 1 представлено два подхода — GPS-ориентированный и ГНСС-ориентированный. Разница между ними предельно ясна. На рис. 1 (слева) отражен стандартный подход, который используется в большинстве приемников ГНСС, предлагаемых в настоящее время. Если видимых спутников GPS недостаточно (например, только три), местоположение не может быть вычислено, даже если имеется несколько спутников других систем, напри-

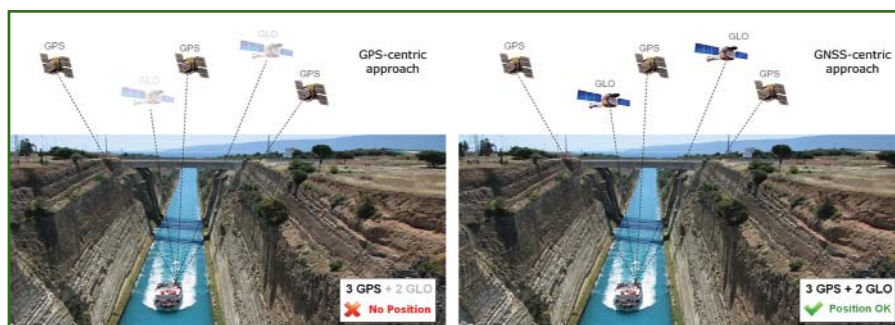


Рис. 1  
GPS-ориентированный (слева) и ГНСС-ориентированный (справа) подходы

\* Статья подготовлена пресс-службой компании «ГеоНавигация» (Екатеринбург).

мер ГЛОНАСС. Рис. 1 (справа) демонстрирует технологию Z-Blade. Данный подход предполагает, что все доступные спутники равны между собой, и наличие пяти спутников уже позволяет однозначно определить координаты приемника. В этом случае отсутствуют ограничения на минимальное количество спутников GPS, при условии достаточного общего количества спутников для получения фиксированного решения, что делает возможным работу в режиме RTK.

В результате технология Z-Blade обеспечивает определение координат во многих ситуациях, где GPS-ориентированные приемники ГНСС не смогут решить задачу.

Однако технология Z-Blade это не только ГНСС-ориентированный подход для надежного позиционирования. Она также включает функции, позволяющие повысить производительность оборудования ГНСС при работе в RTK-сетях, таких как VRS, FKP или MAC, и с одиночными базовыми станциями.

Даже при хороших условиях приема сигнала (обычно это открытое небесное пространство) существует множество потенциальных проблем при работе в RTK-сетях. Например, часто встречается неоптимальная геометрия сети, а также проблема ухода шкалы времени ГЛОНАСС. Вычисление ухода шкалы времени при работе с сигналами ГЛОНАСС зависит от производителя оборудования, и ошибки могут привести к увеличению промежутка времени до первого фиксированного решения (TTFF) либо к невозможности получения фиксированного решения вообще.

Технология Z-Blade оптимизирована для работы во всех сетях, независимо от производителя приемника базовой станции. Специальный механизм обработки данных в сетях с использованием технологии Z-Blade автоматически подстраивает вычисле-

ние координат в соответствии с типом сети, типами отдельных базовых станций и т. п., устраняя таким образом потенциальные проблемы, связанные с уходом шкалы времени ГЛОНАСС.

#### ▼ **Дополнительные преимущества**

Технология Z-Blade предоставляет геодезистам несколько важных преимуществ.

Об одном из них уже было рассказано выше — это возможность работать в районах с частично закрытым небосводом, где использование спутниковых систем ограничено или даже невозможно.

Технология Z-Blade также дает преимущество в случаях, когда сигналы GPS доступны, но из-за сильных внешних помех (например, на частотах GPS L1 и L2) их может быть недостаточно для определения местоположения. Данная ситуация не является проблемой для приемников, оснащенных технологией Z-Blade, которые продолжают определять местоположение до тех пор, пока сигналы от других ГНСС (например, ГЛОНАСС) доступны. Более того, технология Z-Blade обеспечивает дополнительную и уникальную возможность вычислять местоположение с использованием только одной системы, например ГЛОНАСС.

Технология Z-Blade позволяет спутниковому приемнику работать только в режиме ГЛОНАСС или только в режиме Compass, когда это требуется. Несмотря на то, что это не совсем обычный режим работы для большинства геодезистов, такая возможность может быть важна при работе по государственным заказам, когда требуется уверенность в том, что оборудование может использоваться и в период отключения сигналов GPS или в случае отказа от использования GPS. Режим работы с одной глобальной навигационной спутниковой системой также может быть интересен для научных исследований.

Кроме того, ГНСС-ориентированный приемник позволяет выбрать систему координат и источник времени. Например, от организаций, работающих по государственному заказу, в РФ требуют получать пространственные координаты в системе ПЗ-90, а «сырые» данные — с привязкой к шкале времени ГЛОНАСС, независимо от того, принимались или нет сигналы этой системы.

И, наконец, благодаря усовершенствованным механизмам обработки RTK, технология Z-Blade обеспечивает сокращение времени до первого фиксированного решения в сетях базовых станций, независимо от производителя оборудования.

Таким образом, можно отметить следующие преимущества технологии Z-Blade и пользователей, работающих с таким оборудованием:

- определение местоположения, когда имеются внешние природные факторы, препятствующие приему сигналов ГНСС;

- вычисление координат приемника ГНСС даже при возникновении внешних помех в сигналах GPS на частотах L1 и (или) L2;

- возможность использования только одной ГНСС, будь то ГЛОНАСС, Compass или Galileo, если это требуется при решении специальных задач;

- быстрое и надежное получение фиксированных решений на больших базовых линиях, в том числе при работе в сетях VRS, MAC и FKP;

- оптимальная работа с данными приемников любых производителей на базовых станциях.

#### ▼ **Экспериментальная проверка технологии Z-Blade**

Чтобы на практике оценить преимущества технологии Z-Blade, были проведены экспериментальные измерения с использованием приемника ProMar220 с технологией Z-Blade

и приемника аналогичного класса другого производителя с традиционной GPS-ориентированной технологией.



**Рис. 3**  
Общий вид экспериментального оборудования (точка А)



**Рис. 4**  
ProMark220 и приемник другого производителя с антеннами, закрепленные на одной вехе

Для эксперимента была выбрана площадка со сложными внешними условиями: на ней имелись деревья с густой кроной, часть территории находилась под летними домиками, металлические крыши которых полностью блокировали прием спутниковых сигналов (рис. 2). На этом же рисунке показана схема хода, вдоль которого выполнялись тестовые измерения.

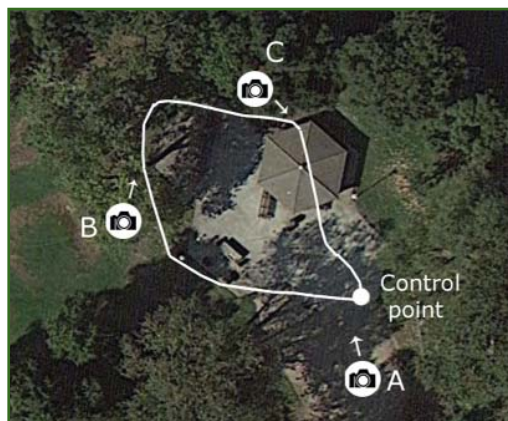
На рис. 3 и рис. 4 приведены приемники и антенны, смонтированные на одной вехе для проведения полевых испытаний.

Измерения при экспериментальных исследованиях прово-

дились в режиме кинематики «стой-иди», который предусматривает возможность остановиться на измеряемой точке, а затем продолжить движение до следующей точки измерений. Наблюдения начинались на контрольной точке А, затем на точках вдоль хода (через точки В и С) и завершались на точке А, с остановкой на ней на несколько минут. По такой схеме было выполнено пятнадцать ходов для получения объективных статистических данных. Во время тестирования оба приемника принимали поправки GPS и ГЛОНАСС в формате RTCM-3 от одной и той же базовой станции, расположенной на расстоянии 1,3 км от тестовой площадки.

Для оценки влияния типа базового приемника на результаты измерений было проведено две серии измерений по описанной выше методике. В первой серии в качестве базового использовался приемник ProMark800, а во второй — приемник другого производителя.

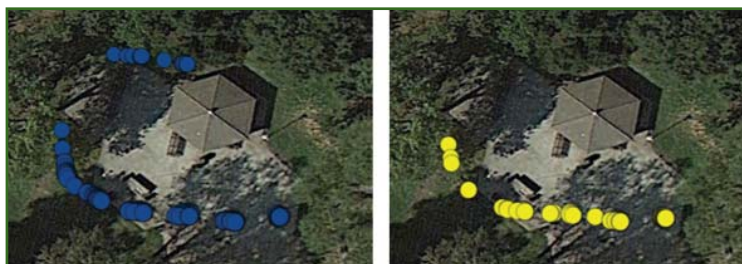
**Результаты измерений с базовым приемником Spectra Precision**



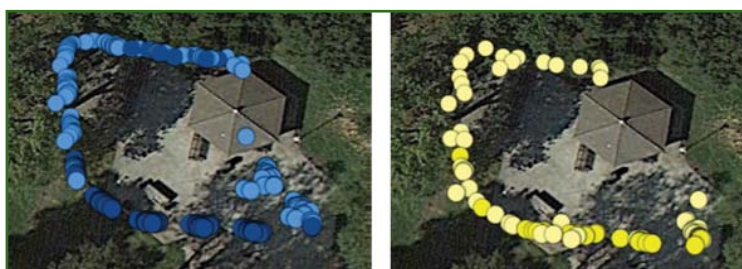
**Рис. 2**  
Схема хода при экспериментальных измерениях

На рис. 5 приведены только фиксированные решения, в то время как на рис. 6 показаны и фиксированные, и плавающие решения. Синие точки отображают результаты измерений, полученные ProMark 220, а желтые — приемником другого производителя. На рис. 6 более темные точки обозначают фиксированные решения, а более светлые — плавающие.

Благодаря технологии Z-Blade, приемник ProMark220 обеспечивает более высокую производительность для фиксированных и



**Рис. 5**  
Фиксированные решения (базовый приемник ProMark800)



**Рис. 6**  
Фиксированные и плавающие решения (базовый приемник ProMark800)



**Результаты эксперимента при использовании ProMark800 в качестве базового приемника Таблица 1**

	ProMark 220	Приемник другого производителя
Общее количество эпох	1688	1632
Фиксированные решения	908 (54%)	411 (25%)
Плавающие решения	644 (38%)	164 (10%)

плавающих решений. В табл. 1 приведены количественные показатели экспериментальных исследований.

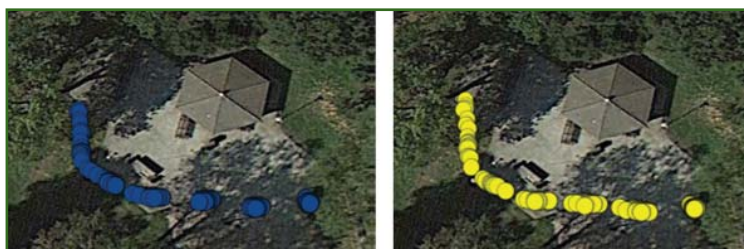
ProMark220 обеспечил 54% фиксированных решений от общего количества эпох, в то время как оборудование другого производителя — только 25%.

Кроме того, ProMark220 позволил определить координаты под густой кроной деревьев, в то время как приемник другого производителя вообще не получил фиксированного решения в данном месте.

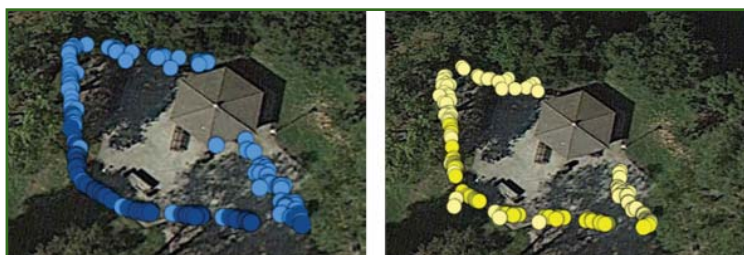
#### Результаты измерений с базовым приемником другого производителя

На рис. 7 приведены только фиксированные решения, в то время как на рис. 8 показаны и фиксированные, и плавающие решения. Синие точки отображают результаты измерений, полученные ProMark 220, а желтые — приемником другого производителя. На рис. 8 более темные точки обозначают фиксированные решения, а более светлые — плавающие.

Хотя разница в фиксированных решениях между ProMark220 и приемником другого производителя в данном случае не так заметна, тем не



**Рис. 7**  
Фиксированные решения (базовый приемник другого производителя)



**Рис. 8**  
Фиксированные и плавающие решения (базовый приемник другого производителя)

менее, она составляет 50% от общего количества эпох для ProMark220 и только 44% — для приемника другого производителя, как показано в табл. 2.

Разница в полученных результатах более значима, если принимать во внимание фиксированные и плавающие решения. В этом случае ProMark220 заметно превосходит приемник другого производителя, даже несмотря на то, что в качестве

базового использовался приемник этого производителя.

Данные результаты также свидетельствуют о возможности технологии Z-Blade эффективно работать даже с базовым приемником другого производителя.

Проведенные экспериментальные исследования подтвер-

дили преимущества технологии Z-Blade при получении фиксированных решений в условиях ограниченного или закрытого небосвода. Она также гарантирует меньшие затраты времени для получения первого фиксированного решения и оптимальную работу с базовыми станциями любых производителей.

#### RESUME

There given the results of testing the satellite positioning technology Z-Blade, which was developed by Spectra Precision company in 2011 and implemented in GNSS receivers — ProMark800, ProMark220 and ProFlex800. This solution improves the performance of measurements in cities with tall buildings and dense built-up environment, as well as in forest areas with dense tree cover.

**Результаты эксперимента при использовании в качестве базового приемник другого производителя Таблица 2**

	ProMark 220	Приемник другого производителя
Общее количество эпох	1367	1351
Фиксированные решения	686 (50%)	595 (44%)
Плавающие решения	511 (37%)	340 (25%)

**ProMark™ 120**  
powered by  
**ashtech**



## Универсальное GNSS-решение с постобработкой

**ProMark 120** — это самое универсальное решение для постобработки, разработанное для лёгкой и эффективной геодезической съёмки. Благодаря встроенной технологии Ashtech Z-Blade, ProMark 120 обеспечивает максимально качественные измерения от спутников ГЛОНАСС и GPS даже в сложных условиях приёма.

Простое и интуитивно понятное полевое программное обеспечение ProMarkField включает все необходимые для съёмки инструменты без лишних и сложных функций. Лёгкий, прочный, водонепроницаемый приёмник с большим объёмом памяти имеет ёмкий аккумулятор, позволяющий ProMark 120 работать автономно в течение всего рабочего дня.

Задуманный как масштабируемое решение, ProMark 120 может быть легко модернизирован с помощью опций ГЛОНАСС, RTK или GSM/GPRS и использоваться не только с постобработкой, но и в режиме RTK и ГИС. Построенный на современной платформе WindowsMobile 6.5 со встроенной беспроводной связью, ProMark 120 является действительно универсальным и совершенным предложением.



«ГеоНавигация» — эксклюзивный дистрибьютор геодезического оборудования марки Ashtech



**ГЕОНАВИГАЦИЯ**

**Москва**

ул. Марии Ульяновой, д. 17а  
тел./факс: +7 (495) 651-09-91

**Екатеринбург**

ул. Хохрякова, д. 72  
Тел./факс: +7 (343) 356-54-44



## Многофункциональное решение для работы в RTK-сетях

**ProMark 220** — это самое экономически-эффективное двух-частотное решение для сетевого RTK от компании Spectra Precision. Благодаря встроенной технологии Z-Blade GNSS Centric приёмник ProMark 220 оптимально использует сигналы всех существующих GNSS-систем, обеспечивая непревзойдённую производительность RTK, особенно когда GPS покрытие неудовлетворительно, но видны спутники других систем, таких как ГЛОНАСС.

Лёгкий, компактный, прочный, с большим объёмом памяти, ProMark 220 разработан для комфортной и продуктивной работы в полевых условиях. Модули беспроводной связи и встроенный GSM/GPRS-модем делает ProMark 220 универсальным решением для любых сетевых RTK-систем.

ProMark 220 является чрезвычайно недорогим, отвечает самым высоким требованиям, предъявляемым к современным геодезическим решениям. Вместе с SurveyPro (Spectra Precision) или FASTSurvey (Ashtech), он обеспечивает совместимость с широким диапазоном геодезических инструментов и аксессуаров для осуществления всего спектра геодезических работ.



### Пермь

ул. Соловьёва, д. 12  
Тел./факс: +7 (342) 215-51-46

### Казань

пр. Победы, д. 356  
Тел./факс: +7 (843) 204-16-16

### Краснодар

ул. Федора Лузана, д. 19, оф. 115  
Тел. +7 (861) 224-62-86

# РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ ТЕРРИТОРИИ В РАЙОНЕ ГАЙСКОГО ГОК

**В.А. Горбунов** (ОАО «Гайский ГОК»)

В 1991 г. окончил Московский горный институт по специальности «маркшейдерское дело». В настоящее время — главный маркшейдер ОАО «Гайский ГОК».

**Ю.И. Кантемиров** (Компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина по специальности «разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». После окончания университета работал научным сотрудником лаборатории космической информации для целей газовой промышленности в ООО «Газпром ВНИИГАЗ». С 2010 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — ведущий специалист отдела программного обеспечения.

Гайское медно-колчеданное месторождение расположено в восточной части Оренбургской области, где сосредоточено 76% запасов меди области. Кроме меди, в руде этого месторождения содержится в промышленных концентрациях цинк, сера, золото, серебро, а также редкие и рассеянные элементы: кадмий, селен, теллур, галлий и висмут. Месторождение залегает в степной части Южного Урала, рассеянной широкими долинами, оврагами, и приурочено к водоразделу правобережных притоков Елшанка и Колпачка реки Урал, расположенной в 18 км к востоку от него. Добыча руды проводилась как открытым, так и подземным способом. В настоящее время ведется только подземная разработка. Используется этажно-камерная система с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

Разработка месторождения приводит к деформациям бортов и уступов карьеров, смещениям земной поверхности и сооружений на промышленной площадке предприятия, а также

на прилегающей к горно-обогательному комбинату территории. По заказу ОАО «Гайский ГОК» компанией «Совзонд» был разработан и реализован проект по космическому радиолокационному мониторингу смещений и деформаций на объектах, расположенных на территории Гайского горно-обогательного комбината и прилегающей к нему местности.

Среди основных объектов, на которых требовалось провести космический радиолокационный мониторинг в соответствии с требованиями заказчика, выделим следующие:

- а) на территории комбината:
- борты и уступы карьеров № 1, 2 и 3;
  - отвалы горных пород;
  - районы подземной добычи горных пород;
  - участки внутренних отвалов;
  - гидротехнические сооружения хвостохранилищ;
  - здания и сооружения промышленной площадки;
- б) на прилегающей территории:
- железная дорога;

— Гайский завод по обработке цветных металлов;

- город Гай.

Исходными данными для мониторинга служили 30 космических снимков территории комбината и прилегающей местности, полученных радиолокационной съемочной аппаратурой с группировки из 4-х космических аппаратов COSMO-SkyMed (e-GEOS, Италия) в период с апреля по октябрь 2012 г.

Интерферометрическая обработка радиолокационных космических снимков с целью выявления смещений земной поверхности и сооружений выполнялась в программных комплексах SARscape (Exelis VIS, США-Франция) и PSP-IFSAR (e-GEOS). Для визуализации результатов использовались программные комплексы ENVI (Exelis VIS) и ArcGIS (Esri, США).

Интерферометрическая обработка проводилась без наземных контрольных точек и без использования данных наземных наблюдений. В качестве опорного рельефа на первом этапе обработки применялась



Рис. 1

Схема покрытия исследуемой территории в районе Гайского ГОК данными COSMO-SkyMed

глобальная общедоступная цифровая модель рельефа (ЦМР) SRTM, а затем уточненная интерферометрическая ЦМР.

#### ▼ Исходные радиолокационные данные COSMO-SkyMed

Космические аппараты COSMO-SkyMed имеют съемочную аппаратуру бокового обзора, поэтому при использовании одной интерферометрической серии снимков более точный результат получается только для одной части карьеров и отвалов или для одной из сторон сооружений. Поскольку основными объектами мониторинга являлись карьеры, и наибольший интерес представлял мониторинг их северо-западной части, для определения деформаций карьеров, а также всех остальных объектов, попадавших на участок территории, размером 10x10 км, выбранный заказчиком, использовались радиолокационные снимки, полученные на восходящем витке орбиты.

На рис. 1 показана схема покрытия исследуемой территории в районе Гайского ГОК (контур голубого цвета) данными специально запланированных интерферометрических съемок с радиолокационных спутников COSMO-SkyMed (контур зеленого цвета). На рис. 1 и всех последующих рисунках в качестве

фоновой подложки использовано изображение с Интернет-ресурса Google Earth.

#### ▼ Результаты интерферометрической обработки

Среди всех технологий интерферометрической обработки радиолокационных снимков наиболее точное определение смещений достигается по данным интерферометрии постоянных рассеивателей радиолокационного сигнала. Постоянными рассеивателями (или «реперными» точками для спутникового радара) являются точки, расположенные на земной поверхности и наиболее стабильно отражающие радиолокационный сигнал. Постоянные рассеиватели выявляются на первом этапе интерферометрической обработки и в дальнейшем по ним рассчитываются смещения и деформации. Данный подход позволяет определить смещения постоянных рассеивателей величиной менее 1 см.

На участке размером 10x10 км в процессе обработки радиолокационных снимков было выявлено более 2 млн постоянных рассеивателей радиолокационного сигнала. То есть, средняя плотность точек с известными смещениями на исследуемой территории составила около 20 тыс. точек на 1 км<sup>2</sup>. Следует отметить, что локальная плотность этих точек сильно варьи-

руется в зависимости от состояния земной поверхности, достигая максимума на застроенных территориях и минимума на полях, занятых сельхозугодьями, в лесах и на водных объектах.

На рис. 2–9, приведенных ниже, точками разного цвета показаны выявленные постоянные рассеиватели и характер их смещений. Изменение цвета от желтого к красному характеризует возрастание величины оседания точек, синий цвет — поднятие, а зеленый — отсутствие деформаций. На рисунках также приведены графики динамики смещения наиболее характерных точек (постоянных рассеивателей).

Рассмотрим подробнее результаты, представленные на этих рисунках.

На рис. 2 хорошо заметен участок деформаций бортов в западной части карьера № 1 за период наблюдений (точки красного цвета). В правом верхнем углу приведен график динамики смещений для одной из наиболее интенсивно оседающих точек над участком подземной добычи (западный борт карьера № 1). За весь период наблюдений величина ее осадки составила около 25 см. Этот крупный очаг оседаний вызван добычей руды подземным способом из-под западного и северного бортов карьеров. Он вызывает деформации соору-

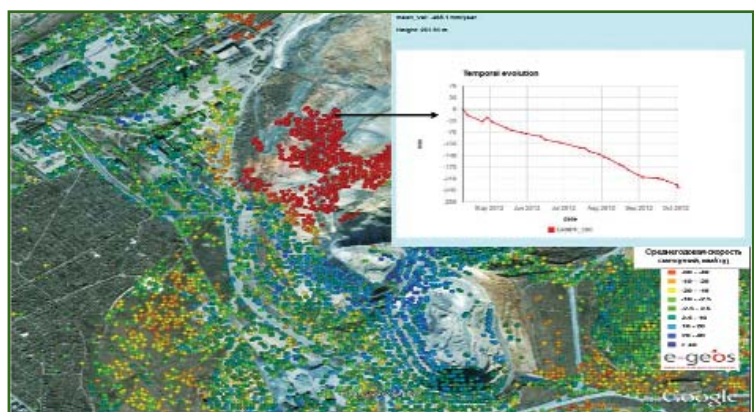


Рис. 2

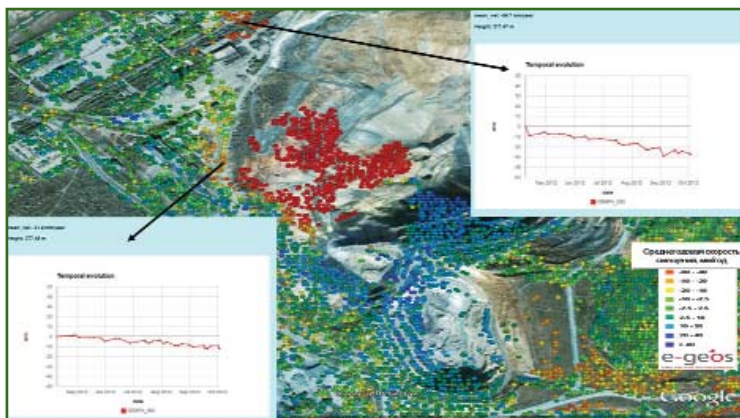
Динамика смещений на бортах и уступах карьера № 1

жений промышленной площадки и автодороги (точки желтого и оранжевого цветов). На рис. 3 приведены графики динамики смещений: для одной из точек около сооружений промышленной площадки, к северо-западу от карьера № 1 (оседания до 3 см), и для другой — вдоль автодороги, вблизи западного борта карьера № 1 (оседания в 1 см).

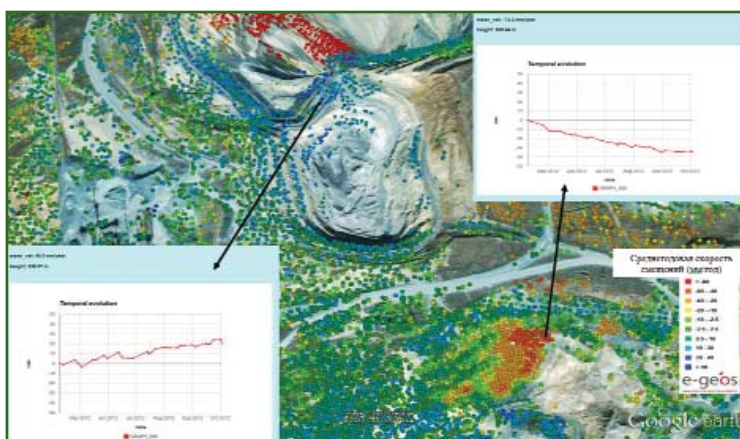
На рис. 4 точками синего цвета в районе карьера № 3 показаны поднятия, обусловленные наличием под ними внутреннего отвала горных пород, а оранжевого цвета — очаг деформаций (оседаний) к северу от карьера № 2. В нижней части рисунка приведен график смещений одной из точек в северной части карьера № 3 — поднятие составляет 2 см над внутренним отвалом горных пород. В верхней части рисунка приведен график смещений для одной из точек в центре локального очага деформаций в северной части карьера № 2 — оседание составляет более 3 см.

На рис. 5 показаны три очага деформаций в юго-западной части карьера № 2. На верхнем и нижнем графиках приведены деформации (оседания) в северном и южном очагах, которые составляют 2 и 4 см, соответственно. Средний график показывает ускоряющиеся до 4 см оседания в очаге деформаций, расположенном между северным и южным очагами.

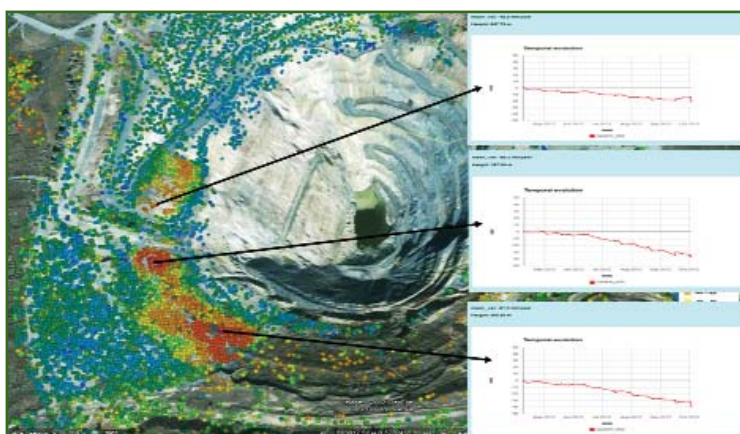
На рис. 6 приведены результаты интерферометрической обработки постоянных рассеивателей в районе хвостохранилища. Тренд смещений гидротехнических сооружений хвостохранилища близок к нулю. На рисунке также показан график динамики смещений для одной типовой точки, оседание которой за весь период наблюдений составило 1 см. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о стабильности гид-



**Рис. 3**  
Динамика смещений сооружений промышленной площадки и автодороги в районе карьера № 1



**Рис. 4**  
Динамика смещений в районе карьеров № 2 и № 3

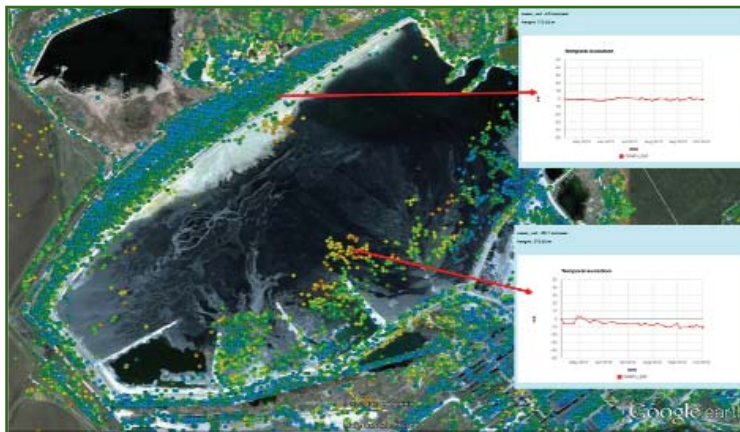


**Рис. 5**  
Динамика смещений в центрах очагов деформаций в юго-западной части карьера № 2

ротехнических сооружений хвостохранилища (установлено отсутствие их деформаций) и уплотнении пород-хвостов при их складировании. Хвосты на некоторых участках уплотняют-

ся (точки желтого и оранжевого цветов).

На рис. 7 в трехмерном виде приведено расположение постоянных рассеивателей между улицами Ленина и Молодежной



**Рис. 6**  
Динамика смещений в районе хвостохранилища

в городе Гае. Детальное изучение полученных результатов показывает, что практически на каждом пролете многоквартирных домов (на стороне, обращенной навстречу лучу радара, т. е. на юго-запад) выявляются многочисленные постоянные рассеиватели. Обнаружены оседания крайнего северного пролета д. 56 и крайнего южного пролета д. 54а по ул. Ленина, западной части здания школы № 5 и земной поверхности между зданием детского сада № 18 и улицей Молодежная. Все эти очаги оседаний пространственно выровнены вдоль прямой линии северного направления. Возможно, они вызваны геологическим разломом или подземным линейным объектом.

На рис. 8 приведено трехмерное изображение постоянных рассеивателей в районе западного борта карьера № 1 и покрытие постоянными рассеивателями копра шахты «Скиповая» и башенного копра шахты «Эксплуатационная». Цвет точек постоянных рассеивателей в данном случае характеризует их абсолютную высоту, которая наряду с величинами смещений вычисляется для каждой из точек в ходе интерферометрической обработки (от красного цвета к зеленому — возрастающие высоты).

Как видно из рис. 2 и 3, на северном борту карьера № 1

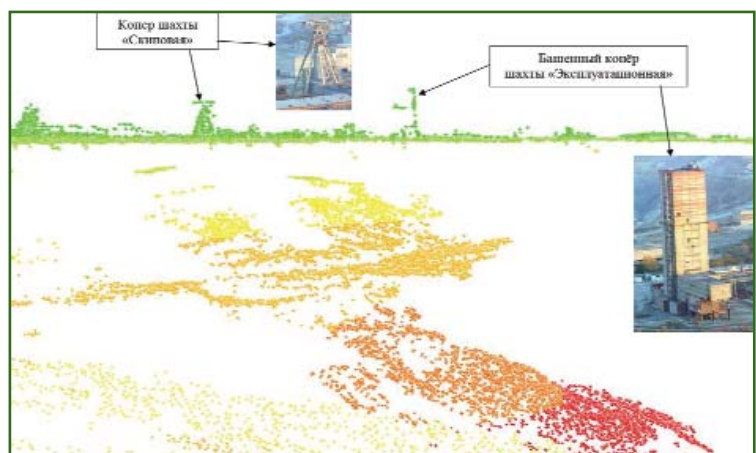
постоянных рассеивателей радиолокационного сигнала не выявлено. Это связано как с геометрией съемки бокового обзора, так и с интенсивными деформациями, происходящими

там (сильно оседающие точки не являются высоко-когерентными). Поэтому для получения информации о смещениях на северном борту карьера № 1 дополнительно была выполнена обработка по методу интерферометрии SBAs (Small Baseline Series Interferometry). Он менее требователен к когерентности, но не такой точный. На рис. 9 приведены величины деформаций точек постоянных рассеивателей и изолинии через каждые 10 мм — по методу интерферометрии SBAs. Сопоставление результатов показывает, что эти данные пространственно дополняют друг друга.

В результате обработки данных интерферометрии заказчи-



**Рис. 7**  
Трехмерное изображение города Гаи и положение постоянных рассеивателей, выявленных между улицами Ленина и Молодежной



**Рис. 8**  
Трехмерное изображение постоянных рассеивателей в районе западного борта карьера № 1

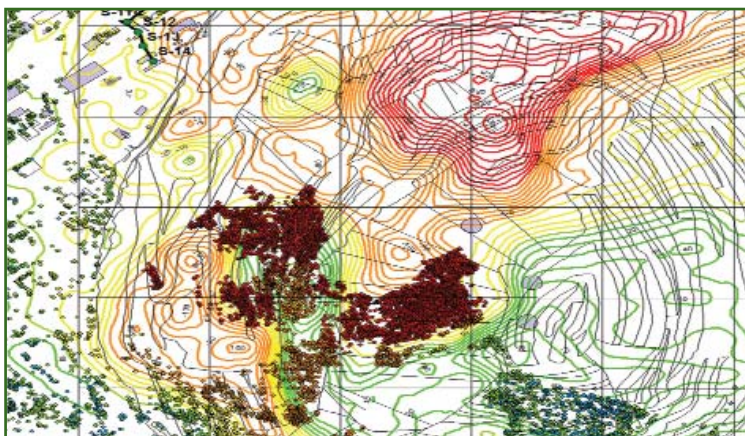


Рис. 9

Величины деформаций, полученные по данным интерферометрии постоянных рассеивателей и методу интерферометрии SBAs

ку были переданы следующие материалы.

1. Карта смещений земной поверхности за период с апреля по октябрь 2012 г., рассчитанная по методу интерферометрии SBAs в двух файлах растрового формата. В одном — обозначены деформации в цветовом кодировании, а в другом — приведены реальные значения смещений в миллиметрах. Отрицательные значения соответствуют оседаниям, положительные — поднятиям.

2. Файл с изображением изолиний смещений (через каждые 10 мм), произошедших за период с апреля по октябрь 2012 г., в формате ESRI Shapefile. В атрибутах каждой изолинии приведены смещения в миллиметрах. Отрицательные значения соответствуют оседаниям, положительные — поднятиям.

3. Основным результатом стал файл с изображением точек постоянных рассеивателей радиолокационного сигнала в формате SHP. В атрибутах к каждой точке приведены смещения в миллиметрах на каждую дату съемки, среднегодовая скорость смещений в мм/год и высота точки над эллипсоидом WGS-84.

4. В качестве дополнительной информации предоставлен файл с изображением точек постоянных рассеивателей в формате KMZ, позволяющем ви-

зуализировать в трехмерном виде постоянные рассеиватели на фоновой подложке из архивных космических снимков Интернет-ресурса Google Earth. При выборе конкретного рассеивателя на экране отображается график динамики его смещений.

#### ▼ Анализ полученных результатов

По результатам радиолокационного космического мониторинга деформаций территории Гайского горно-обогатительного комбината и прилегающей местности можно сделать следующие выводы:

— несмотря на пространственную неравномерность размещения постоянных рассеивателей радиолокационного сигнала на исследуемой территории, плотность рассеивателей 2 млн точек на 100 км<sup>2</sup> достаточно велика и превышает любую возможную плотность контрольных точек (реперов) при наземных геодезических наблюдениях;

— частота съемок (максимально — до 8 раз в месяц) достаточна, чтобы за безснежный период года определить не только итоговые смещения, но и проанализировать их динамику за полгода;

— недостаточное количество точек на участках наиболее интенсивных оседаний компенси-

руется дополнительным — чуть менее точным, но более пространственно выдержанным — площадным результатом, получаемым по методу интерферометрии SBAs;

— восточные части карьеров при съемке только на восходящем витке орбиты остаются засвеченными вследствие эффекта переналожения. Эту проблему в будущем можно решить, используя съемку сразу с двух витков орбиты (30 съемок с восходящего витка и 30 съемок с нисходящего витка). Однако это вызовет удорожание стоимости проекта в два раза.

Технология радиолокационной интерферометрии доказала свою эффективность в качестве дополнения к традиционным наблюдениям за смещениями инструментальными методами. Точность интерферометрического замера смещений была подтверждена наземными наблюдениями на промышленной площадке предприятия. При этом непосредственно в зоне интенсивных деформаций бортов карьера № 1, где наземные наблюдения не проводились, была получена новая информация о смещениях.

Полученные результаты позволяют рекомендовать технологию радиолокационной интерферометрии к внедрению на горнодобывающих предприятиях в качестве одного из методов наблюдений за смещениями и деформациями земной поверхности и сооружений.

#### RESUME

The results of determining earth surface displacement by the radar interferometry using data of the thirty surveys performed by the COSMO-SkyMed s/c cluster within the period from April till October 2012, are given. High efficiency, reliability and accuracy of the proposed technology for determining the displacement are marked together with the emphasize on the obtained confirmation by the ground-based observations.





**КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**КОМПАНИЯ «СОВЗОНД»**

Ваш спутник в мире информационных технологий

115563, г. Москва, ул. Шипиловская, д. 28А

Тел.: +7 (495) 642-8870, +7 (495) 988-7511

Факс: +7 (495) 988-7533

sovzond@sovzond.ru | www.sovzond.ru

**SOVZOND**



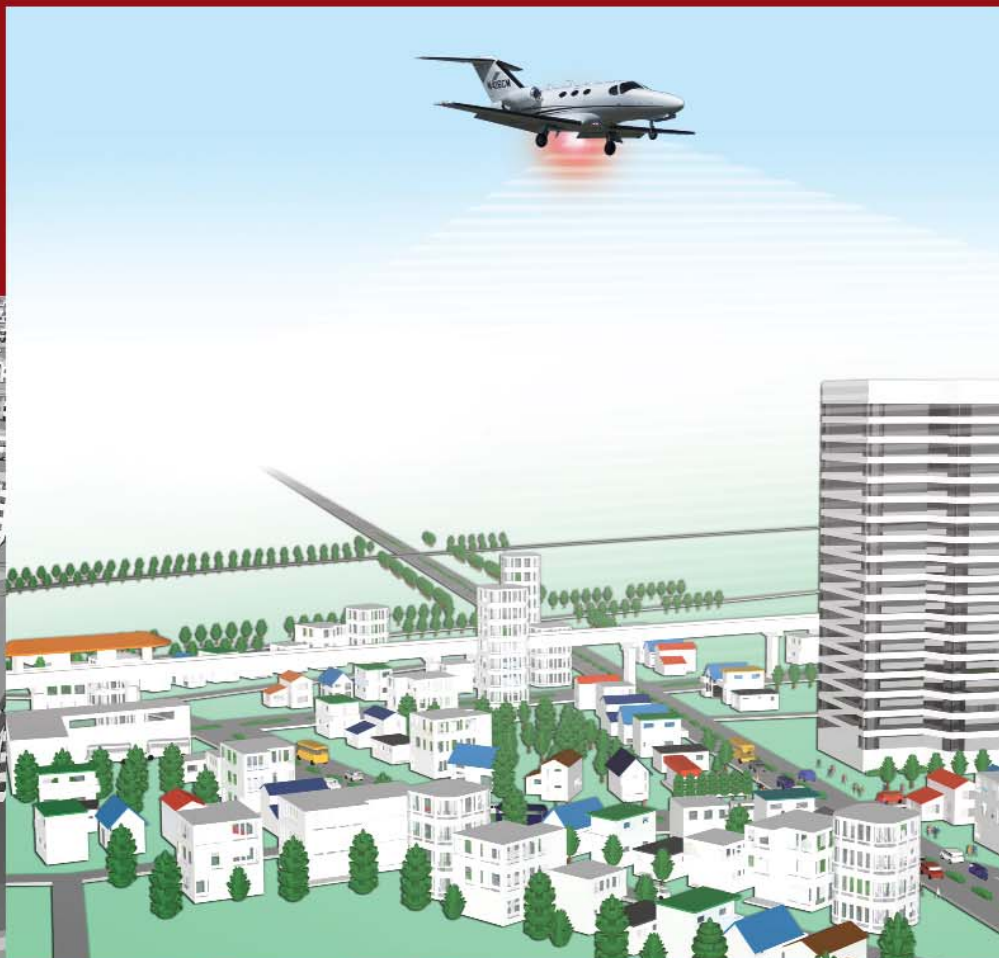
**СОВЗОНД**

# Открывая новые горизонты ...

## Топографическая съемка для целей кадастра



Jena Instrument



Топографические карты и планы всего масштабного ряда  
Трехмерное моделирование рельефа,  
городской застройки, инженерных объектов  
Формирование баз геопространственных  
данных для создания ГИС

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

109387, Москва, ул. Люблинская, д.42, офис №509

Тел./факс: (495) 649-61-05

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

# GNSSTOOLKIT — НОВАЯ БИБЛИОТЕКА ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ РАСЧЕТОВ В ОБЛАСТИ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

**М.А. Капитонов** (НПК «Джи Пи Эс Ком»)

В 2013 г. окончил магистратуру «МАТИ» — РГТУ им. К.Э. Циолковского по специальности «прикладная математика и информатика». В 2012 г. проходил обучение в Университете г. Кассель (Германия) по направлению «прикладная математика». С 2011 г. работает в НПК «Джи Пи Эс Ком», в настоящее время — инженер-программист.

**М.И. Татарченко** (НПК «Джи Пи Эс Ком»)

В 2011 г. окончил «МАТИ» — РГТУ им. К.Э. Циолковского по специальности «прикладная математика и информатика». В 2012–2013 гг. изучал компьютерные технологии в Университете г. Фрайбург (Германия). С 2011 г. работает в НПК «Джи Пи Эс Ком», в настоящее время — инженер-программист.

Для осуществления успешной коммерческой деятельности в современных условиях требуется обеспечить максимально быструю разработку и выпуск новой продукции. Особенно это касается такой динамично развивающейся области, как спутниковое позиционирование. Геодезические приемники и программное обеспечение, используемые при работе с ГНСС, представляют собой сложные программно-аппаратные комплексы. При этом типовые задачи, решаемые подобными системами, зачастую схожи. В свете этого особую важность приобретает создание стандартных решений, которые могли бы легко и эффективно использоваться производителями навигационного оборудования и программного обеспечения. Инструментарий этих решений должен позволять разработчику не задумываться о типовых низкоуровневых алгоритмах и концентрироваться на решении конечной задачи.

Данная цель являлась основной в проекте GNSStoolkit —

библиотеке разработчика, написанной на языке C++ и предоставляющей интерфейс программирования приложений (API) для стандартных расчетов в области спутниковой навигации. Библиотека позволяет осуществлять спутниковое позиционирование на базе ГНСС ГЛОНАСС и GPS, является полностью объектно-ориентированной и может работать на многих операционных системах (Windows, Windows CE, Linux, Android и др.).

Существует ряд других открытых и коммерческих проектов, направленных на решение аналогичных задач. Одной из наиболее известных открытых разработок является библиотека GPSTk. Она написана на языке C++ и содержит алгоритмы для решения широкого спектра задач, связанных с навигацией. Основная идея разработчиков — предоставить пользователю или исследователю возможность сосредоточиться непосредственно на решении требуемой задачи, а не на низкоуровневом программировании типовых ма-

тематических алгоритмов. К сожалению, в GPSTk в настоящее время не поддерживается работа со спутниковой системой ГЛОНАСС.

Аналогичный проект под названием «The Essential GNSS Project» представляет собой минималистичную C++ библиотеку для решения задач навигации. Как и в случае с GPSTk, все реализованные математические алгоритмы позволяют работать только со спутниковой системой GPS.

Компания NovAtel предлагает коммерческое решение Waypoint SDK, предоставляющее широкие возможности постобработки данных и реализующее функциональность, аналогичную программным комплексам GrafNav и Inertial Explorer. При этом поддерживается только операционная система Windows в двух вариантах интерфейса — C++ и .NET.

Следует отметить также открытую разработку RTKLIB, представляющую собой набор готовых приложений. Они предназначены для постобработки и

решения задач позиционирования в режиме реального времени, конвертации данных и визуализации результатов. Кроме того, имеются утилиты для организации сетевого взаимодействия.

#### ▼ Структура библиотеки GNSSToolkit

Изучив существующие аналоги, авторы пришли к выводу о необходимости разработки собственной библиотеки, поддерживающей работу с любой конфигурацией наблюдаемых спутников ГНСС (GPS, ГЛОНАСС, GPS + ГЛОНАСС) и навигационным оборудованием различных производителей. Библиотека написана на языке программирования C++ (ANSI), что позволяет легко использовать ее на многих операционных системах. Структурно библиотека состоит из трех модулей — Core, Receiver Basics и Utility.

Модуль Core является главным в системе. Именно здесь содержатся основные средства для работы со временем и информацией о спутниках (эфемериды, пространственное положение спутников и т. п.), а также полный набор алгоритмов для решения задач позиционирования. Кроме того, в модуле содержатся конвертеры, позволяющие работать с наиболее распространенными форматами данных (NMEA, RINEX, RTCM 2 и RTCM 3) и протоколами приемников ГНСС компаний NovAtel, Navis и Trimble.

Модуль Receiver Basics реализует набор типовых средств, необходимых для обработки данных приемников ГНСС. Здесь содержится модуль, позволяющий унифицированным образом управлять оборудованием различных производителей. Также в этом модуле имеется алгоритм, реализующий основные механизмы режима кинематики реального времени (RTK). Присутствует функция сбора данных, которая обеспечивает

получение и хранение «сырых» данных различными типами спутниковых приемников. Еще одно средство — управление конфигурациями, требующееся для упрощения настройки параметров решения.

Модуль Utility содержит ряд общих средств, которые могут понадобиться при разработке прикладного программного обеспечения — работа с потоками, файлами, межпоточное взаимодействие, общие математические функции и т. п.

#### ▼ Математические алгоритмы

В разработанной системе реализовано три варианта решений навигационных задач: автономное кодовое, дифференциальное кодовое и в режиме плавающей фазы. Поддерживается ряд механизмов фильтрации: сглаживание кодовых данных по фазе, фильтр Калмана, RAIM. При построении решений задач позиционирования использовались стандартные модели, принятые в данной области.

#### Автономное кодовое решение

Алгоритм автономного кодового решения позволяет определять координаты приемника, опираясь только на данные, получаемые в навигационных сообщениях от спутников, наблюдаемых им.

Общее уравнение псевдодальности ( $P$ ) имеет следующий вид [1]:

$$P^A_i = R^A_i + c(dt_A - dt^i) + I^A_i + T^A_i + dm^A_i + \varepsilon^A_i,$$

где  $R^A_i$  — геометрическая дальность между спутником  $i$  и приемником  $A$ ;

$dt_A$  — поправка часов приемника  $A$ ;

$dt^i$  — поправка часов спутника  $i$ ;

$I^A_i$  — значение ионосферной поправки;

$T^A_i$  — значение тропосферной поправки;

$dm^A_i$  — влияние многопутности на сигнал;

$\varepsilon^A_i$  — ошибка измерений (включая шум измерений, задержки аппаратуры приемника и спутника).

Включить приведенное уравнение псевдодальности в расчеты можно после вычисления моделируемых поправок и координат спутников. При этом используются модель Клобучара для учета ионосферной поправки [2], модель Хопфилда со значениями стандартной атмосферы для вычисления тропосферной задержки [3], определение координат и поправки часов спутника по данным навигационного сообщения [4, 5] и др.

Окончательный вид уравнения псевдодальности представлен следующим образом [1]:

— для расчета по одной ГНСС:

$$-a^A_i dR^A_i + c dt_A = P^A_i - R^A_i + c dt^i - I^A_i - T^A_i + \varepsilon^A_i;$$

— для расчета по объединенному созвездию спутников двух ГНСС:

$$-a^A_i dR^A_i + c dt(GPS)_A + c dt(GЛОНАСС)_A = P^A_i - R^A_i + c dt^i - I^A_i - T^A_i + \varepsilon^A_i.$$

По данным измерений составляется система линейных уравнений, где неизвестными параметрами являются поправки к координатам приемника, а также поправки часов приемника. Подробный алгоритм инициализации и решения системы представлен в [1, 6].

Процесс автономного кодового решения сходится независимо от существования априорных координат приемника. Наличие и качество исходных координат влияет только на количество эпох, необходимых для получения решения достаточного уровня точности.

#### Дифференциальное кодовое решение

Основой дифференциального кодового определения местоположения мобильной станции является внесение поправок для значений псевдодальности,

рассчитанных на базовой станции, в процесс вычисления координат на мобильной станции. Оба приемника теоретически могут наблюдать отличающиеся по составу созвездия спутников ГНСС, однако в вычислениях, в ходе рассматриваемого метода, принимают участие измерения, полученные только от одного и того же набора наблюдаемых спутников.

Одним из стандартных методов учета поправок измерений базовой станции для коррекции данных приемника мобильной станции является формирование так называемых одинарных разностей — разностей аналогичных параметров для обоих приемников для одного и того же наблюдаемого спутника. Параметр одинарной разности псевдодальностей можно выразить с помощью разности составляющих в следующем виде [1]:

$$\Delta P_{BS,MS^i} = (R_{MS^i} - R_{BS^i}) + c(dt_{MS} - dt_{BS}) + (I_{MS^i} - I_{BS^i}) + (T_{MS^i} - T_{BS^i}) + (e_{MS^i} - e_{BS^i}).$$

Здесь верхний индекс  $i$  указывает на образование разностей для данных одного спутника, а нижние индексы  $BS$  и  $MS$  обозначают базовую и мобильную станцию, соответственно.

Очевидно, что формирование подобного рода разности наблюдений исключает влияние поправки часов спутника на результаты измерений, однако из-за влияния остаточных ошибок (шумы приемника, многопутность и другие) одновременно двух приемников аналогичная ошибка одинарной разности наблюдений имеет большую величину. Особенно сильно данный эффект проявляется в том случае, если базовая и мобильная станции находятся достаточно далеко друг от друга.

В процессе решения используется одинарная разность между значениями скорректированных псевдодальностей, определяемых следующим об-

разом: из параметра псевдодальности, полученного из навигационного сообщения, вычитаются значения моделируемых ионосферной и тропосферной поправок для приемников базовой и мобильной станций.

При формировании одинарных разностей для всех используемых спутников инициализируется система линейных уравнений, аналогичная построенной для автономного кодового решения. Для расчета применяются невязки одинарных разностей геометрических расстояний и скорректированных псевдодальностей для соответствующего спутника. Также введена диагональная весовая матрица, которая заполняется в соответствии со значениями углов возвышения наблюдаемых спутников.

Окончательное решение в ходе данного метода позиционирования строится аналогично методу, описанному для автономного кодового решения, за исключением того, что в случае переопределенной системы линейных уравнений используется взвешенный метод наименьших квадратов, призванный уменьшить влияние измерений наблюдаемых спутников, находящихся вблизи горизонта.

#### Решение по плавающей фазе

Фазовые данные, получаемые приемниками в навигационном сообщении, как известно, намного точнее, чем кодовые. Однако их использование несет в себе дополнительную сложность в связи с наличием неизвестного параметра — фазовой неоднозначности. При получении решения по плавающей фазе параметр фазовой неоднозначности только оценивается, но не используется для получения поправок к координатам приемника.

Аналогично дифференциальному кодовому решению, в этом алгоритме используются коор-

динаты самого приемника, которые подлежат уточнению, а также данные базовой станции. Наряду с фазовыми данными с обоих приемников, в алгоритме применяются также и значения псевдодальности.

В качестве априорных координат мобильной станции используются координаты, полученные в ходе дифференциального кодового решения.

В основе рассматриваемого метода лежит внесение поправок для кодовых и фазовых данных приемника, рассчитанных на базовой станции. За счет образования двойных разностей (между двумя приемниками и между текущим и опорным спутником) сокращается ряд параметров, участвующих в образовании кодовых и фазовых данных, а также уменьшаются некоторые возможные ошибки, вносящие погрешность в конечный результат вычислений. Параметры псевдодальностей и фазовых данных для обоих приемников корректируются с учетом значений моделируемых атмосферных поправок.

С учетом скорректированных параметров на базовой станции для данных по каждому наблюдаемому спутнику вычисляются поправки, применяемые затем для данных мобильной станции [6]:

$$\begin{aligned} \alpha_{BS^i} &= R_{BS^i} - R_{BS^0} - P_{BS^i} + P_{BS^0}; \\ \beta_{BS^i} &= R_{BS^i} - R_{BS^0} - \Phi_{BS^i} + \Phi_{BS^0}, \end{aligned}$$

где  $\Phi_{BS^i}$  и  $\Phi_{BS^0}$  — скорректированная фазовая дальность между спутником и базовой станцией;  $P_{BS^i}$  и  $P_{BS^0}$  — скорректированная псевдодальность между спутником и базовой станцией (индекс  $i$  — номер спутника, индекс  $0$  — опорный спутник).

Используемая в вычислениях матрица коэффициентов состоит из направляющих косинусов мобильной станции для обеих групп кодовых и фазовых данных, а также включает значения длины волны сигнала L1 только

для фазовых данных. В матрицу невязок входят двойные разности кодовых и фазовых данных, скорректированные с учетом вычисленных поправок по приведенной выше формуле.

Для спутников ГЛОНАСС процесс решения несколько модифицируется ввиду того, что длина волн сигналов каждого спутника различна. Поэтому в матрице коэффициентов для фазовых данных включено соответствующее значение длины волны, а в матрице невязок двойные разности фазовых данных корректируются не только прибавлением поправки, но и с учетом априорно оцениваемого значения фазовой неоднозначности в данных опорного спутника.

В конечном итоге, после заполнения вспомогательных матриц, система решается с помощью взвешенного метода наименьших квадратов.

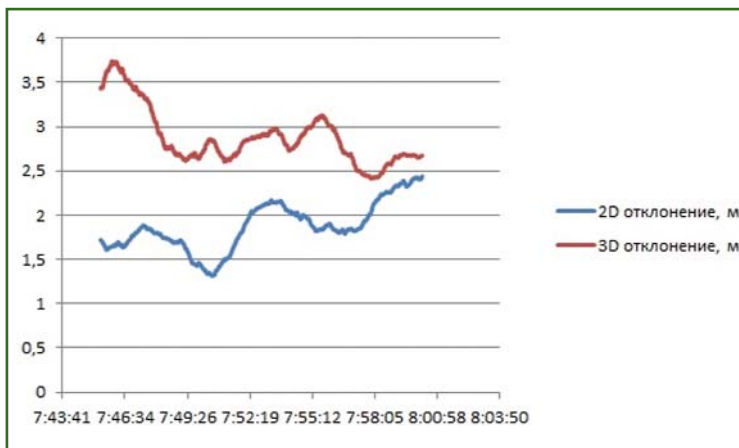
▼ **Экспериментальная проверка**

Для оценки качества работы математических алгоритмов были проведены экспериментальные расчеты. Позиция вычислялась в режиме «нулевой базы» на основании «сырых» данных, собранных с помощью приемников NovAtel OEM 615 и антенны геодезического класса, при хороших условиях приема сигнала. Измерения велись с частотой 1 Гц, использовалась маска угла возвышения 5°. Для оценки точности позиционирования полученные координаты сравнивались с заранее известными координатами точки. На рис. 1–6 приведены отдельные графики решений, построенные по одним и тем же данным за интервал в 15 минут.

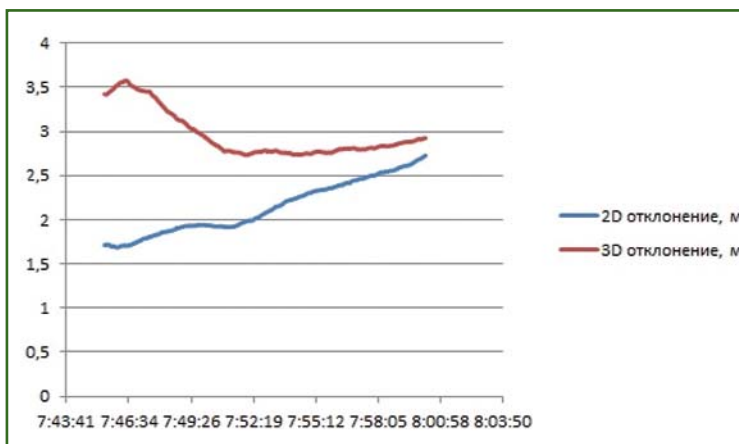
Как видно из приведенных графиков, стабильное решение получается во всех случаях. При этом сглаживание данных дает заметное улучшение при любой конфигурации решения. При построении кодового диф-

ференциального решения по ГЛОНАСС максимальное отклонение от известной точки не превышает 50 см (30 см при сглаживании данных), при при-

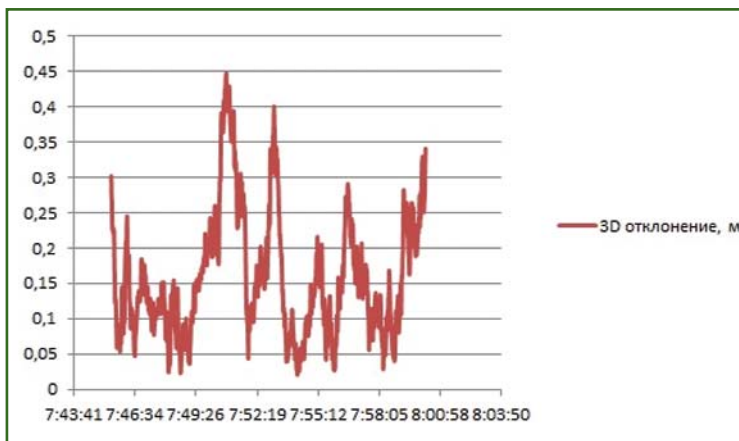
менении GPS этот результат становится еще лучше. Точность определения положения в режиме плавающей фазы по данным спутников GPS составляет



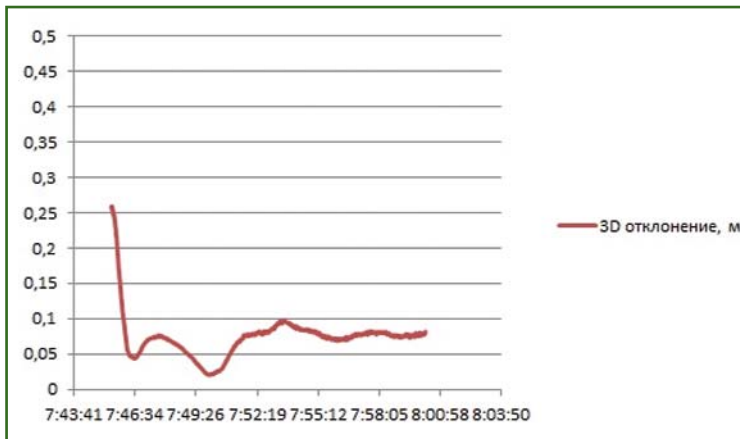
**Рис. 1**  
Автономное кодовое решение (GPS + ГЛОНАСС)



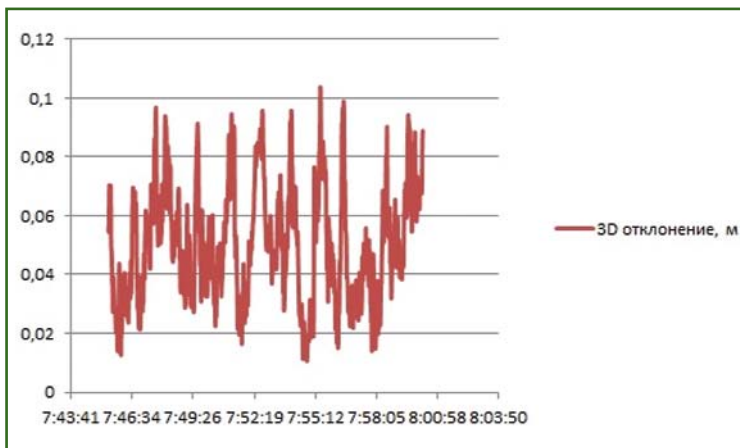
**Рис. 2**  
Автономное кодовое решение со сглаживанием (GPS + ГЛОНАСС)



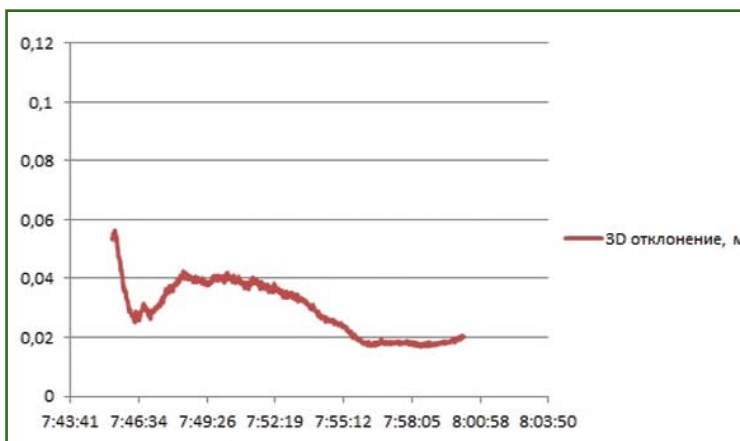
**Рис. 3**  
Кодовое дифференциальное решение (ГЛОНАСС)



**Рис. 4**  
Кодовое дифференциальное решение со сглаживанием (ГЛОНАСС)



**Рис. 5**  
Решение по плавающей фазе (GPS)



**Рис. 6**  
Решение по плавающей фазе со сглаживанием (GPS)

12 см, включение сглаживания данных повышает уровень точности до 6 см.

Разработанная универсальная программная библиотека

GNSSToolkit позволяет решать задачи позиционирования различными методами независимо от конфигурации наблюдаемых спутников, а также содержит

расширенный набор алгоритмов для применения в сфере спутниковой навигации. Результаты тестирования библиотеки подтвердили стабильность ее функционирования, а также достаточный уровень точности при работе в стандартных условиях.

Получить более подробную информацию о библиотеке, задать вопросы и ознакомиться с расширенным отчетом по данным исследованиям можно, обратившись в НПК «Джи Пи Эс Ком» ([info@gpscom.ru](mailto:info@gpscom.ru)).

#### ▼ Список литературы

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. — М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2005.

2. John A. Klobuchar. Ionospheric Time-Delay Algorithm for Single-Frequency GPS Users. — IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. — Vol. AES-23, No. 3, May 1987.

3. С. Chaib, Z. Souar, M. Haddadi. Measurements for GPS meteorological applications. — Revue des Energies Renouvelables. — Vol. 10. — # 2(2007). — P. 299–309.

4. Global Positioning Systems Directorate Systems Engineering & Integration Interface Specification IS-GPS-200G. 5 Sep 2012.

5. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Редакция 5.1.2008.

6. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. Издание 3-е. — М.: ИКФ «Каталог», 2002.

#### RESUME

The GNSSToolkit is considered. It includes a set of standard algorithms. These algorithms allow solving GNSS positioning tasks in three modes including the coded autonomous mode, the coded differential mode and the floating phase mode. The library contains converters for processing data in the NMEA, RINEX, RTCM 2 and RTCM 3 formats as well as the protocols for the receivers of the following manufacturers: NovAtel, Navis и Trimble.

# GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, COMPASS

Четыре спутниковые системы на плате размером четыре сантиметра

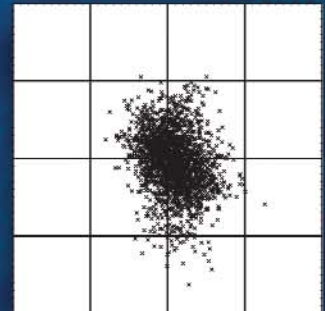
Опорная станция



Приёмник-потребитель



Результат



4 cm

4 cm

4 cm

Реализация RTK режима с сантиметровой точностью в вашем ГНСС приложении теперь может быть реализована с максимальной эффективностью. Приёмники Trimble BD910 и BD920 специально спроектированы для применения в малогабаритных устройствах, способных производить высокоточное определение места. Эти приёмники используют преимущества, обеспечиваемые большим количеством спутниковых навигационных систем, и оснащены интерфейсами Ethernet, USB и RS-232. Цельнометаллические экраны обеспечивают высокую степень защиты от помех. Подробное описание ряда наших изделий приводится на странице [www.trimble.com/gnss-inertial](http://www.trimble.com/gnss-inertial)



BD910

220-и канальный приёмник  
L1 GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Compass



BD920

220-и канальный приёмник  
L1/L2 GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Compass



+7 495 258 5045  
[rusales-intech@trimble.com](mailto:rusales-intech@trimble.com)



**JAVAD GNSS**  
www.javadgnss.ru

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

**«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»**  
www.gsi.ru

**ГИА «Иннотер»**  
www.innoter.com

**КБ «Панорама»**  
www.gisinfo.ru

**«АртГео»**  
www.art-geo.ru

**VisionMap**  
www.visionmap.com

**FOIF**  
www.foif.com

**«ГеоНавигация»**  
www.geonav.ru

**ГУП МО «МОБТИ»**  
www.mobti.ru

**НП «Кадастровые инженеры»**  
www.roscadastre.ru

**НП СРО «АИИС»**  
www.oaifs.ru



# Электронные тахеометры



DTM-322



NPL-322



NIVO M



NIVO C



FOCUS 6



FOCUS 8



FOCUS 30

**ГЕОКОНТИНЕНТ**

Краснодар  
(861) 277-66-46, 277-66-47  
[www.geokontinent.ru](http://www.geokontinent.ru)

Официальные  
дистрибьюторы

ГЕОСИСТЕМЫ  
**Glonass-Galileo**  
ПОВОЛЖЬЕ

Нижний Новгород  
(831) 468-48-33, 416-36-36  
[www.glonass-galileo.ru](http://www.glonass-galileo.ru)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ



# МОСКОВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ БТИ



ОФОРМЛЕНИЕ  
ТЕХНИЧЕСКИХ  
ПАСПОРТОВ



КАДАСТРОВАЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ,  
ТЕХНИЧЕСКИЕ И  
МЕЖЕВЫЕ ПЛАНЫ



ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ  
РАБОТЫ,  
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО



ПРОЕКТИРОВАНИЕ,  
ПЕРЕПЛАНИРОВКИ



РАЗДЕЛЫ  
НЕДВИЖИМОСТИ



ЭКСПЕРТИЗЫ,  
ОЦЕНКА



ОН-ЛАЙН  
УСЛУГИ



ЭНЕРГОАУДИТ



СИСТЕМА ТОЧНОГО  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

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

Горячая линия: (495) 780-17-86



# Инновации в 3D



Мобильные лазерные системы  
Riegl VMX-250 и Riegl VMX-450.

**Качество. Точность.  
Простота использования.**



**Искусство создавать точность.**

[www.art-geo.ru](http://www.art-geo.ru)  
[www.riegl.ru](http://www.riegl.ru)

Россия, 119334, Москва, ул. Вавилова, д. 5, корп. 3, офис 116  
Телефон: +7 (495) 781 7888  
E-mail: [info@art-geo.ru](mailto:info@art-geo.ru)