



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

#4
2012

ТЕОДЕЗИЯ

JAVAD

Золотой спонсор

ГЕРХАРД МЕРКАТОР

СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КАДАСТР НЕДВИЖИМОСТИ

СЕТЕВЫЕ ПОПРАВКИ RTK

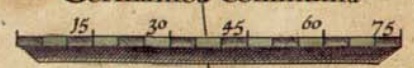
ТЕХНОЛОГИИ LEICA GEOSYSTEMS ПРИ МОНИТОРИНГЕ СООРУЖЕНИЙ И ТЕРРИТОРИЙ

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ JAVAD GNSS

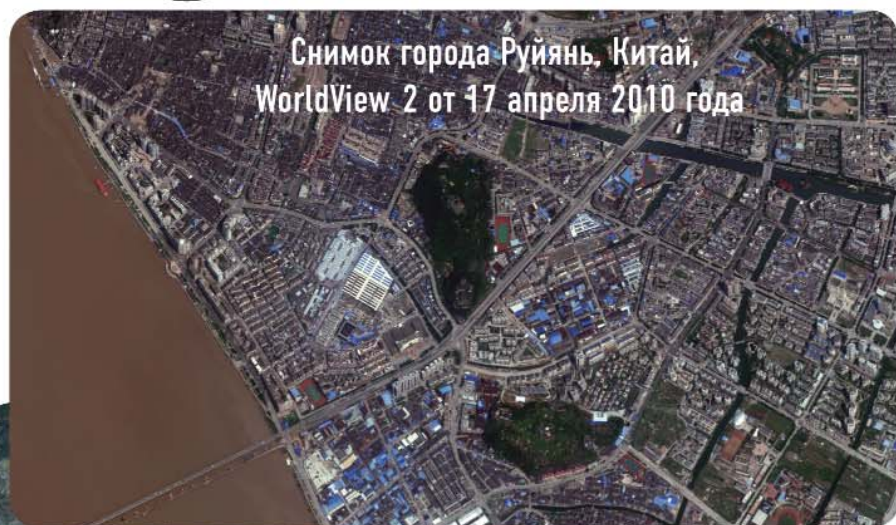
ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В ПК GEONICS

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА «ЛЕБЕДИНСКОГО ГОК»

ТЕРМИНОЛОГИЯ: ГЛОБАЛЬНОСТЬ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ



Per Gerardum Mercatorem



Снимок города Руйянь, Китай,
WorldView 2 от 17 апреля 2010 года



Снимок побережья Восточно Китайского
моря, Landsat 5 от 28 апреля 2009 года



Снимок побережья Восточно Китайского
моря, КАТЭ 200 от 14 июля 1979 года



Снимки Коркинского угольного разреза
в Челябинской области

KeyHole 9
от 12 сентября 1980 года



IKONOS
от 10 июня 2000 года

Поставка и оптимальное покрытие космическими снимками с зарубежных и российских спутников заданных районов в соответствии с требованиями к их точности, качеству и стоимости.

WorldView-2; GeoEye-1;
 TerraSAR-X; **IKONOS**;
 QuickBird; WorldView-1;
 NigeriaSat-2; UK-DMC2;
 EROS A,B; FORMOSAT-2;
 ALOS (PRISM, AVNIR-2,
 PALSAR); SPOT-1,2,4,5;
 IRS-1C,1D; CartoSat-1,2;
 IRS-P6 (ResourceSat);
 Terra (ASTER, MODIS),
Landsat-5; Landsat - 7;
KeyHole;

в перспективе: SPOT-6,7;
 Pleiades-1,2; GeoEye-2;
 WorldView-3;

Комета (КВР-1000, ТК-350);
 МК-4; КФА-1000; **КАТЭ-200**;
 Монитор-Э; Ресурс-ДК1;
 в перспективе: Канопус-В,
 БелКА-2; Ресурс-П;

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Уважаемые коллеги!

Продолжим разговор, начатый в предыдущем номере о концептуальных подходах редакции журнала при выборе тематики публикуемых статей.

Труд геодезистов и картографов увековечен не только в картографических произведениях, научных монографиях, фундаментальных исследованиях, но и в результатах многочисленных практических работ, выполненных в различных уголках Земного шара. Среди них особое место занимают пункты (реперы, марки), закрепляющие плановую систему координат и высотную систему отсчета. Они, как и люди, имеют свою родословную, фамилию, имя и дату рождения. Им присваивают статус — астрономический, астрономо-геодезический, геодезический, нивелирный, государственный, городской, межевой, маркшейдерский и др. Их объединяют с другими пунктами в сети триангуляции, трилатерации, полигонометрии и нивелирных ходов. Им уже при рождении определяют срок существования — фундаментальные, постоянные, временные. Но как показывает время, они, пережив своих создателей, демонстрируют отношение геодезистов, топографов и землемеров к своей профессии, продолжая служить главному предназначению — быть точками отсчета координат и высот.

Именно по этой причине в журнале «Геопрофи» в различных рубриках особое внимание отводится материалам, посвященным истории создания и сохранения этих памятников геодезии в России и других странах. Коротко напомним о некоторых из них.

Нивелирные марки конструкции Д.П. Рашкова использовались при создании первого «Нивелирного плана Москвы» (1877–1879 гг.). За нулевую отметку местной системы высот был выбран урез реки Москвы возле Свято-Данилова монастыря. В 2004 г. по инициативе профессора В.С. Кусова в ГУП «Мосгоргеотрест» изготовили две марки такой конструкции. Их заложили на южной стене часовни князя Даниила Московского и в цокольной части здания МИИГАиК, постройки 1789–1791 гг., у центрального входа. Эти марки стали не только объектами культурного наследия, но и включены в базу данных современной нивелирной сети Москвы.

Кронштадтский футшток закрепляет нулевую точку отсчета Балтийской системы высот, введенной в качестве государственной системы высот в СССР в 1977 г. и действующей на территории РФ в настоящее время. Он был установлен в 1840 г., на каменном устое Синего моста через Обводный канал. Этот эталон высот является трудом многих поколений гидрографов, наблюдавших за уровнем Балтийского моря.

Астрономо-геодезический пункт «Суримяки» заложен в 1885 г. На нем, в 1885–1886 гг., выполнял наблюдения военный геодезист В.В. Витковский. В 2006 г. сотрудники НПП «БЕНТА» восстановили пункт «Суримяки». Он является не только историческим памятником, но и рабочим центром государственной геодезической сети РФ.

Саблинская базисная сеть стала основой для двух первых полигонов будущей астрономо-геодезической сети на территории СССР. В 1910 г. в сеть, кроме новых пунктов, был включен пункт Кабози, заложенный в 1869 г. для проведения учебных занятий в Пулковской геодезической школе. Уникальная конструкция пункта и результаты измерений 2004 г. показывают высокое качество работ, выполненных военными топографами в 1910–1911 гг. Сохранение геодезических пунктов и работа на них — это знак преемственности, дань памяти и уважения к труду наших предшественников по профессии.

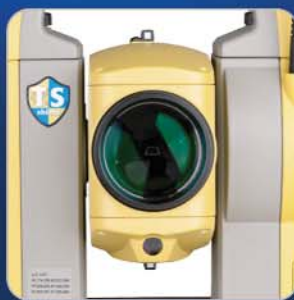
«Парижский меридиан» простирается от северного до южного берега Франции, проходя через Париж. В 1799 г. одна десятиmillionная часть четверти его длины была принята за эталон метра. Этому предшествовали многочисленные астрономо-геодезические измерения с момента создания Парижской обсерватории в 1669 г. В 1984 г., в Париже, в честь 200-летия со дня рождения Франсуа Араго, «воображаемая» линия «Парижского меридиана» была закреплена 135 бронзовыми марками, увековечив не только его, но и всех, кто выполнял градусные измерения.

«Геодезическая дуга Струве» (ГДС) — это объект, внесенный в 2005 г. в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, которому в журнале отведено особое место, поскольку он вызывает не только гордость за выбранную профессию, но и показывает, какую роль играет геодезия в жизни любого общества. Большинство статей по ГДС, опубликованных в журнале, подготовлено членами Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии (СПб ОГиК), которое 1 октября 2012 г. отмечает 20-летний юбилей. Благодаря инициативе и знаниям секретаря правления СПб ОГиК В.Б. Капцюга, а также поддержке всех членов общества, проделана и ведется большая работа по сохранению памяти не только о градусных измерениях, но и об исторических основах геодезии и картографии в России. Мы надеемся на дальнейшее сотрудничество с СПб ОГиК, учитывая, что в настоящее время предпринимаются попытки продлить ГДС, расположенную на территории 10 стран, до южного побережья Африки и до архипелага Шпицберген. Это даст материал для новых исследований, связанных с градусными измерениями.

Редакция журнала

Электронный тахеометр Onboard Station

Новинка



ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ
инструменты и технологии для геодезии и строительства

www.gsi.ru

На правах рекламы

Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

JAVAD GNSS (Золотой спонсор),
Trimble Navigation,
ГИА «Иннотер», «Руснавгеосеть»,
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», «Совзонд»,
Группа компаний CSoft,
«НАВГЕОКОМ», VisionMap,
Spectra Precision, Hi-Target,
«Геодезические приборы», FOIF,
КБ «Панорама», «Ракурс»,
«Геометр-Центр», «Радио-Сервис»,
Навигационно-геодезический центр

Издатель
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор
В.В. Грошев

Главный редактор
М.С. Романчикова

Редактор
Т.А. Каменская

Перевод аннотаций статей
Е.Б. Краснопевцева

Дизайн макета
И.А. Петрович

Дизайн обложки
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.

Периодичность издания —
шесть номеров в год.

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

Тираж 5000 экз.

Цена свободная

Номер подписан в печать
22.08.2012 г.

Печать Издательство «Проспект»

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

Г.Л. Хинкис, Л.В. Зайченко
ВЕЛИКИЙ КАРТОГРАФ ГЕРХАРД МЕРКАТОР 5

ТЕХНОЛОГИИ

В.В. Алакоз, В.В. Бойков, М.А. Монахова, Е.С. Пересадько
**О ПРОБЛЕМАХ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ** 11

М.Ю. Байков
О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ RTK 16

В.Е. Алексеев
**СОЗДАНИЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОСНОВЫ
НА ТЕРРИТОРИЮ ОАО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»** 20

В.В. Максименко
**ОБОРУДОВАНИЕ JAVAD GNSS В РОССИИ:
ИТОГИ ЗА ТРИ ГОДА** 49

А.И. Кужелева, Д.Н. Степанов
**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ
В ПК GEONICS** 53

ТЕХНОЛОГИИ LEICA GEOSYSTEMS

**ЛАБОРАТОРИЯ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И
КОНСТРУИРОВАНИЕ» МГСУ: ИСТОРИЯ УСПЕХА** 24

**ВЗГЛЯД С ВЫСОТЫ: ОПЕРАТИВНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ
ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОСЕДАНИЙ** 28

**ПОЛТОРА ГОДА В РЕЖИМЕ RTK: КРАСНОЯРСКАЯ СЕТЬ
СПУТНИКОВЫХ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ** 32

**ТЕХНОЛОГИЯ 3D ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ТОННЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ** 35

**ТЕХНОЛОГИИ LEICA GEOSYSTEMS В СИСТЕМЕ
МОНИТОРИНГА СМЕЩЕНИЙ МОРСКОЙ
НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ** 37

НОВОСТИ

СОБЫТИЯ 40
ИЗДАНИЯ 48

ОСОБОЕ МНЕНИЕ

Г.А. Шануров
О ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ 58

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

 62

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

 64

При оформлении первой страницы обложки использован фрагмент карты России
(Г. Меркатор, 1595 г.), предоставленный отделом картографических изданий РГБ.

Миссия Выполнима: Работайте Там, Где Другие Не Могут



Особенности:

- Новая технология обработки сигнала Z-Blade
- Высокая надежность в трудных для измерений условиях
- Быстрая инициализация
- Легкий и компактный
- Мультичастотный и мультисистемный



ProMark™ 800 | powered by ashtech

Инновационная технология Z-Blade и возможность принимать сигналы от нескольких спутниковых группировок дают возможность обеспечить GPS-независимое, быстрое и надежное фиксированное решение в сложных условиях съемки, таких как городская застройка и под кронами деревьев. Приёмник Spectra Precision® ProMark™ 800, разработанный компанией Ashtech, использует передовую технологию Z-Blade для отслеживания всех имеющихся GPS, GLONASS и Galileo спутниковых сигналов. Этот универсальный GNSS приёмник может использоваться в качестве базы, ровера, ровера в VRS сетях для получения решения в режиме RTK или с постобработкой. ProMark™ 800 работает с различным полевым ПО в том числе с популярной программой Spectra Precision Survey Pro™.

ProMark 800: создан для увеличения вашей производительности.

Москва

Компания «Геодезия и Строительство»
(495) 783-5639
www.gis2000.ru

Санкт-Петербург

Компания «Плутон Холдинг»
(812) 448-0720, 44807-21
www.plutongeo.ru

Нижний Новгород

Компания «Геосистемы Глонасс-Галилео-Поволжье»
(831) 468-4833, 416-3636, 415-6903
www.glonass-galileo.ru

Краснодар

Компания «ГеоКонтинент»
(861) 277-6646, 277-6647
www.geokontinent.ru

Екатеринбург

Компания «Интер-Гео»
(343) 254-2415, 254-8331, 356-5039
www.intergeo.ru

Новосибирск

Компания «Интер-Гео»
(383) 335-7156, 335-7167
www.intergeo.ru

Хабаровск

Компания «Геотехнологии»
(4212) 76-5421, 77-8720, 60-0996
www.geotehdv.ru

ВЕЛИКИЙ КАРТОГРАФ ГЕРХАРД МЕРКАТОР*

Г.Л. Хинкис (Колледж геодезии и картографии МИИГАиК)

В 1968 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института работал на Предприятии № 2 (Хабаровск), в ГПИ и НИИГА «Аэропроект» МГА СССР. С 1972 г. работает в Колледже геодезии и картографии МИИГАиК, с 1990 г. по настоящее время — директор. Заслуженный работник геодезии и картографии РФ.

В.Л. Зайченко (Колледж геодезии и картографии МИИГАиК)

В 1967 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института работал в Якутском АГП и ЦНИИГАиК, служил в частях ВТС ВС СССР (1968–1970), работал в МИИГАиК и Московском колледже архитектуры и строительных искусств. С 2005 г. по настоящее время работает в Колледже геодезии и картографии МИИГАиК. Кандидат технических наук, доцент.

▼ Выбор пути

Около 1500 г. европейские книгоиздатели при печатании карт начали переходить с деревянных клише на медные печатные формы. В Нидерландах работали лучшие граверы по меди, и центр производства карт постепенно перемещался сюда. Этот период истории картографии — лидерства Нидерландов — был отмечен деятельностью известных граверов и картографов: Герарда де Йоде, Гесселя Герритса, Лукаса Вагенаера и др. [2].

Труд ремесленников по изготовлению измерительных инструментов, которые занимались и гравированием, высоко ценился. Может и из-за этого, Меркатор, после окончания университета, решил посвятить себя этой профессии и обратился за помощью к своему учителю и главному авторитету — Г. Фризиусу. В то время он занимался астрономией, разрабатывал новые методы определения координат точек на земной поверхности, конструировал глобусы, составлял карты. В 1530-е гг. Г. Фризиус оборудовал мастерскую, в которой совместно с гравером Гаспаром ван дер Гейденном изготавливали астрономические и топографические

инструменты. Герхарда привлекли к работе в мастерской, где тот принимал участие в изготовлении латунных астролябий, градштоков, глобусов и осваивал искусство гравирования на медных формах.

Достаточно освоив искусство гравирования, приобретя бесценный опыт при изготовлении земного и небесного глобусов в мастерской Фризиуса, Герхард решил начать самостоятельную деятельность. В 1534 г. Меркатор открыл в Лувене собственную мастерскую по изготовлению астрономических инструментов, глобусов, по составлению и гравированию карт. Тогда же произошли изменения и в его личной жизни. В 1536 г. он обвенчался с Барборой Шелленкен, а в 1537 г. у него родился первенец — Румольд. Забегая вперед, скажем, что у Меркатора было шесть детей. Румольд и Арнольд продолжили его дело, а сыновья Арнольда — Иоган, Гергард и Михаэль стали известными картографами.

Первой самостоятельной работой Г. Меркатора стала карта Палестины «Описание Святой земли» (*Terrae Sanctae descriptio*) на 6 листах, выпущенная в 1537 г. Она иллюстрировала

тексты Библии. Следует отметить, что в тот период карты Палестины были весьма приблизительными. На некоторых имелось меньше 30 названий, а на карте Меркатора — около 400. Кроме того, для подписей он использовал не традиционный готический шрифт, а «италик» — шрифт с наклонными вправо буквами, напоминающими рукописные, дающий возможность размещать на карте больше сведений.

Герхард чувствовал, что способен на более серьезную работу и в возрасте 26 лет изготовил карту мира. Из существовавших в то время картографических проекций он выбрал сердцевидную проекцию, разработанную Иоганом Верлером, в которой в 1531 г. уже была создана карта мира французским картографом О. Финиусом. Правда, для своей карты Г. Меркатор применил еще более необычную — двойную сердцевидную проекцию (рис. 3). Кроме того, он впервые использовал название «Америка» для двух континентов — Северной Америки и Южной Америки, Азию представил отделенной от Северной Америки проливом (этот пролив (Берингов) был открыт через 200 с лишним лет), а также показал местопо-

* Окончание. Начало в № 3-2012.

ложение Антарктиды (существование которой тогда вызывало сомнения).

С созданием этой карты Г. Меркатор выдвинулся в ряд авторитетных картографов своего времени, и группа влиятельных купцов заказала ему карту Фландрии.

▼ Меркатор — картограф

Карта «Точнейшее описание Фландрии» (*Exactissima Flandriae descriptio*) на 9 листах была закончена в 1540 г. Она создавалась по результатам топографической съемки в едином масштабе, что потребовало нескольких лет напряженной работы. В качестве съемочного обоснования Г. Меркатор использовал метод триангуляции, предложенный Г. Фризиусом. Вершинами треугольников были выбраны шпили церквей и вершины башен в Антверпене, Мехелене, Генте, Миддельбурге, Брюсселе, Лувене и других городах и селениях. За базис он принял расстояние, которое определил по известным географическим координатам двух объектов в Антверпене и Мехелене, входивших в сеть триангуляции.

Карта оказалась настолько полной и точной, что привлекла к себе широкое внимание и принесла новые заказы. Герхарду поручили изготовить глобус Земли для Карла V. Глобус был готов в 1541 г. Карл V остался очень доволен работой и заказал Меркатору комплект топографических инструментов, которые он мог бы брать с собой в военные походы. В комплект вошли: небольшой квадрант, астрономическое кольцо, карманные солнечные часы, компас, циркули, линейки и пр.

Параллельно Меркатор занимался и преподавательской деятельностью. Он вел занятия в университете по математике, астрономии и географии. Продолжала работать его мастерская, в которой выпускались простые измерительные приборы, компасы, астролябии.

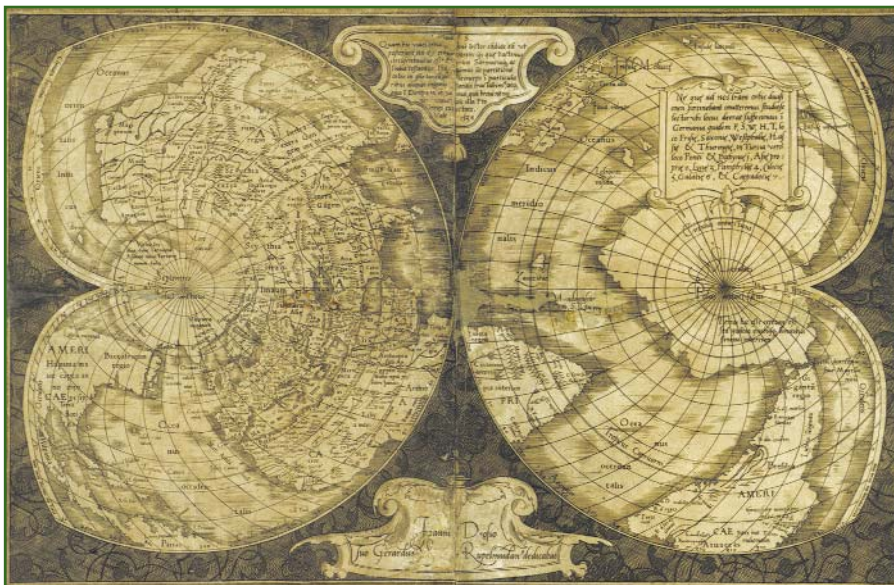


Рис. 3

Карта мира, Г. Меркатор, 1538 г., масштаб 1:65 000 000, размер 46x61 см (Цифровая коллекция карт библиотеки Американского географического общества, www.wdl.org)

Карьера Г. Меркатора чуть было не закончилась в феврале 1544 г., когда его заключили в тюрьму как еретика. В Лувене было много лютеран, и его жена принадлежала к этому течению. Появились сведения, что Меркатор вольно обсуждает несоответствия в учениях Аристотеля и в Библии, пребывает в постоянных разъездах, получает «подозрительные» письма. Вместе с ним было арестовано еще 42 жителя Лувена. Они были осуждены на смерть и всех, кроме Меркатора, казнили. Он же в течение 7 месяцев отбывал заключение в башне замка своего родного города Рупельмонде. Меркатора спасло лишь вмешательство Карла V, но все его имущество было конфисковано.

После этого случая Г. Меркатор старался держаться подальше от политических и религиозных споров. Правда, период вынужденного бездействия дал ему возможность собрать обширный картографический материал и подробно изучить его.

▼ Дуйсбургский период

Опасаясь религиозных гонений, Меркатор собирался уехать из Лувена. В начале 1550-х го-

дов состоялась его встреча с Героном Кассандером, известным ученым-богословом. Тому было поручено организовать университет в Дуйсбурге (Германия), небольшом провинциальном городке на р. Рейн. Кассандер предложил Меркатору возглавить в университете кафедру космографии. Религиозная обстановка в этой части Европы была более терпимая, но условия работы над картографическими произведениями гораздо хуже. Город находился далеко от моря и торговых путей, добывать сведения о географических открытиях и получать новые карты здесь было сложнее, чем в Лувене.

Планам организации университета в Дуйсбурге не суждено было сбыться, но в то же время Меркатору последовало предложение от Вильгельма, герцога Юлих-Клеве-Бергского стать его личным космографом. В 1552 г. он вместе с семьей переехал в Дуйсбург, где спустя некоторое время открыл картографическую мастерскую. Получать нужные сведения для создания карт ему помогал картограф Абрахам Ортелиус.

Первой крупной работой Меркатора в Дуйсбурге стало изданное в 1554 г. сочинение «Описание Европы» (*Europaе descriptio*), где он подверг критическому разбору и переработке весь собранный им картографический материал. В это же время он издал карту Европы с одноименным названием «*Europaе descriptio*» на 15 листах, которая сделала его выдающимся картографом своего времени. Карта была выполнена в проекции Иоганнеса Стабиуса — меридианы изображены прямыми линиями, сходящимися к северному полюсу, а параллели — дугами окружностей. В ней были устранены неточности, существовавшие еще со времен Птолемея. Г. Меркатор отразил на карте все накопленные на тот момент знания о географических объектах Европы: впервые правильно показал береговые линии Средиземного моря, нанес границы государств, обозначил крупные города, изобразил

гидрографию и растительность материка. Этой картой Меркатор открыл европейцам Европу [6].

Надо сказать, что Меркатор трудился практически в одиночку. Он создавал и вычерчивал карты, готовил их к изданию (гравировал), составлял надписи и легенды, а также занимался продажей готовых карт.

В 1563 г. Г. Меркатор получил заказ от Карла V на проведение топографической съемки и изготовление карты герцогства Лотарингия. Почти два года ушло на эту тяжелую работу. Карта «Описание Лотарингии» (*Lotharingiae descriptio*) была закончена в 1564 г. В этом же году по заказу католической церкви Меркатор выгравировал карту Британских островов, составленную в Англии Уильямом Кэмденом [2], и приступил к работе над всеобъемлющим трудом по космографии. Он был задуман как серия картографических произведений с их подробным описанием: «Сотворение

мира», «Описание небесных предметов», «Описание земель и морей» и «Генеалогия и история государств». «Описание земель и морей» должно было состоять из трех частей: «Хронология», «География» Птолемея и «Современная география» [6]. Однако не все его планы были реализованы.

Первой была подготовлена «Хронология» (*Chronologia*) и опубликована в 1569 г., в Кельне, в виде отдельной книги на латинском языке, объемом 450 страниц. В ней Меркатор попытался пересмотреть даты важнейших исторических событий с учетом солнечных и лунных затмений. Он составил каталог основных событий с датами по ассирийскому, персидскому, греческому и римскому календарям [2].

В этом же году Меркатор издал карту мира на 18 листах, названную «Новое и наиболее полное изображение земного шара, проверенное и приспособленное для применения в навига-

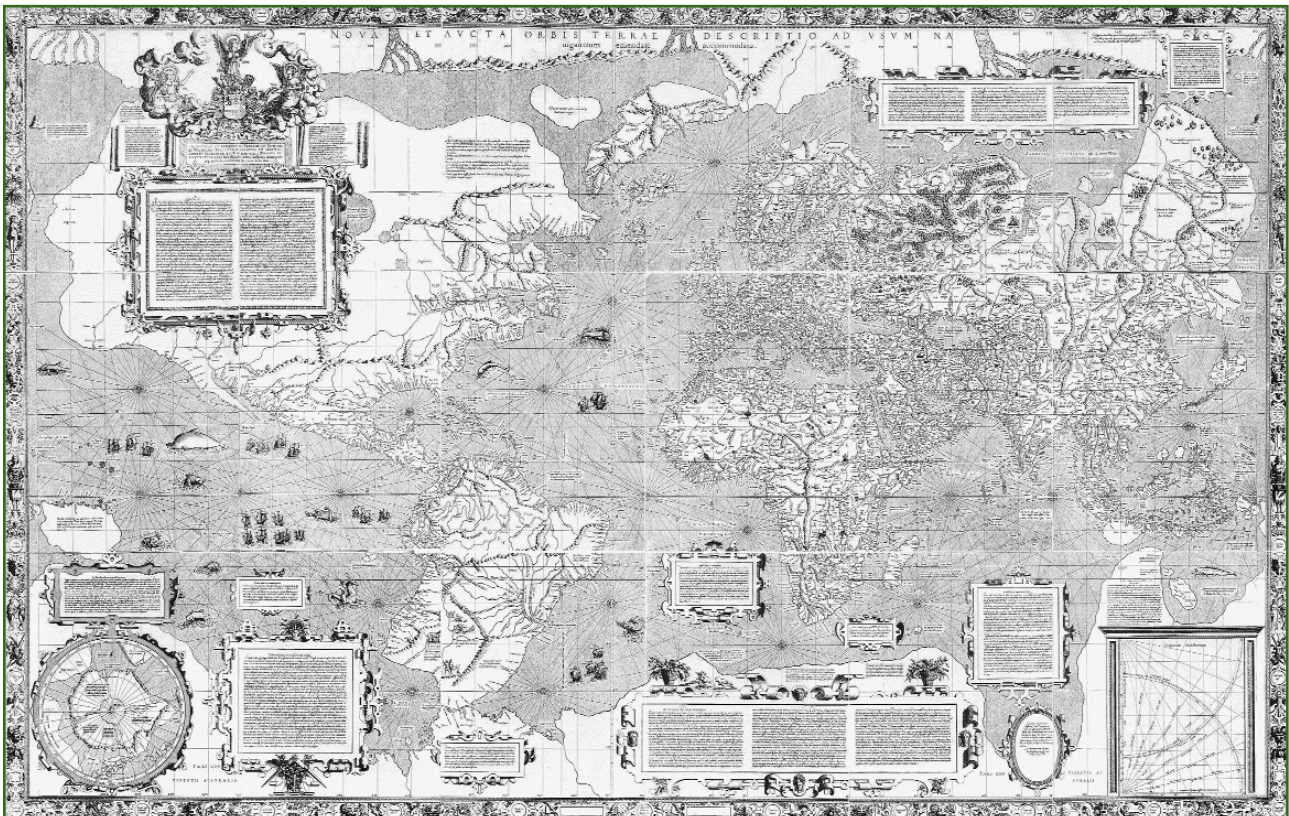


Рис. 4

Карта мира, Г. Меркатор, 1569 г., размер 202x124 см (<http://ru.wikipedia.org>)



Рис. 5

Фрагмент титульного листа Атласа, Г. Меркатор, 1595 г., 107 карт (предоставлен отделом картографических изданий РГБ)

ции» (*Nova et accurata orbis terrae descriptio ad usum navigantium emendate accomodata*). Эта карта была составлена в равноугольной цилиндрической проекции, где применялся новый способ отображения меридианов и параллелей в виде прямых взаимно-перпендикулярных параллельных линий (рис. 4). Расстояние между меридианами имело постоянную величину, а между параллелями изменялось: вблизи экватора оно равнялось расстоянию между меридианами, а при приближении к полюсам пропорционально увеличивалось. Масштаб карты увеличивался от экватора к полюсам (как обратный косинус широты), однако масштабы по вертикали и по горизонтали были постоянны. Полюсы на ней отсутствовали, поскольку из-за особенностей проекции на карте могли быть изображены области земного шара до 80–85° северной и южной широты. Локсодромы также отображались прямыми линиями. Эта проекция, названная впоследствии «проекция Меркатора», была очень удобной

для нужд мореходства, так как траектория корабля, идущего под одним и тем же магнитным азимутом, изображалась на карте прямой линией. И в настоящее время проекция Меркатора применяется при составлении навигационных карт для морских и воздушных судов.

Карта мира была необычной не только по свойствам картографической проекции, но и по обилию сведений, представленных на ней. В левом нижнем углу располагалась врезка с картой полярных районов северного полушария в центральной проекции, где впервые были разделены географические и магнитные полюсы. Эта карта стала точкой отсчета для последующих поколений картографов и изменила знания человечества о Земле [6].

Меркатор высоко ценил труды Птолемея, особенно «Географию». В 1578 г. он издал 27 карт из «Географии», выгравировав их по оригиналам. Текст «Географии» Г. Меркатор опубликовал только в 1584 г., сопоставив пять разных изданий и очистив его от случайных вставок, изменений и ошибок [2].

Венцом деятельности Г. Меркатора в области картографии и основным трудом его жизни, конечно, является коллекция карт. В 1578 г. Меркатор заявил, что для ее создания потребуется изготовить до сотни карт [3]. Практически до самой смерти он работал над этим изданием. По мере подготовки отдельных карт он начал их публикацию.

Первыми, в 1585 г., в Дуйсбурге, были изданы карты Франции, Германии и Нидерландов на 51 листе с подробным пояснительным текстом.

Вторым изданием стала коллекция карт Италии, Славонии (Балканы), Кандии (о. Родос и о. Крит) и Греции на 23 листах (Дуйсбург, 1590 г.).

Последними были опубликованы карты Англии, Северной Европы и Арктики. Сделал это

уже сын Меркатора Румольд в 1595 г., через четыре месяца после его смерти.

В этом же году были собраны и изданы все три части, дополненные новыми картами, подготовленными сыновьями и внуками Г. Меркатора [3]. Название коллекции из 107 карт (рис. 5) впервые включало слово «атлас» и звучало так: «Атлас, или Космографические размышления о строении мира и изображении его» (*Atlas sive Cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura*). В посвящении к изданию Румольд указал, что это название выбрал для публикации сам Г. Меркатор. Кроме того, в тексте введения к атласу было приведено генеалогическое древо Атласа — мифологического персонажа, который предводительствовал титанами в их войне против бога Юпитера, был за это проклят и обречен держать на плечах небесный свод. В таком формате атлас Меркатора вышел еще один раз в 1602 г. в Дюссельдорфе [2].

После этого печатные формы приобрел Иодокус Хондиус. Он и его приемники издавали атлас до 1637 г. под именами Меркатора и Хондиуса на разных язы-

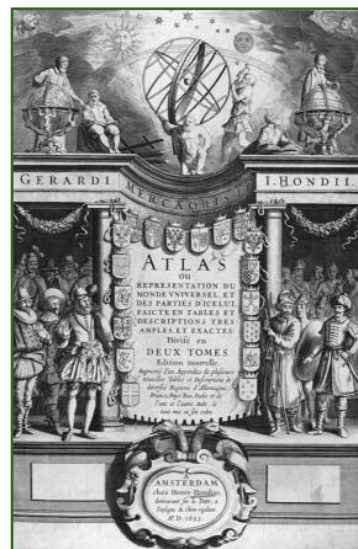


Рис. 6

Фрагмент титульного листа Атласа, Г. Меркатор и И. Хондиус, 1633 г., 47х30 см, 303 страницы (www.nlr.ru)

ках (рис. 6). Всего известно около 40 его изданий [2].

Подводя итоги деятельности Меркатора, можно сказать, что его работы произвели полный переворот в области картографии. Он сделал, возможно больше, чем кто-либо, для того, чтобы производство карт из ремесла превратилось в точную науку. Г. Меркатор был первым, использовавшим научные подходы в картографии, в современном значении этого слова. Он не только воспроизводил и переиздавал карты, но и пользовался ими как материалом для составления новых, более точных произведений, сличая, исправляя и взаимно дополняя их, вычерчивая в строго определенных проекциях, создавая новые (цилиндрические) и улучшая существующие (конические), снабжал карты обоснованными научными комментариями.

Кроме того, Г. Меркатор занимался исследованиями земного магнетизма, вычислил координаты магнитных полюсов, ввел

единицу измерения — морскую милю, связав угловую и линейную меры (1 морская миля = 1' градуса дуги земного меридиана). Слово «атлас», которое он выбрал для названия своей самой главной работы, стало собирательным для коллекции карт и планов, переплетенных вместе в один или несколько томов [2].

Отмечая юбилей Г. Меркатора, мы не перестаем удивляться тем его революционным достижениям, которые легли в основу картографии. Именно на этом многослойном и крепком фундаменте возникла и развивается современная картография, и одним из картографических произведений, подтверждающих этот вывод, является «Национальный атлас России», изданный в четырех томах в 2005–2009 гг. (www.national-atlas.ru).

▼ Список литературы

1. Геодезия. Справочное руководство под ред. М.Д. Бонч-Бруевича. — М. — Л., 1939–1949. — Т. 1–9.

2. Браун Ллойд Арнольд. История географических карт. — М.: Центрполиграф, 2006. — 479 с.

3. Багров Л. История картографии. — М.: Центрполиграф, 2004. — 320 с.

4. Алейнер А.З., Ларионова А.Н., Чуркин В.Г. Герард Меркатор (серия Замечательные географы и путешественники). — М.: Географгиз, 1962. — 80 с.

5. Gerard Mercator: His Life and Works, Elial F. Hall (1878), Journal of the American Geographical Society of New York, Vol. 10, pp. 163–196.

6. Вейхман В.В. Меркатор. Подпирающий небо. — <http://seaproza.ucoz.ru>.

RESUME

Based on research on the history of cartography, the authors give a brief description of maps created prior to the Renaissance. The different periods of Gerhard Mercator life and his works in the field of theoretical cartography and map publishing are described.



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

выбери
BPIQGEON

нужный

РАКУРС

«Личный кабинет» — удобный сервис для пользователей программных продуктов PHOTOMOD.
Посетите наш сайт: www.racurs.ru

Программное обеспечение PHOTOMOD®

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

- PHOTOMOD 5.23. Новые функциональные возможности:
- Обработка сканерных снимков, полученных со спутников Pleiades
 - Включение в дистрибутив ПИС «Панорама 2011 Минн»
 - Поддержаны геоиды EGM 96 и EGM 2008
 - Поддержка файлов JPEG 2000 размером больше 2 Гб

PHOTOMOD GeoMosaic 5.23:

- Автоматическое выделение и исключение из обработки областей, закрытых облаками
- Загрузка матриц высот
- Фильтрация связующих точек

Версия PHOTOMOD Lite позволяет загружать пользовательские данные и оценить возможности системы в области фотограмметрической обработки космических и аэрофотоснимков. Версия доступна бесплатно на нашем сайте: www.racurs.ru.

Данные дистанционного зондирования

Компания «Ракурс» является поставщиком широкого спектра данных дистанционного зондирования, а также официальным дистрибьютором GeoEye-1, IKONOS, KOMPSAT-2, TerraSAR-X, QuickBird, WorldView-1,2.

Фотограмметрические проекты

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

129366, Россия, г. Москва
ул. Ярославская, д.13А

Тел.: +7 (495) 720-51-27
Факс: +7 (495) 720-51-28

info@racurs.ru
www.racurs.ru

HI-TARGET

ZTS Series Total Station ZTS-120/120R

- Интеллектуальная онлайн настройка и тестирование
- Прецизионная интеграция оптических, механических и электронных систем, точность измерения расстояния:
2 мм + 2 ppm
- Измерение расстояния лазерным дальномером без отражателя: 350 м
- Эффективное абсолютное кодирование углов, точность измерения угла: 2"

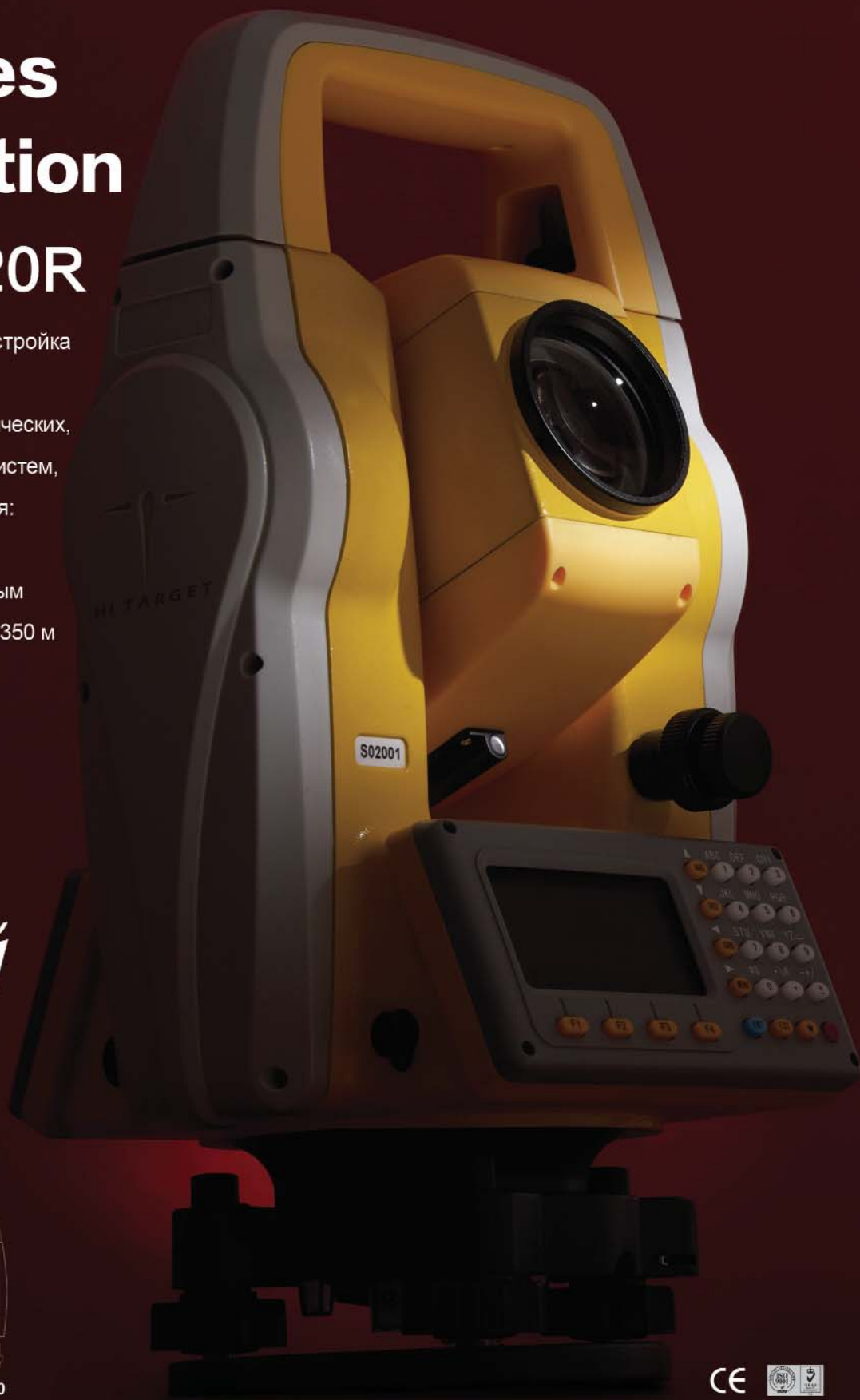
*Просто
МОЩНЫЙ*



ZTS-120R



ZTS-120



Hi-Target SurveyingInstrument CO.,Ltd

www.hi-target.com.cn
www.gnss-gps.com

ADD:10th Floor,ChuangxinBuilding,Tian'an Technology Zone, No.555, North of PanyuRoad,PanyuDistrict,511400,
Guangzhou City,china Tel:020-22883932 Fax:+86-20-22883900 E-mail:gracezhang@zhdgps.com

О ПРОБЛЕМАХ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ

В.В. Алакоз («Институт кадастровых работ»)

В 1966 г. окончил факультет землеустройства Московского института инженеров по землеустройству (в настоящее время — Государственный университет по землеустройству) по специальности «инженер-землеустроитель». После окончания института работал в системе институтов Гипрозем, с 1983 г. — в Министерстве сельского хозяйства СССР, с 1988 г. — в РосНИИземпроект, с 1990 г. — в Госкомземе России. С 2000 г. работает в ООО «Институт кадастровых работ», в настоящее время — генеральный директор. Президент НО «Российская ассоциация частных землемеров». Почетный геодезист. Почетный землеустроитель России. Лауреат премии им. Ф.Н. Красовского.

В.В. Бойков (НПК «РЕКОД»)

В 1967 г. окончил Военно-инженерную академию им. В.В. Куйбышева. После окончания академии проходил службу в 29-м НИИ МО РФ. С 2000 г. работал в ФГУП «Госземкадастръёмка» — ВИСХАГИ. С 2008 г. работает в ОАО НПК «РЕКОД», в настоящее время — главный специалист. Доктор технических наук, профессор. Лауреат Государственной премии РФ.

М.А. Монахова (НПК «РЕКОД»)

В 2002 г. окончила геодезический факультет МИИГАиК по специальности «космическая геодезия». После окончания университета работала в ФГУП «Госземкадастръёмка» — ВИСХАГИ. С 2008 г. работает в ОАО НПК «РЕКОД», в настоящее время — заместитель начальника департамента. Кандидат технических наук.

Е.С. Пересадько (НПК «РЕКОД»)

В 1960 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженерная геодезия». После окончания института проходил службу в Центральной геодезической части и 29-м НИИ МО РФ. С 2000 г. работал в ФГУП «Госземкадастръёмка» — ВИСХАГИ. С 2009 г. работает в ОАО НПК «РЕКОД», в настоящее время — ведущий специалист. Кандидат технических наук.

Определение геодезических координат точек, описывающих границы земельных участков, с различной точностью создает ряд проблем в кадастре недвижимости. Основными из них являются: пересечения границ смежных земельных участков и возникающие в связи с этим споры, ошибочное определение площадей земельных участков и происходящее отсюда неправильное начисление земельного налога. Кроме того, существующая в настоящее время практика приоритета не более точно определенных, а первоначально установленных границ, приводит не к упорядоче-

нию, а к запутыванию учета земель. Когда-то этот клубок проблем придется распутывать, но уже с большими затратами.

Многих проблем, в том числе и вышеперечисленных, можно было избежать, если бы геодезическое обеспечение кадастра отвечало современным и перспективным требованиям. Однако сложившееся в течение последних десятилетий положение с геодезическим обеспечением кадастровых работ не внушает оптимизма.

Исторически плановой основой кадастра являются пункты Государственной геодезической сети (ГГС) и созданные на ее осно-

нове опорные межевые сети (ОМС) в виде пунктов ОМС в местных системах координат (МСК). Согласно [1, 2], среднее квадратическое отклонение (СКО) взаимного положения пунктов ОМС-1 должно составлять 5 см, а ОМС-2 — 10 см. Это требование, однако, не выполняется, поскольку МСК является аналогом системы координат СК-63, созданной на базе СК-42 с СКО взаимного положения пунктов ГГС порядка нескольких дециметров (в отдельных случаях оно достигают 1 м). Усугубляет ситуацию и наличие местных (городских) систем координат.

Неудовлетворительное положение с плановой основой кадастра может быть устранено за счет применения спутниковых технологий. Системы точного позиционирования (СТП) на основе сетей постоянно действующих (референцных) станций ГНСС (ГЛОНАСС и GPS) обеспечивают определение координат точек в геоцентрической системе с СКО взаимного положения в несколько сантиметров. Поэтому отпадает необходимость в создании и восстановлении пунктов ОМС. Для использования в кадастре геоцентрических координат, полученных с помощью СТП, достаточно перейти от них к плоским прямоугольным координатам в МСК, применяемой на территории данного субъекта РФ, т. е. вычислить параметры перехода.

Для этих целей на пунктах ГГС с известными координатами в МСК субъекта РФ проводятся спутниковые наблюдения и определяются геоцентрические координаты пунктов от референцных станций СТП. СКО пересчета координат по параметрам перехода вычисляется по остаточным отклонениям координат. Практически, они являются мерой точности взаимного положения пунктов в МСК, поскольку точность координат пунктов в геоцентрической системе на порядок выше.

При сопоставимой точности координат пунктов в двух системах параметры перехода можно было бы вычислить для обширной территории, например, субъекта РФ. Но, учитывая низкую точность взаимного положения пунктов в МСК, особенно удаленных, параметры перехода приходится получать на ограниченных территориях, например на отдельные административные районы субъектов РФ или трапеции масштаба 1:100 000. И здесь возникает принципиальный вопрос: какова на самом деле точность координат пунк-

тов ГГС в МСК? Может быть некоторые специалисты, в том числе и авторы данной статьи, излишне драматизируют ситуацию? Тем более что позицию о высокой точности МСК-50 на территории Московской области высказывают специалисты ГУП «Мосгоргеотрест» [3].

Авторы данной статьи, занимаясь в течение многих лет вопросами создания СТП и пересчета геоцентрических координат в плоские прямоугольные координаты в СК-95 и СК-42 (СК-63, МСК), хотели бы довести до геодезической общественности результаты своих исследований в различных субъектах РФ (Московской, Тверской, Тульской и Смоленской областях). Но, для формирования общего подхода, сделаем одно замечание. При точности геоцентрических координат точек на уровне СКО 1 см, получаемых в настоящее время без проблем с помощью СТП, едва ли разумной выглядит позиция, в которой плановая основа кадастра в виде МСК создается с более низкой точностью. Это, по крайней мере, противоречит геодезическим понятиям.

Перейдем к анализу реальной точности планового положения пунктов сетей в системе СК-95, а также СК-42 и ее производных — СК-63 и МСК. Определимся при этом с эталоном. Необходима сеть, в которой погрешности взаимного положения пунктов заведомо выше, чем в анализируемой сети. На территории Московской области такой явилась сеть из пунктов ГГС, координаты которых определены в геоцентрической системе по спутниковой технологии с помощью СТП. Специалисты ФГУП «Госземкадастрсыемка» — ВИСХАГИ обследовали около 600 пунктов ГГС 1–3 классов. Из них пригодными для спутниковых наблюдений оказались 564 пункта, координаты которых были определены в геоцентрической системе по 2–8 часовым интервалам измерений в сети из 23 референцных станций (Спутниковая система межевания земель (проект «Москва»)) [4].

Точность взаимного положения (СКО) двух любых пунктов этой сети составляет 1 см. Она подтверждена и сравнением с

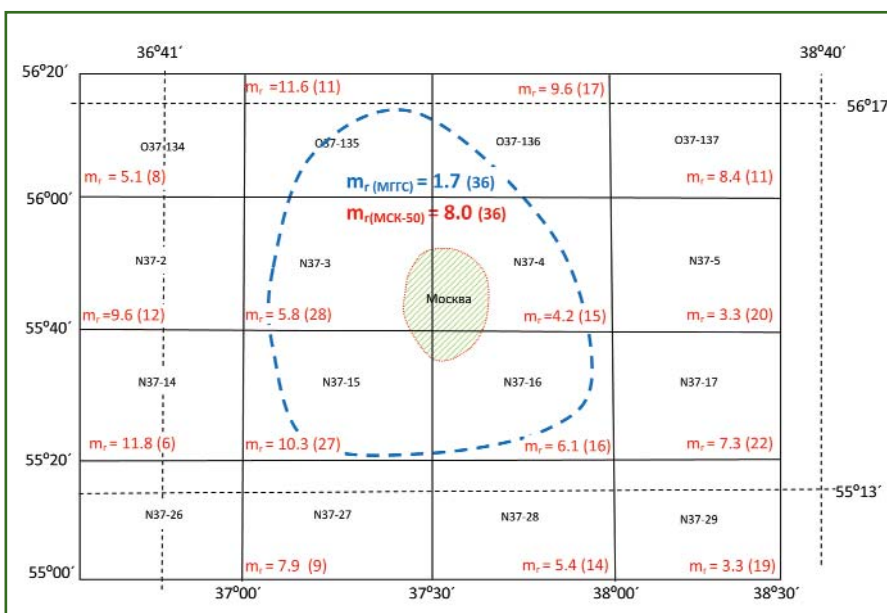


Рис. 1
 Оценка точности положения пунктов ГГС в МСК-50 по трапециям масштаба 1:100 000 в центральной зоне Московской области (пунктирная линия синего цвета показывает границу расположения пунктов МГГС)

Показатели точности пунктов ГГС в МСК-50 по блокам из нескольких трапеций масштаба 1:100 000 для центральной части Московской области

Таблица 1

Число трапеций: общее / в блоке	Номенклатура	СКО, см	Число пунктов ГГС в МСК-50
4 / 2x2	N37-03, 04, 15, 16	9,7	86
6 / 2x3	N37-03, 04, 15, 16; 037-135, 136	11,8	114
9 / 3x3	N37-03, 04, 05, 15, 16, 17; 037-135, 136, 137	12,1	161
12 / 3x4	N37-03, 04, 05, 15, 16, 17, 27, 28, 29; 037-135, 136, 137	12,9	203

каркасной геодезической сетью ГУП «Мосгоргеотрест» на территории города Москвы и в ближайшей зоне до малого бетонного кольца. Совмещенных пунктов оказалось порядка 80. Расхождения геоцентрических координат пунктов двух сетей составили менее 1 см. Так что сеть из 564 пунктов на территории г. Москвы и Московской области может считаться, как полагают авторы, эталонной для оценки точности существующих сетей.

Технология оценки заключалась в определении параметров связи между координатами пунктов эталонной и анализируемой сети в пространственной (7 параметров) и плоской (4 параметра) системах, а также вычислении остаточных уклонений координат. Такая оценка

была проведена для существующих сетей, расположенных на территории субъекта РФ, на отдельных административных районах, и по трапециям масштаба 1:100 000. По значениям остаточных уклонений координат вычислялись обобщенные СКО взаимного положения пунктов, которые присваивались анализируемым сетям. Координаты пунктов всех существующих сетей выбирались из официальных каталогов.

Были вычислены СКО взаимного положения 36 пунктов Московской городской геодезической сети (МГГС) ГУП «Мосгоргеотрест», а также 426 пунктов ГГС, на которые имелись координаты в МСК-50 и СК-95. Распределение погрешностей в сетях МГГС и ГГС в МСК-50 представлено на рис. 1. СКО

взаимного положения пунктов МГГС оказалась равной 1,7 см, а пунктов ГГС в МСК-50 на этой же территории — 8 см. Здесь же приведены СКО взаимного положения пунктов ГГС, полученные по каждой трапеции масштаба 1:100 000.

Из приведенных результатов следует вывод о достаточно высокой точности взаимного положения пунктов МГГС и более низкой точности пунктов ГГС в МСК-50. По трапециям масштаба 1:100 000 СКО взаимного положения пунктов ГГС находится в интервале от 3,3 до 11,8 см. СКО пунктов ГГС в МСК-50 возрастает с увеличением сети, что иллюстрируется в табл. 1.

Поскольку МСК-50 включает две трехградусные зоны, то для дальнейшего анализа были взяты 90 пунктов ГГС из первой зо-

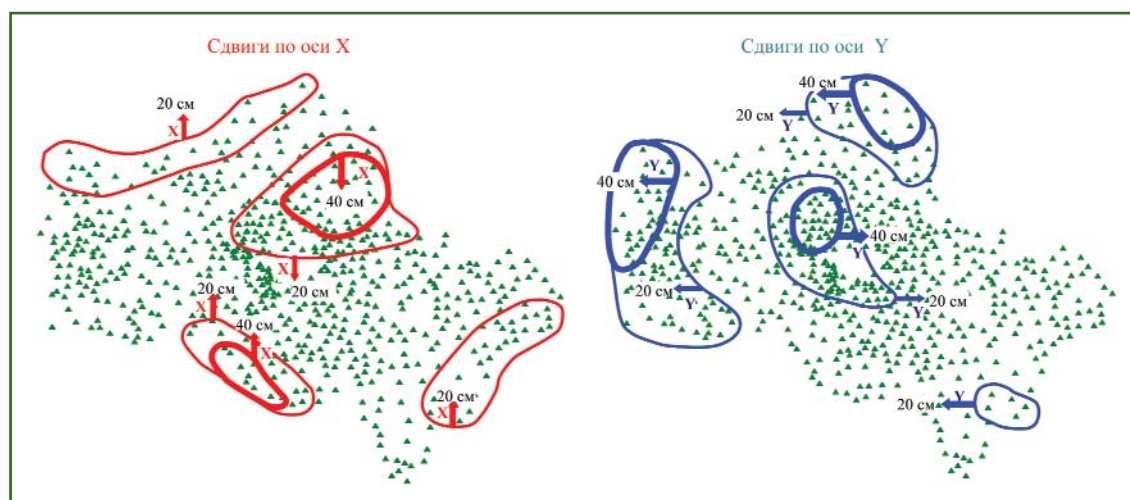


Рис. 2

Московская область. Сдвиги пунктов ГГС в МСК-50

Точность координат пунктов ГГС в МСК по субъектам РФ

Таблица 2

Субъект РФ	Количество пунктов ГГС	СКО, см	Распределение значений СКО по каждому диапазону, %				
			0–10 см	10–20 см	20–50 см	50–100 см	Свыше 100 см
Московская область (МСК-50)	426	30	27	29	33	5	6
Смоленская область (МСК-67)	95*	48	6	13	46	35	
Тверская область (МСК-69)	507	47	7	14	63	14	2
Тульская область (МСК-71)	92*	38	5	22	53	20	

* После отбраковки пунктов с СКО более 1 м.

ны и 336 — из второй зоны. Значения СКО взаимного положения пунктов ГГС в МСК–50 по зонам составили, соответственно, 17 и 19 см, а по всей Московской области (426 пунктов) — 30 см. При этом для пунктов Московской области были обнаружены односторонние сдвиги компактных групп в ту или иную сторону, как показано на рис. 2.

Оценка точности координат пунктов ГГС, расположенных на территории Смоленской (рис. 3), Тульской (рис. 4) и Тверской областей, демонстрирует такую же картину.

В табл. 2 приведено распределение СКО взаимного положения пунктов ГГС в четырех субъектах РФ с вычислением параметров связи в целом по каждому субъекту. Из нее следует нецелесообразность определения единых на весь субъект параметров связи между геоцентрической системой и системами координат, созданными на основе СК–42.

Более того, даже на ограниченной по площади территории (до административного района или трапеции масштаба 1:100 000) СКО взаимного положения пунктов оказалось во многих случаях существенно больше 10 см с остаточными отклонениями на отдельных пунктах в 20–50 см. И только в некоторых районах, при включении в обработку всех пунктов или

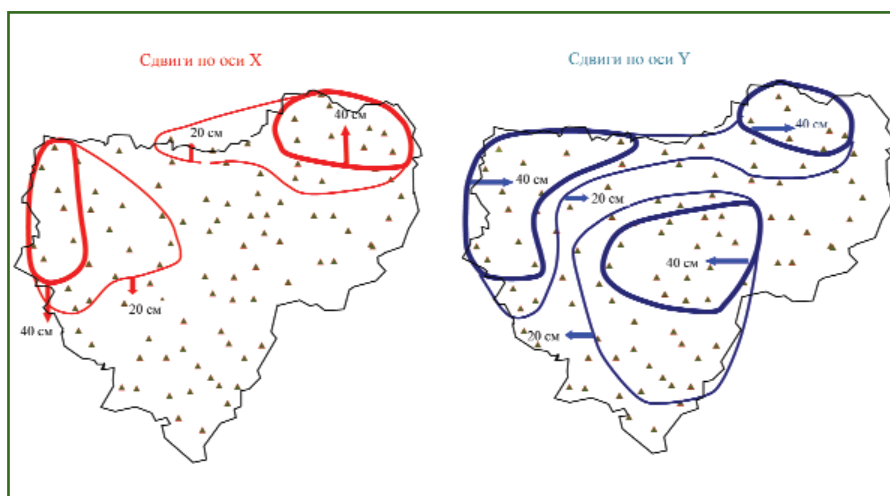


Рис. 3 Смоленская область. Сдвиги пунктов ГГС в МСК–67

при их минимальной отбравке (до 20%), СКО взаимного положения пунктов составило менее 10 см (рис. 1).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о необходимости кардинально повышать точность исходной плановой основы кадастра, тем более что для этого существует готовая технология. Исправляя координаты пунктов, имеющиеся в каталогах, координаты в МСК по результатам измерений с использованием СТП, можно повысить точность координат пунктов на уровне СКО эталонной сети — 1 см. С учетом технологии вычисления параметров связи можно полагать, что положение прежней системы координат не нарушится, и сохранится преемственность в коор-

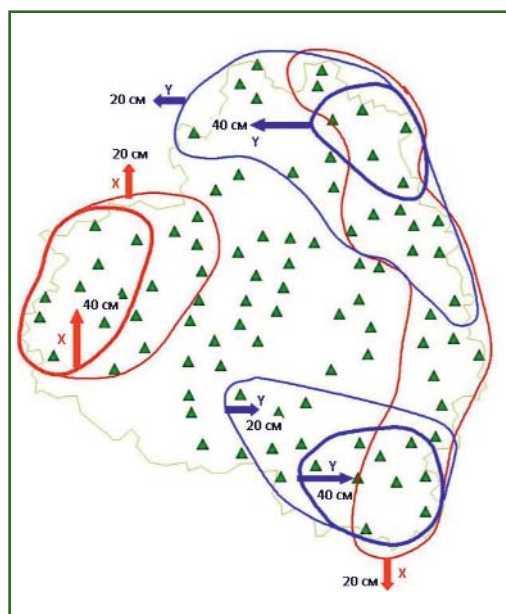


Рис. 4 Тульская область. Сдвиги пунктов ГГС в МСК–71 по X и Y

динатной основе, т. е. сдвиг начала системы координат или рамок трапеции не повлияет на точность планов и карт масштаба 1:2000 и мельче.

Авторами выполнен анализ точности координат пунктов сетей также в СК-95 на территории Московской, Тверской и Смоленской областей. Точность — СКО взаимного положения пунктов — находится на уровне 5 см, что соответствует оценкам специалистов ЦНИИГАиК [5].

Проведенные авторами исследования точности планового положения пунктов существующих геодезических сетей в нескольких субъектах РФ подтверждают:

— высокую точность координат пунктов сети ГУП «Мосгоргеотрест»;

— низкую точность пунктов сетей в СК-42 (СК-63, МСК-50, МСК-67, МСК-69 и МСК-71);

— декларируемую точность пунктов сетей в СК-95.

Эти выводы не являются новыми, они известны геодезистам-практикам, которые о точности сетей знают из собственного опыта. Обращение авторов к этой теме вызвано высказываниями и публикациями ряда специалистов о высокой точности сетей даже в СК-42, что противоречит и результатам, полученным ЦНИИГАиК [6].

▼ Список литературы

1. Инструкция по межеванию земель. Комитет Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству. — М.: Роскомзем, 1996.

2. Основные положения об опорной межевой сети. Федеральная служба земельного кадастра России. — М.: Росземкадастр, 2002.

3. Гаврилов С.Г., Черников А.Я., Ефремова И.Б. Первая очередь базовой региональной системы навигационно-геодезического обеспечения города Москвы // Геопрофи. — 2011. — № 3. — С. 16–21.

4. Бойков В.В., Пересадыко Е.С. Опыт эксплуатации Спутниковой

системы межевания земель (проект «Москва») // Геопрофи. — 2005. — № 6. — С. 58–61.

5. Макаренко Н.Л., Демьянов Г.В. Система координат СК-95 и пути дальнейшего развития ГГС // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. — 2002. — № 1(33)–2(34).

6. Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. Местные системы координат, существующие проблемы и возможные пути их решения // Геопрофи. — 2009. — № 2. — С. 52–57.

RESUME

There are presented results of the studies which show that the local coordinate system MSC-50, MSC-67, MSC-69 and MSC-71, used for geodetic support of the real estate cadastre, do not meet the both existing and future requirements. It is proposed to solve this problem by clarifying the local coordinate systems based on the results of observations made by the precise positioning satellite systems.



ГЕОМЕТР  **Центр**

info@geometer-center.ru
www.geometer-center.ru

тел./факс (495) 955-2851, 955-2852, 955-2857

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ;
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА;
НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ;
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ;
ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ, ПОДДЕРЖКА, ОБУЧЕНИЕ**

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ RTK

М.Ю. Байков («Руснавгеосеть»)

В 1993 г. окончил Московский энергетический институт по специальности «информационно-измерительная техника», в 1995 г. — Академию народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации с присвоением квалификации «магистр государственного управления». В 2001 г. получил диплом MBA. С 2011 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Руснавгеосеть».

Всего пять лет назад геодезические работы в режиме реального времени требовали наличия как минимум двух спутниковых приемников, не менее четырех аккумуляторов к ним, нескольких килограммов проводов, двух радиомодемов, штативов, вех и транспортного средства, в котором все это оборудование можно было перевозить.

В настоящее время ситуация кардинально изменилась, что позволило оптимизировать состав оборудования, необходимого для решения тех или иных задач. Можно выбрать GPS или ГНСС приемник, взять аккумуляторы большей емкости, использовать беспроводные средства соединений, а все оборудование для измерений закрепить на одной вешке. С появлением сетей референсных (базовых) станций GPS или ГНСС, обеспечивающих передачу корректирующей информации для приемников потребителей в режиме реального времени, появилась возможность отказаться от установки собственного базового приемника и работать в режиме RTK, используя сгенерированные сетевые поправки — сетевые поправки RTK. Такие сети успешно функционируют во многих странах Европы, в Великобритании, Японии, Гонконге, США и Австралии. Они могут различаться количеством базовых станций и размером зоны покрытия — от нескольких базовых станций на локальной территории до десятков (сотен) базовых станций, полностью покрывающих терри-

торию государства, как, например, в Германии, Эстонии или Финляндии.

Для пользователей удобнее получать сетевые поправки RTK от сети максимального покрытия, чем устанавливать собственные базовые станции. Они могут подключиться к такой сети и получать сетевые поправки RTK в любом месте внутри ее зоны покрытия.

Сетевые поправки RTK генерируются двумя способами: площадными поправками (единые параметры корректировки на территорию) и индивидуально вычисляемыми для каждого потребителя, в зависимости от его текущего местоположения. Последний вариант решения на данный момент является наилучшим.

▼ Сетевые поправки RTK

Технология получения сетевых поправок требует наличия не менее 5 базовых станций (максимальное число практически не ограничено), с расстоянием между ними не более 70 км. Все станции постоянно передают «сырые» спутниковые измерения на сервер, работающий под управлением специализированного программного обеспечения, например ПК «ПИЛОТ».

Цель использования сетевого решения — минимизация ошибок позиционирования подвижного приемника потребителя, связанных с увеличением расстояния от него до базовой станции в пределах зоны покрытия сети. Программное обеспечение обеспечивает этот процесс сле-

дующим образом:

— решением неоднозначностей в пределах сети;

— использованием данных со всех станций, входящих в состав сети.

Потребитель подключает приемник к серверу с помощью радиомодема, GSM или через Интернет. Получив поправки RTK, приемник уточняет свои координаты. Точность получения этих координат значительно зависит от используемого метода сетевого решения. В настоящее время существует три основных метода получения поправок: концепция «ведущий-ведомые» (Master-Auxiliary Concept — MAC), технология площадных поправок (Flachen-Korrektur Parameter — FKP) и технология виртуальных базовых станций (Virtual Reference Station — VRS). В каждом методе минимизация ошибок получения координат за счет моделирования поправок достигается собственным путем. Причем моделирование может происходить как на сервере, так и на подвижном приемнике. По этой причине производительность, точность и надежность получения координат приемником потребителя для каждого из методов различны.

Перечислим основные преимущества использования сетевых поправок RTK:

— отсутствует необходимость в развертывании собственной базовой станции;

— точность координат, получаемых приемником потребителя, более однородна;

— точность получаемых координат сохраняется и на значительном удалении приемника потребителя от базовых станций;

— одна и та же территория покрывается меньшим числом базовых станций (если сравнивать с постоянно действующими одиночными базовыми станциями);

— обеспечивается высокая надежность и доступность получения поправок в режиме реального времени (когда одна из базовых станций становится недоступной, для генерации поправок используется другая).

Однако работа в режиме сетевых поправок RTK требует затрат на оплату подписки на услуги оператора сети базовых станций.

▼ **Сетевые поправки RTK — они того стоят?**

Постараемся ответить на вопрос: выгодно ли экономически подписываться на услуги оператора сети RTK представителям различных отраслей?

Компания «Руснавгеосеть» предлагает несколько вариантов, расширяющих базовую версию программного комплекса «ПИЛОТ» — «ПИЛОТ-Геодезист», «ПИЛОТ-Мониторинг» и «ПИЛОТ-Автодор». Для сравнения остановимся на опциях каждого из них.

«ПИЛОТ-Геодезист» включает базовую версию ПК «ПИЛОТ», 5 лицензий на подключение приемников ГНСС «ФАЗА+», дополнительный модуль «Синхронизатор/обработчик сети», модули контроля стабильности сети, поддержки картографических сервисов и мониторинга, а также расширение комплекса — Интернет-портал к системе. Данный вариант предусматривает 25 пользовательских сессий для получения сетевых поправок, 100 точек подключения в вещателе NTRIP, поддерживает ГЛОНАСС в распределенном режиме и передачу сетевых поправок в режиме VRS.

«ПИЛОТ-Мониторинг» содержит те же модули, что и «ПИЛОТ-Геодезист». Дополнительно поставляются: модули контроля целостности (ввод пропущенных эпох) и передачи сетевых поправок DGPS и VRS, механизмы контроля сети в режимах реального времени и постобработки, расширенный мониторинг фазовой и кодовой многолучевости. Также предоставляется резервная линия (дублирование канала связи приемник ГНСС — «ПИЛОТ»).

«ПИЛОТ-Автодор», кроме модулей, входящих в опцию «ПИЛОТ-Мониторинг», для увеличения стабильности передачи поправок при работе с тяжелой техникой расширен: модулями приема данных от приемников ГНСС в высокочастотном режиме и передачи сетевых поправок VRS и RTCM3Net, механизм контроля сети в режиме реального времени. Для контроля работы потребителей и записи их координат подключены модули учета NMEA-сообщений, отслеживания потребителей (запись треков) и высокочастотной передачи данных в режиме реального времени (выше 1 Гц).

Создание работоспособной сети, генерирующей и передающей поправки RTK, — дорогое удовольствие. Только покупка программного обеспечения обойдется в сумму от 3 до 6 млн рублей, не включая стоимость приемников, их установки и развертывания наземной инфраструктуры. Считается, что собственную сеть базовых станций может себе позволить далеко не каждая крупная организация, не говоря уже о небольших компаниях и частных предпринимателях, и в некоторых случаях это действительно так. Однако, чтобы получать высокоточные поправки, совсем необязательно становиться собственником сети — достаточно воспользоваться услугами оператора.

▼ **Преимущества использования сетевых поправок RTK**

Возьмем для примера обычного пользователя (частного предпринимателя), который выполняет геодезические работы на территории одного из регионов России. Допустим, что некий оператор предлагает неограниченную подписку на сетевые поправки RTK в этом регионе сроком на один год за 50 000 рублей. Это означает, что в зоне действия сети пользователь может принимать поправки RTK на собственный спутниковый приемник без необходимости самостоятельно устанавливать базовую станцию.

50 000 рублей — немалая сумма. Однако предположим, что с использованием сетевых поправок RTK геодезист выполнит в среднем 2–3 полевых задания в неделю, работая около 40 недель в год. За один год получится около 100 полевых заданий. Следовательно, стоимость получения поправок в расчете за одно задание составит 500 рублей. Да, здесь еще будут дополнительные расходы на трафик GSM, но, используя оптимальные тарифные планы для мобильных устройств, эти затраты можно свести к минимуму, а в случае использования собственных базовых станций в процессе подключения они все равно никуда не денутся — платить за трафик придется в любом случае.

Так что предпринимателю требуется ответить на такой вопрос: а можно ли сохранить 500 рублей с задания, не используя сетевые поправки?

Рассмотрим преимущества от применения услуги получения сетевых поправок.

Во-первых, пользователь экономит время, не тратя его на:

— переезд к месту развертывания базовой станции (которое не всегда расположено вблизи места проведения съемки);

— поиск точки с известными координатами для установки на ней базовой станции;

- установку базовой станции;

- организацию энергопитания для базовой станции;

- обеспечение безопасности и сохранности оборудования базовой станции;

- свертывание базовой станции после выполнения работ.

Во-вторых, пользователь экономит финансовые средства, необходимые на:

- покупку оборудования и аксессуаров для базовой станции;

- оплату работ, описанных выше;

- обслуживание базовой станции.

Кроме того, не требуется тратить время на решение возможных проблем с ошибками (например, связанных с указанием высоты расположения фазового центра антенны) и неполадками оборудования, необходимости возить с собой дополнительное оборудование и др. В итоге, сэкономленное время позволит пользователю выполнить больший объем работ и снизить материальные затраты.

Предположим, что в компании работают два специалиста — А и Б. Обоим поручают одинаковые задания — «задание 1» и «задание 2». Для измерения координат всех точек местности в каждом задании требуется 30 минут. Район проведения работ расположен от офиса на расстоянии 35 км.

Специалист А использует подвижный приемник ГНСС со встроенным GSM/GPRS модемом и активной подпиской на услугу получения сетевых поправок RTK от оператора сети референционных станций в районе работ. Для выполнения «задания 1» ему потребуется осуществить следующие действия:

1. Приехать к месту выполнения работы.

2. Настроить приемник.

3. Подключиться к Интернет и к потоку поправок RTK от оператора сети.

4. Измерить координаты требуемых точек.

5. Отключить связь с оператором сети и Интернет.

6. Упаковать приемник.

Эти же действия специалист А выполняет для «задания 2», после чего возвращается в офис.

Специалист Б применяет левой комплект базовой станции и подвижного приемника вместе с GSM-модемами для установления связи между приемником и базовой станцией. Для выполнения «задания 1» ему необходимо осуществить следующие действия:

1. Приехать к месту выполнения работы.

2. Установить базовую станцию в благоприятном месте, которое может находиться достаточно далеко от места выполнения работ.

3. Измерить высоту фазового центра антенны базовой станции.

4. Запустить базовую станцию на передачу поправок RTK в широкоэмитерном режиме.

5. Перейти (переехать) к месту начала работ по «заданию 1».

6. Настроить приемник.

7. Подключить приемник к базовой станции для приема поправок RTK.

8. Выполнить определение координат всех точек согласно заданию.

9. Упаковать приемник.

10. Перейти (переехать) к месту дислокации базовой станции.

11. Измерить высоту фазового центра антенны (чтобы быть уверенным, что она не изменилась).

12. Разобрать и упаковать базовую станцию.

Специалист Б повторяет действия 1–12 и для «задания 2», после чего возвращается в офис. Он также может выбрать вариант, при котором поправки RTK при измерениях по «заданию 2» принимаются от первоначально установленной базовой станции. В этом случае, что-

бы точность получения координат снимаемых точек не ухудшилась, расстояние между базовой станцией и подвижным приемником не должно превышать 35 км. Иначе специалист будет жертвовать точностью в пользу экономии времени, необходимого на смену места расположения базовой станции. Кроме того, специалист Б затратит дополнительное время на подключение базовой станции перед началом проведения съемки.

Таким образом, специалисту А требуется сделать значительно меньшее число действий в полевых условиях, по сравнению со специалистом Б. Кроме того, он избегает возникновения следующих потенциальных рисков:

- разрядится аккумулятор базовой станции или модема;

- изменится положение базовой станции в результате случайного воздействия на нее людьми или животными, порывов ветра, а также попыток воровства оборудования.

Специалисту Б, возможно, придется дважды устанавливать базовую станцию, чтобы обеспечить требуемую точность, жертвуя временем и удобством. В отличие от него, специалист А, используя сервис сетевой поправки RTK, может достичь требуемой точности при выполнении обоих заданий, ничем не жертвуя.

Следует помнить, что в конечном счете, при отсутствии необходимости развертывания собственных полевых базовых станций, можно сэкономить как время, так и средства.

RESUME

It is noted that with emergence of the GNSS reference stations networks, it becomes possible to work in real time without personal base receiver and, using the RTK network corrections. The delivery options of the «PILOT» complex are given. Advantages of using the RTK network corrections, obtained from the operator of GNSS reference stations network are noted.

Visionmap A3

Наибольший размер снимка

Наивысшая скорость обработки



скоро

A3 EDGE Цифровая Аэрокамера

Наибольший размер снимка – до 80 000 пикселей.
Производительность аэросъёмки - тысячи кв.км в час.
Плановые и перспективные аэроснимки - одной камерой в одном полёте.

A3 LightSpeed

Полностью автоматическая система наземной обработки – аэротриангуляция, ЦММ, стерео модели, ортофотопланы, плановые и перспективные гео-ориентированные аэроснимки.

Производительность A3 EDGE

Наземное разрешение (см)	3	5	10	15	20	25	30
Производительность аэросъёмки (кв.км в час)	100	250	1 000	2 250	3 750	6 200	9 350
Производительность создания ортофото (кв. км в сутки)	90	250	1 000	2 250	4 000	6 250	9 000

СОЗДАНИЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОСНОВЫ НА ТЕРРИТОРИЮ ОАО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»

В.Е. Алексеев (Компания «Совзонд»)

В 1994 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист». После окончания университета работал в ОАО «ПКТИпромстрой», ООО ЦПГ «Терра-Спейс», ОАО «НИИ ТП». С 2009 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — руководитель направления перспективных проектов.

Стремительное развитие технологий в горнодобывающей отрасли обуславливает рост добычи полезных ископаемых, что, в свою очередь, приводит к необходимости создания более совершенных средств обеспечения горных работ и мониторинга территорий, прилегающих к горным выработкам.

На применяемые технологии при маркшейдерском обслуживании горнодобывающих работ на открытых карьерах за последнее десятилетие значительное воздействие оказал технический прогресс.

Внедрение электронных тахеометров позволило автоматизировать маркшейдерские работы, многократно увеличив скорость и точность съемки, одновременно упростив процесс обработки результатов. Единственным их минусом была и остается невозможность проведения сплошной съемки, т. е. получения данных не только об объекте в целом, что имеет значение, например, при необходимости восстановления утраченных планов горных выработок карьера, но и о состоянии прилегающей территории при планировании новых разработок и мониторинге.

Поэтому внедрение космической съемки сверхвысокого разрешения в комплексе с радарной съемкой высокого раз-

решения и применяемыми на данный момент наземными методами съемки с помощью электронных тахеометров и лазерных сканеров должно стать повсеместной практикой создания геопространственной основы для открытых разработок полезных ископаемых.

В марте 2011 г. компания «Совзонд» выиграла конкурс, объявленный ОАО «Лебединский горно-обогатительный комбинат» («Лебединский ГОК»), на создание геопространственной основы на территорию комбината.

«Лебединский ГОК» — один из ведущих российских производителей железорудного сырья. Компания расположена в городе Губкин Белгородской области и входит в состав металлургического холдинга «Металлоинвест».

Целью работы являлось решение нескольких задач:

- свести разрозненные данные на территорию горно-обогатительного комбината, находящиеся у службы главного маркшейдера в разных форматах, в том числе и в аналоговом виде, в единое геоинформационное пространство;

- создать актуализированный топографический план масштаба 1:5000 на территорию комбината, включая прилегающие районы, перспективные с

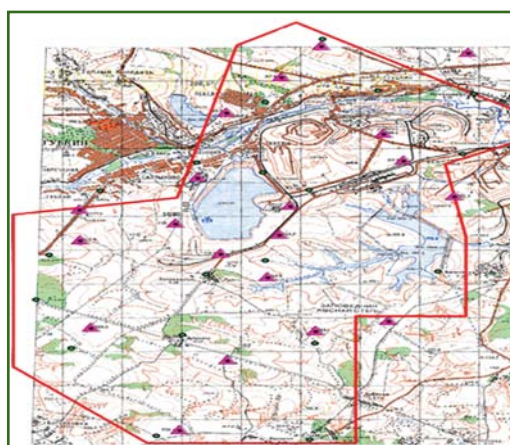


Рис. 1
Площадь картографируемой территории (показана контуром красного цвета)

точки зрения расширения разработок полезных ископаемых;

- получить высокоточную трехмерную модель территории карьера, предназначенную для работы в специализированном маркшейдерском программном обеспечении;

- подготовить и напечатать планшеты топографического плана территории комбината в масштабе 1:5000 в соответствии с условными знаками и ГОСТ, применяемыми к традиционным (бумажным) топографическим планам.

Площадь территории, подлежащей картографированию, составила 270 км² (рис. 1).

В июне 2011 г. была оперативно проведена съемка этой территории с разрешением 0,5 м

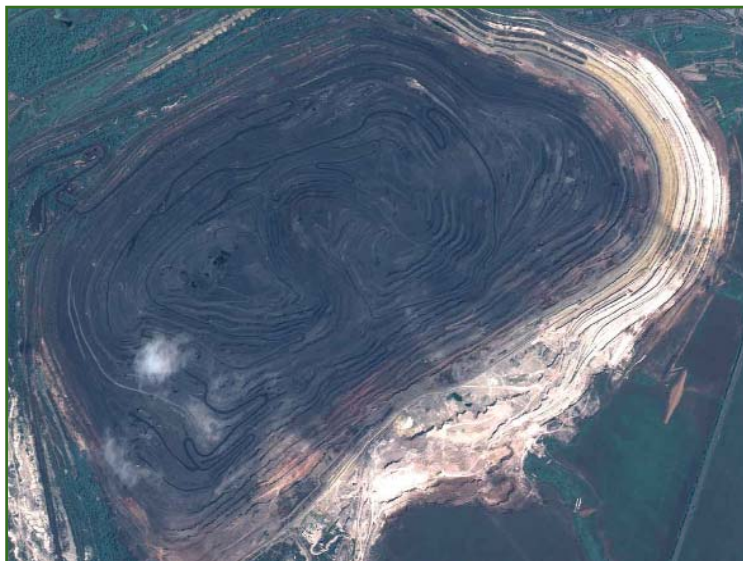


Рис. 2
Фрагмент космического снимка с КА GeoEye (июнь 2011 г.)

космическим аппаратом (КА) GeoEye (США) (рис. 2). Параллельно с планированием космической съемки анализировался существующий топографический материал, и осуществлялось сканирование имеющихся планшетов масштабов 1:2000 и 1:5000 (1986–1988 гг.), которые предполагалось использовать при создании геопространственной основы комбината. Однако в дальнейшем эти планшеты практически не применялись, ввиду несоответствия информации на них современному состоянию территории.

Теоретически снимки с КА GeoEye обеспечивают точность определения пространственно-



Рис. 3
Наземная опорная точка № 9: дорога Салтыково-Губкин, перекресток с круговым движением

го положения объектов местности, достаточную для составления топографических карт в масштабе 1:10 000 без их привязки к наземным опорным точкам. Поэтому для создания геопространственной основы масштаба 1:5000 была предусмотрена привязка снимков к наземным опорным точкам, координаты которых определялись с помощью двухчастотного приемника GPS Erosch 25, и являлись точками планово-высотного обоснования.

В соответствии с разработанным проектом планово-высотного обоснования опознавание наземных опорных точек проводилось непосредственно

на местности. На каждой из точек составлялся абрис с кратким описанием ее положения на местности. Измерялись и записывались превышение опорной точки относительно земли, если она располагалась не на земной поверхности, и расстояние от низа вехи до фазового центра антенны спутникового приемника, с точностью до 0,005 м (рис. 3). Если точка планово-высотного обоснования не могла быть надежно опознана на местности, выбиралась другая хорошо опознаваемая точка, находящаяся в пределах, указанных в проекте. Средняя квадратическая погрешность измерения координат

и высот опорных точек составила 0,1 м. Всего было выбрано и измерено 19 наземных опорных точек.

После получения координат и высот наземных опорных точек выполнялись следующие фотограмметрические работы:

- трансформирование снимков по опорным точкам;
- обработка стереопар;
- создание цифровой модели рельефа (ЦМР);
- ортотрансформирование снимков;
- создание бесшовной ортомозаики.

Все указанные выше работы проводились с помощью прог-

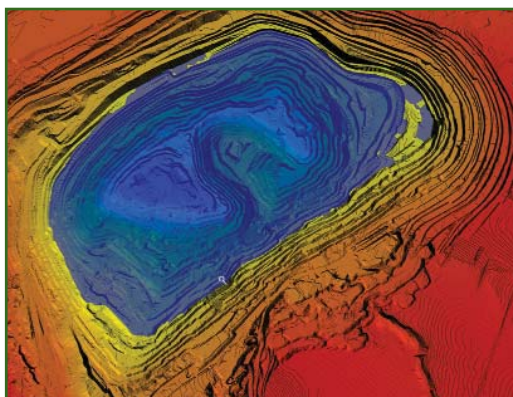


Рис. 4
Цифровая модель рельефа карьера

рамного комплекса Trimble INPHO.

Заслуживает особого внимания точность ЦМР карьера, созданной по стереопарам, снимки которых были привязаны к наземным опорным точкам. Оценка точности ЦМР, выполненная относительно планово-высотного обоснования, составила в плане — 0,2 пикселя, а по высоте — 0,5 м. Контрольные измерения при полевой приемке работ показали в некоторых местах расхождения до 1,0 м. Тем не менее, полученная точность ЦМР вполне удовлетворяла требованиям технического задания (рис. 4).

Составление цифрового плана масштаба 1:5000 (включая векторизацию объектов) проводилось в ПО ArcGIS. Как известно, несмотря на все достоинства, ПО ArcGIS все-таки больше предназначено для работы с уже готовыми цифровыми планами и картами местности, и создавать в нем планы с «нуля» не вполне удобно. Однако в компании «Совзонд» разработаны приложения, способные облегчить и автоматизировать труд оператора при векторизации, а также реализованы автоматические технологии проверки качества продукции. В результате была создана цифровая картографическая основа (рис. 5), пригодная как для применения в геоинформационных системах, так и для подготовки топографического плана и вывода его на печать.

Определенные трудности вызвал процесс конвертации цифрового плана из формата TAB (MapInfo) во внутренний формат программного комплекса «Геомикс» (ОАО «ВИОГЕМ»), который используется маршейдерской службой ОАО «Лебединский ГОК». Несмотря на заявленную разработчиками ПК «Геомикс» возможность экспорта-импорта данных из всех наиболее известных векторных



Рис. 5
Фрагмент цифровой картографической основы

форматов, процесс импорта данных происходил некорректно. Не передавались тексты, нестабильно считывалась информация о высотах, площадные объекты самопроизвольно преобразовывались в линейные. Однако проблема в конце концов была решена общими усилиями специалистов компании «Совзонд», ОАО «Лебединский ГОК» и «ВИОГЕМ».

Следует отметить, что использование закрытого формата векторных данных довольно распространено у разработчиков российского программного обеспечения. Это позволяет им получать доход не только от продажи ПО, обладающего определенной уникальностью, но и от многократных поставок картографической основы и других геопространственных данных, подготовленных с помощью этого ПО. Позиция закрытости и обособленности в наше время интеграции и инноваций приводит, в первую очередь, к отсутствию дальнейшего развития программного обеспечения и, как следствие, к вытеснению его с рынка зарубежными, более развитыми и универсальными аналогами.

Подготовка к изданию топографического плана масштаба 1:5000 на территорию ОАО «Лебединский ГОК» проводилась в



Рис. 6
Фрагмент плана масштаба 1:5000 на территорию ОАО «Лебединский ГОК»

программном комплексе «Карта 2010» версии 11 (рис. 6). За исключением некоторых мелочей, модуль подготовки к печати обеспечил высокое качество планшетов топографического плана.

RESUME

By the order of JSC «Lebedinsky mining and processing enterprise» Department of mapping solutions of the company «Sovzond» created a digital map of scale 1:5000 to the territory of the enterprise and the adjacent territory of perspective development. To perform the work was used satellite stereoscopic imagery from GeoEye with a resolution of 50 cm.



**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

ЛАБОРАТОРИЯ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ» МГСУ: ИСТОРИЯ УСПЕХА*

Московский государственный строительный университет (МГСУ) — один из ведущих вузов нашей страны, осуществляющий подготовку высококвалифицированных инженеров-строителей, — активно ведет инновационную деятельность в области строительства.

Именно в рамках инновационных проектов более десяти лет назад в университете была образована Научно-исследовательская и проектно-производственная лаборатория «Проектирование и конструирование» (НИИППЛ «ПиК»), которая сегодня превратилась в успешную коммерческую структуру университета. Лаборатория осуществляет научно-исследовательские, инженерно-изыскательские и проектные работы на основе интеллектуальной собственности вуза. Основатель лаборатории и ее научный руководитель — Игорь Владимирович Рубцов, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инженерной геодезии» МГСУ, рассказал об истории успеха своего проекта.

«Лаборатория, в которой сейчас работает более 30 сотрудников, начиналась с одного стула, стола и компьютера, — говорит И.В. Рубцов. — Одной из первых наших работ стало проектирование центрального здания Измайловского вернисажа. Уникальность проекта состояла в том, что заказчик хотел получить здание, похожее на царский дворец в подмосковном селе Коломенское. Возведенное по нашему проекту зда-



И.В. Рубцов

ние выглядело как рубленое из бревен, но на самом деле имело железобетонный каркас, который выдержал пожар первой категории, практически не покорбившись. И тогда мы уверовали в свои силы и стали развиваться дальше».

В условиях жесткой рыночной конкуренции развитие проектной лаборатории, даже под эгидой университета, было бы крайне затруднительно, если бы специалисты не создали собственные технологические разработки, опираясь на интеллектуальный потенциал университета. Одним из наиболее успешных проектных решений лаборатории является разработка фундаментных плит, позволяющих возводить здания любых размеров на слабых грунтах. Яркий пример применения данного решения — здание завода по ремонту полиграфической техники компании Heidelberg (Германия) в г. Ейске. Ранее оно находилось в Москве и занимало несколько этажей, причем железобетонный каркас здания под воздействием работающих

механизмов совершал колебательные движения и проседал. Поэтому каждое утро рабочие начинали смену с юстировки печатных машин — происходила разбалансировка отдельных агрегатов высокоточной полиграфической техники из-за деформации здания. И тогда было принято решение построить собственное здание для завода, а также перевести производство в портовый город Ейск из соображений экономии транспортных расходов.

«При строительстве завода надо было обеспечить неподвижность техники, а следовательно и фундамента, — рассказывает И.В. Рубцов. — А в Краснодарском крае — слабые лессовые грунты, которые проседают, и строить на них тяжело. Первоначально планировалось в месте расположения завода снять 12-метровый слой лессового грунта и засыпать другим грунтом, с послойным уплотнением, а только потом возводить фундамент. Но это было бы очень дорого. Второй



Печатная машина Heidelberg GTO на заводе в Ейске (фото с сайта www.drukar.org)

* Статьи в рубрике «Технологии Leica Geosystems» подготовлены пресс-службой ООО «НАВГЕОКОМ».

вариант — строить здание на сваях почти метрового диаметра, прорезая все слабые грунты. Расчетная длина свай получалась более 20 метров — это также невыносимая цена. Мы же сделали проект на жесткой ребристой фундаментной плите. И завод стоит, хотя прошло уже 10 лет. Мы до сих пор поддерживаем контакты с директором, никаких проблем с подвижками техники у них нет. Отпала необходимость ежедневной юстировки высокоточной техники: если она и «смещается», то вместе с фундаментной плитой».

Выгода от применения фундаментных плит оказалась настолько значительной, что лаборатория «Проектирование и конструирование» вскоре получила заказ на проектирование микрорайона «Дружба» в Новом Уренгое. Город находится в 60 км южнее Северного полярного круга, в зоне сезонно неустойчивой мерзлоты. Поэтому все здания в Новом Уренгое строятся на сваях, рядом с которыми устраиваются холодильники, поддерживающие их в замороженном состоянии. Эта не затратная экономически технология имеет ряд недостатков: каждое здание поднято на метр-полтора от поверхности земли, под ним «гуляет» ветер, что ведет к потерям тепла. К тому же, за состоянием охладителей надо постоянно следить. Применение же технологии фундаментных плит поз-

воляло построить на нестабильном грунте здания повышенной этажности с площадью оснований по 5–6 тыс. м². При этом в заданиях появлялись цокольные этажи, в которых размещались гаражи и вспомогательные помещения. Через теплые цокольные этажи прокладывались инженерные коммуникации, что исключало опасность их замерзания зимой.

И.В. Рубцов отмечает: *«Жители Нового Уренгоя вынуждены не выключать двигатели своих машин ночью, либо с утра выходить с паяльной лампой и отогревать картер. А в гараже на цокольном этаже можно оставить машину и с утра без проблем ее завести».*

При строительстве микрорайона в Новом Уренгое была применена и другая инновационная разработка специалистов НИИППЛ «ПиК» МГСУ — технология устройства песковпрессованных свай или технология «Песконасос». Суть ее очень проста: в пробуренную на проектную глубину лидерную скважину диаметром до 200 мм, опускается эластичная технологическая труба с предварительно установленным в ней рабочим органом. Пространство между стенками лидерной скважины технологической трубы засыпают пескощебеночной смесью до уровня дневной поверхности. Затем включают рабочий орган, осуществляющий вдавливание щебня в стенки скважины в радиальном направлении. Процесс вдавливания происходит за счет циклического увеличения диаметра эластичной технологической трубы. В результате вокруг скважины создается зона высокой плотности и происходит резкое увеличение модуля деформации грунта. Экономическая выгода от применения песковпрессованных свай очевидна: для их создания не требуется тяжелая буровая техника. Эффективность технологии специалисты лаборатории проверили, практи-

чески, сами на себе: с ее помощью были изготовлены геодезические знаки на геополлигоне МГСУ. Основная цель этих знаков — обеспечить неподвижность метрологического базиса в плане и по высоте, на котором можно осуществлять поверку и калибровку геодезических приборов: тахеометров, нивелиров, дальномеров и лазерных сканеров.

Традиционные геодезические знаки имеют сложную конструкцию, а методы их закладки достаточно трудоемки. Поэтому, в качестве таких знаков были использованы сваи, глубиной до 1,5 м, созданные по технологии «Песконасос».

«Мы уже год наблюдаем за этими сваями, — говорит И.В. Рубцов, — смещения минимальны: в пределах 1–2 миллиметров. Сегодня рассматривается следующий вариант: сделать куст из трех свай на большей глубине, соединить их ростверком, и использовать эту конструкцию в качестве геодезического знака. В этом случае возможная подвижка знака будет измеряться десятками долями миллиметра, что вполне приемлемо».

Однако специалисты лаборатории имеют в своем активе не только более 150 выполненных строительных проектов, но и развивают особое технологическое направление — геодезический мониторинг и обследование зданий и сооружений различного назначения с целью определения их состояния и предупреждения возможных техногенных катастроф.

Один из наиболее интересных проектов — мониторинг здания постройки XVIII века, в котором в настоящее время располагается Ярославская областная дума. Местные инженеры следили за состоянием конструкций здания с 1994 г., периодически выполняя традиционные строительные обследования. Однако в 2002 г. некото-



Микрорайон «Дружба» в Новом Уренгое
(фото с сайта www.n-urengoy.ru)

рые дефекты здания стали увеличиваться: произошло существенное нарастание кренов здания, начали раскрываться трещины. Тогда к работе были привлечены специалисты лаборатории проектирования и конструирования МГСУ, которые рассчитали прогноз развития кренов.

Для работ использовался тахеометр Leica FlexLine, с помощью которого были измерены координаты большого количества контрольных точек на стенах здания. Одновременно на стенах здания разместили датчики раскрытия трещин, которые записывали величины раскрытия трещин с интервалом в полчаса. Измерения координат контрольных точек выполнялись в течение полугода, с интервалом один раз в месяц. Сопоставив координаты контрольных точек, фиксирующих изменения наклона стены, с данными по раскрытию трещин, специалисты получили комплексное представление о состоянии конструкций здания. Отчет был направлен в администрацию г. Ярославля, где была разработана специальная программа реконструкции здания.

«Мы принимали участие в обследовании и не прерывали наблюдения в ходе реконструкции, поэтому получили четкую картину: с 2009 г. положение здания стабилизировалось, были остановлены деструктивные процессы, приводящие к его разрушению,» — отмечает И.В. Рубцов.

Опыт лаборатории проектирования и конструирования МГСУ оказался востребован на строительстве олимпийских объектов в городе Сочи. Олимпийские объекты возводятся в междуречье Мзымты и Псоу, где залегают слабые, заторфованные грунты. Для того чтобы проложить по ним пешеходные и беговые дорожки, было принято решение засыпать заболоченные участки двухметровым сло-



Здание Ярославской областной думы (фото с сайта www.duma.yar.ru)

ем грунта — инженерной защиты, а чтобы избежать его неравномерной осадки применить технологию «Песконасос». Она позволила ускорить и значительно удешевить процесс стабилизации грунта, гарантируя завершение строительства к началу олимпиады. Одновременно инженеры лаборатории разработали проект мониторинга инженерной защиты, которая включает в себя насыпь, берегоукрепляющие сооружения и магистральный водовод. Система мониторинга основана на геодезических технологиях с применением роботизированных тахеометров Leica TS15.



Тахеометр Leica TS15

«В лаборатории есть различное геодезическое оборудование, — поясняет И.В. Рубцов, — но для ответственных проектов мы предпочитаем использовать оборудование Leica: оно,

хоть и дороже, зато — надежнее, чем приборы других производителей. Мы разработали проект геодезического мониторинга для различных олимпийских объектов: трамплинов, санно-бобслейной трассы и других сооружений. В основе проекта — роботизированные тахеометры Leica. Экономическая выгода от системы мониторинга очевидна: с помощью одного тахеометра стоимостью 3 миллиона рублей мы можем вести наблюдения за двумя-тремя объектами, стоимость каждого из которых — под миллиард. Таким образом, своевременное предупреждение о возможных проблемах экономит строителям сотни миллионов рублей.»

Опираясь на собственные разработки, в основе которых лежит интеллектуальная собственность университета, небольшая проектная лаборатория смогла не только превратиться в один из активов университета, но и выйти на уровень сопровождения строительных объектов международного класса. Специалисты лаборатории не собираются останавливаться на достигнутом и активно ведут работу по развертыванию на базе университета полнофункционального Центра геодезического мониторинга инженерных сооружений. Научно-исследовательская и проектно-производственная лаборатория «Проектирование и конструирование» — яркий пример успешного опыта коммерциализации интеллектуальной собственности российских университетов.

Leica FlexLine plus

Совершенная точность

при высокой производительности



Электронные тахеометры Leica FlexLine plus

Линейка тахеометров Leica FlexLine plus позволит выбрать идеальную модель для конкретных производственных задач. Новые тахеометры FlexLine TS09plus и FlexLine TS06plus подходят для работ, требующих средней и высокой точности. Обе серии отличает сочетание высокой точности измерений и производительности.

Для повышения эффективности работ на тахеометры Leica FlexLine plus установлено программное обеспечение FlexField Plus. С его помощью решение любой геодезической задачи становится легким и простым.

Тахеометры FlexLine plus оснащены портами USB и mini-USB, а также - беспроводным модулем Bluetooth. Для максимального удобства на тахеометр TS09plus установлены большой цветной сенсорный экран и клавиатура с подсветкой. Тахеометры FlexLine plus защищены от кражи технологией Leica mySecurity.



НАВГЕОКОМ

www.navgeocom.ru

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

ВЗГЛЯД С ВЫСОТЫ: ОПЕРАТИВНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОСЕДАНИЙ*

В последние годы человечество все глубже понимает свою взаимосвязь с окружающей средой, что вынуждает государственные и частные организации наблюдать за изменениями окружающей среды и принимать меры для защиты нашего мира от неблагоприятных последствий деятельности человека. Одно из множества таких изменений, которые общественность считает жизненно важным отслеживать, — деформации (оседания, подъемы, смещения и провалы) земной поверхности.

Эти явления могут возникать, в том числе вследствие подземных изменений, вызванных деятельностью человека. Тщательное наблюдение за динамикой деформаций имеет решающее значение, прежде всего, для предупреждения аварийных ситуаций: ведь даже небольшие подземные изменения могут стать причиной масштабных и дорогостоящих наземных последствий.

Добывающие компании также постоянно осуществляют наблюдение за оседаниями, подъемом и смещениями земной поверхности. Например, в нефтегазодобывающей промышленности проседания могут возникать в районах добычи углеводородов, где нефтегазоносные поля склонны к про-

валам вследствие извлечения из-под земли минерального сырья.

Когда водоносные горизонты используются в качестве источников водоснабжения для целых округов и муниципалитетов, может произойти их обрушение, если количество извлекаемой воды превысит объем осадков, за счет которых восстанавливается уровень подземных вод. После разрушения горизонта восстановление его не всегда возможно, таким образом, будет потерян важный ресурс — источник воды.

Провалы в населенных пунктах могут быть обусловлены строительной нагрузкой (неравномерное оседание почвы под сооружением), в результате чего будут повреждены жизненно важные и дорогостоящие объекты инфраструктуры, такие как водопровод и канализация, линии электропередач, транспортные артерии. Компании, участвующие в прокладке дорожных туннелей, должны контролировать локальные последствия своей деятельности. Для подобных задач, как и для многих других, ценную информацию о состоянии земной поверхности можно получить посредством локального измерения деформаций земной поверхности.

▼ Наблюдения за оседаниями

Хотя такая информация помогает предупредить аварию и, как следствие, многомиллионные убытки, ее получение также может быть затратным. Это — серьезная проблема, поскольку текущие экономические условия заставляют организации работать в условиях ограниченных финансовых ресурсов. В настоящее время мониторинг оседаний проводится с помощью периодических измерений, выполняемых традиционным или спутниковым методами нивелирования. Другие методики предусматривают использование записывающих устройств, непрерывно измеряющих вертикальные деформации грунта, — экстензометров. Такие подходы довольно ограничены, поскольку это — точечные данные, и их слишком дорого применять на больших территориях, а полученные результаты будут нерепрезентативны и могут ввести в заблуждение.

Дистанционное зондирование, в котором используются технологии радарной интерферометрии, — наиболее привлекательный вариант для мониторинга оседаний. С одной стороны, данный метод требует минимального количества дорогостоящих полевых работ, если

* Статья написана Деррольдом В. Холькомбом (Derrold W. Holcomb), специалистом по обработке радарных данных компании Intergraph. Перевод и адаптация выполнены сотрудниками компании НАВГЕОКОМ — официального дистрибьютора Intergraph | ERDAS на территории России.

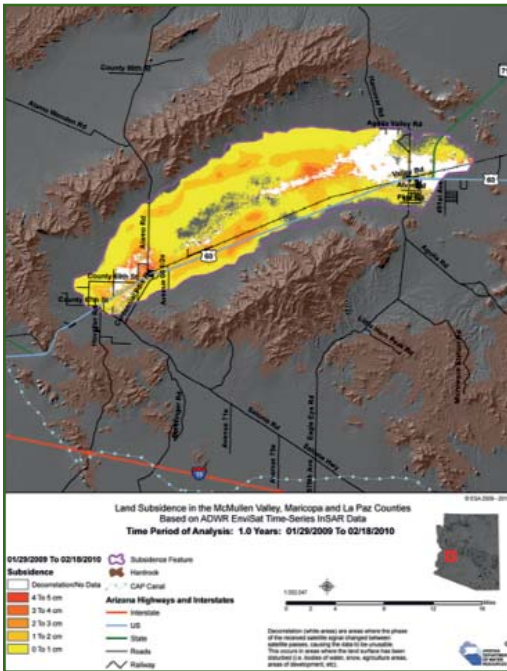


Рис. 1

Пробное применение радарной интерферометрии для исследования области оседаний в Аризоне

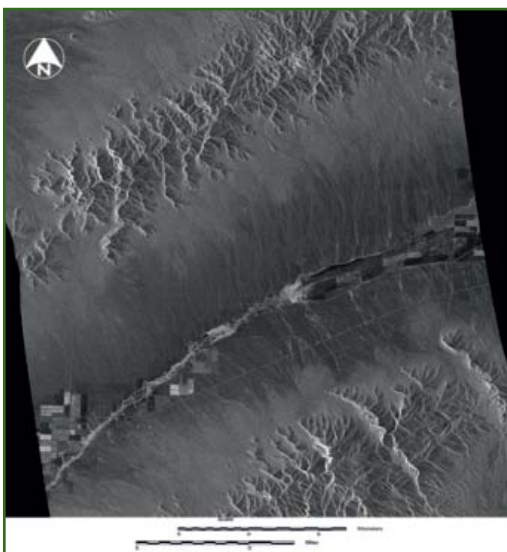


Рис. 2

Радарный снимок долины МакМуллен: показан пример геокодированных данных TerraSAR-X

в них вообще возникнет необходимость. С другой — и это главное преимущество — вместо нескольких одиночных, удаленных друг от друга участков метод позволяет получить плотный массив (например, через каждые несколько метров) геокодированных пикселей из-

менения высоты, на основе которых можно составить детальную карту смещений поверхности.

Для демонстрации возможностей данного метода оперативного мониторинга в штате Аризона (США) было проведено изучение оседаний на территории, расположенной над водоносным горизонтом (рис. 1). Этот район исследовался и картографировался в течение ряда лет Департаментом водного хозяйства штата, поэтому он хорошо известен.

Из-за засушливого климата в Аризоне произрастает минимальное количество растительности. Это — важное преимущество для радарной интерферометрии. Наличие густой растительности может вызвать декорреляцию, которая в свою очередь может поставить под угрозу или сделать невозможным точный анализ данных.

▼ Технология DInSAR

В рамках данного исследования подробные карты смещений земной поверхности были получены с помощью технологии, называемой дифференциальной радарной интерферометрией (DInSAR). Говоря простым языком, радарный спутник получает два снимка интересующего района за два пролета над ним. Для каждого пикселя этих снимков обрабатывается фазовая информация радиолокационного сигнала, вычисляется разница фаз и создается так называемая интерферограмма.

В зависимости от различных факторов, таких как системные шумы и атмосферные изменения, эта разница может быть определена с точностью, равной четверти длины волны. Таким образом, для радара, работающего в X-диапазоне и имеющего длину волны 3 см, при оптимальных условиях возможно определение смещений вели-

чиной в 0,75 см. Пример такой интерферограммы приведен на рис. 4.

Снимки, использованные в этом пилотном проекте, были получены радиолокационным спутником TerraSAR-X (Германия) и предоставлены компанией Infoterra. Как следует из названия спутника, он использует радар с синтезированной апертурой, работающий в X-диапазоне. Радар может получить изображения с различным разрешением (размером пикселя), в зависимости от предполагаемой области применения и требуемой зоны покрытия.

В рамках данного проекта были проанализированы 20 сцен, полученных в маршрутном режиме с разрешением около 2 м. Размер сцены — 32x56 км. Один из снимков показан на рис. 2. Бортовое устройство определения местоположения и постобработка обеспечивают точность позиционирования спутника на орбите менее 0,5 м, что позволяет проводить точные измерения деформации поверхности и геопозиционирование.

Программное обеспечение, требуемое для столь точных вычислений, — сложное, комплексное — и ранее существовало, в основном, в университетах и специализированных научно-исследовательских организациях. Однако программное обеспечение, использованное для данного проекта, — модуль Radar Interferometry из IMAGINE Radar Mapping Suite — было разработано специально для компаний, которые нуждаются в картах смещений, но не обладают знаниями или возможностями для обработки радиолокационных данных.

Во многих случаях это полностью автоматический процесс: достаточно указать два снимка и подождать, пока будет проведен расчет и построена

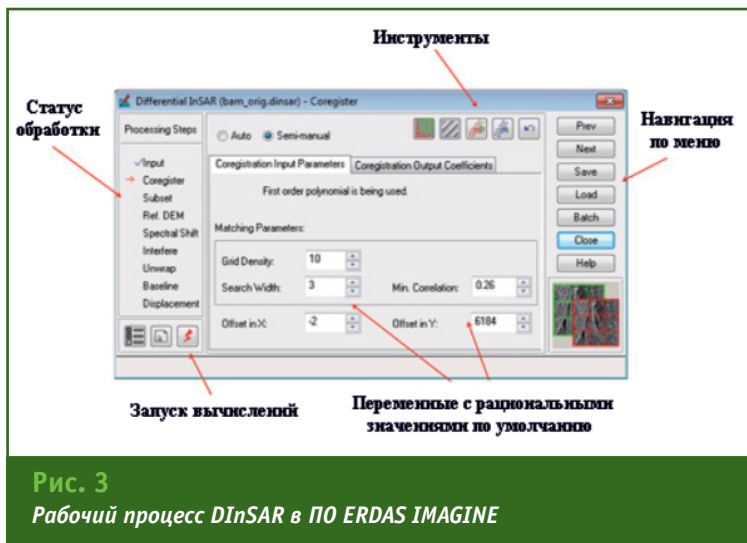


Рис. 3
Рабочий процесс DInSAR в ПО ERDAS IMAGINE

карта смещений. На рис. 3 показан один из интерфейсов организации рабочего процесса в этом программном обеспечении: большинство параметров и переменных интеллектуальны либо уникальны для каждой сцены, чтобы результат был оптимальным. Изображения, приведенные на рис. 4 и 5, были получены в полностью автоматическом режиме. Для достижения такого результата не надо быть специалистом по работе с радарными данными.

В дополнение к интерферометрической паре требуется точная цифровая модель рельефа (ЦМР) для расчета смещений. Удобно то, что она может быть получена с помощью соответствующего процесса создания ЦМР InSAR, который позволяет «развернуть» интерферограмму для определения высоты каждого пикселя. В данном исследовании использовались несколько снимков TerraSAR-X для создания перекрывающихся ЦМР, которые впоследствии были усреднены.

▼ **Анализ снимков**

20 сцен TerraSAR-X могут быть объединены в интерферометрические пары, охватывающие различные периоды времени. Каждую пару можно обработать для получения значений смещения поверхности за

конкретный период. Это позволяет составить прогрессивную последовательность изображений, показывающих движение поверхности с течением времени, и осуществлять мониторинг.

В процессе расчета смещений создается несколько промежуточных изображений, которые при необходимости могут просмотреть аналитики. Эти изображения будут полезны для оценки оптимальности настроек и внесения небольших коррективов, чтобы получить лучший результат.

Одно из наиболее полезных промежуточных изображений — это изображение когерентности между сценами, в котором числовое значение (от 0 до 1) показывает стабильность измерений для каждого пикселя, рассчитанного из двух изображений. Яркие области имеют высокую когерентность и более надежны, чем темные области. При снижении когерентности точность определения смещений снижается, а сигнал становится искаженным. Пример изображения когерентности приведен на рис. 4 вместе с соответствующим изображением смещений.

На рис. 4, слева, темные пиксели указывают на значительное снижение когерентности вдоль реки, протекающей с востока на запад через центр сцены. Также на изображении присутствуют темные области с низкой когерентностью, связанные с зонами растительности вдоль реки. Они отображены в виде темных прямоугольников.

На рис. 4, по центру, приведена соответствующая интерферограмма (выделена цветом), наложенная на радарное

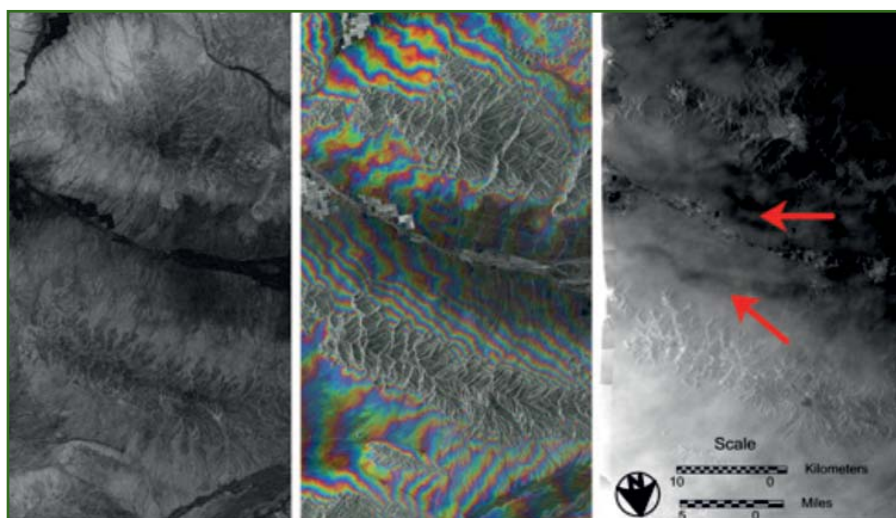


Рис. 4
Изображение когерентности между сценами (слева), интерферограмма (в центре) и соответствующее изображение смещений (справа). Эти данные получены из интерферометрических пар снимков TerraSAR-X, сделанных с интервалом в 6 месяцев

изображение. Интерференционные полосы показывают смещение поверхности между двумя снимками в интерферометрической паре. Разворот этой серии полос создает итоговое изображение с оседаниями, как показано на рис. 4 (справа). Красные стрелки указывают зоны возможного оседания, определенные с высокой точностью. Особый интерес представляют две темные извилистые области в центре, это — области проседаний. Каждый пиксель данного изображения имеет значение, соответствующее величине проседания в миллиметрах.

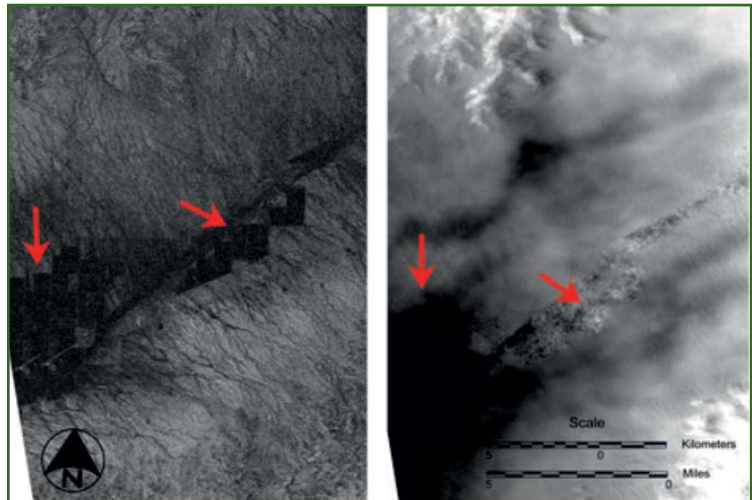


Рис. 5

Изображение карты смещений двух сцен. Красными стрелками показаны области, соответствующие низкой когерентности (слева), и с недостаточной достоверностью данных (справа)

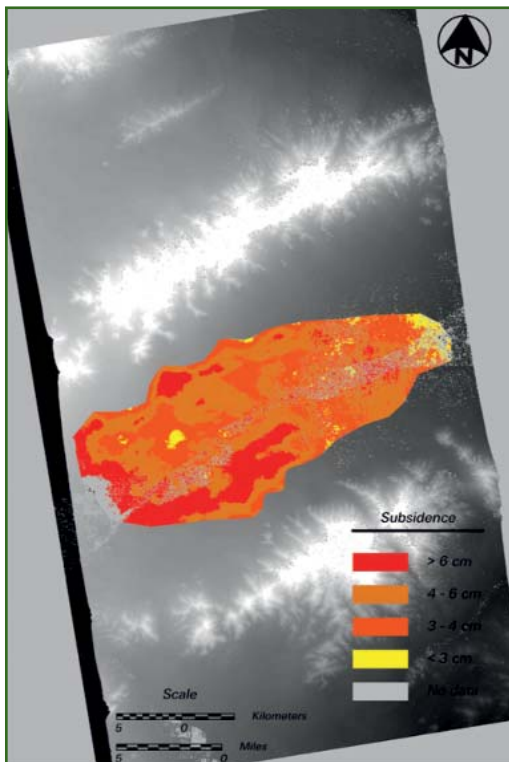


Рис. 6

Цветокодированное изображение карты оседаний, наложенное на ЦМР

На рис. 5 приведен подробный анализ, позволяющий специалистам интерпретировать карту смещений в контексте когерентности между сценами. Например, река показывает полную потерю когерентности, также как и некоторые сель-

скохозяйственные участки. Следует обратить внимание, что некоторые сельскохозяйственные участки демонстрируют высокую когерентность (это может быть пашня, ожидающая засева) и соответствуют пятнистым зонам на изображении. В данном случае результат определений проседания неустойчив.

Слева — сочетание реки, низкой когерентности и края изображения приводит к появлению очень темной области. Это могло бы быть оседанием, так как поля поливаются выкачиваемой водой, но совершенно ясно, что в данном случае присутствует ошибка. Похожая ошибка имеется на правом краю рис. 4. Эти области необходимо рассматривать как области с низкой достоверностью данных.

На рис. 6 информация с этих двух изображений объединена для помощи в интерпретации. Здесь представлена геокодированная карта (картограмма) оседаний, связанная с местной ЦМР, также созданной на основе интерферометрических снимков TerraSAR-X. При создании карты пиксели со значением когерентности ниже 0,35 считались нена-

дежными и окрашены серым. Они показывают на реку, текущую через центр сцены, особенно — в сельскохозяйственных или жилых районах на восточном и западном краях изображения. Данное изображение хорошо согласуется с изображением на рис. 1.

Стоит учитывать геометрию оседаний, зафиксированных с помощью дифференциальной интерферометрии, отмечая их неравномерность. Несколько точек, на которых проводятся измерения методами, описанными в начале статьи, не смогли бы дать представления о проседаниях в этой области. Данный же метод определения проседаний также позволяет увидеть подземные структуры, предоставляя инженерам дополнительную информацию об объекте, на котором ведутся разработки.

Автор благодарит компанию Astrium Services и Infoterra GmbH за предоставленные 20 сцен с КА TerraSAR-X, которые послужили источником исходных данных для этой работы. В дополнение он отмечает участие в этих исследованиях отдела геофизики Департамента водных ресурсов Аризоны.

ПОЛТОРА ГОДА В РЕЖИМЕ RTK: КРАСНОЯРСКАЯ СЕТЬ СПУТНИКОВЫХ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ

С января 2011 г. на территории Красноярского края функционирует первая на востоке России сеть спутниковых референционных станций. Потребность в применении современных технологий геодезической съемки возникла в связи с активизацией экономического освоения региона. Существующие пункты государственной геодезической сети (ГГС) были заложены более семидесяти лет назад, находятся на большом расстоянии друг от друга и, зачастую, в непроходимой тайге. К тому же бригады геодезистов, строивших ГГС, двигались навстречу друг другу с востока и запада страны, в результате чего все нестыковки пришлось на географический центр России — Красноярский край.

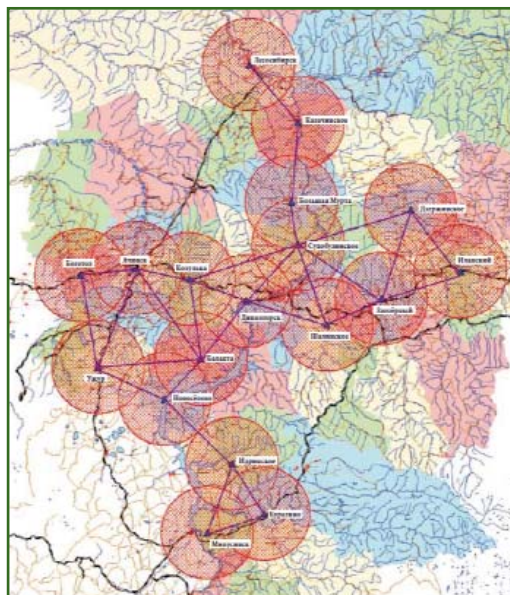
Для выполнения кадастровых, земельных и строительных работ в городах и населенных пунктах экономически целесообразнее было создать современную сеть базовых станций, чем всякий раз направлять партию геодезистов в тайгу на поиски геодезического пункта. Поэтому в 2008 г. краевой администрацией был объявлен конкурс на создание сети базовых станций ГЛОНАСС/GPS. По итогам конкурса для создания сети были выбраны технологии Leica Geosystems.

В поставке оборудования, монтаже и пуско-наладочных работах участвовали инженеры эксклюзивного мастер-дистрибьютора Leica Geosystems на территории России — компании НАВГЕОКОМ. В 2010 г. установка базовых станций была завершена, и с начала 2011 г.

18 приемников Leica GRX1200+ начали передавать RTK поправки и записывать на сервер «сырые» данные. Для обработки информации был организован вычислительный центр, оборудованный сервером и ПК с установленным программным обеспечением Leica Spider Net. Площадь покрытия сети составляет около 118 200 км² — чуть менее трех территорий Швейцарии, однако это — лишь половина экономически освоенной территории Красноярского края. Планы по расширению зоны покрытия в течение ближайших нескольких лет до 270 000 км² уже существуют.

В настоящее время сеть референционных станций находится на балансе Государственного предприятия Красноярского края «Красноярский технический центр» (ГПКК «Крастехцентр»), руководство которого отмечает, что за полтора года работы сеть продемонстрировала свою востребованность: «В прошлом году, в июне, у нас было 18 действующих договоров, сегодня — уже 43, — говорит директор ГПКК «Крастехцентр» Александр Георгиевич Никифоров. — Вот в такой динамике увеличивается количество пользователей сети. Особенно бурный рост мы заметили с февраля-марта текущего года. Этот рост связан, вероятно, с введением новых требований к техническим паспортам БТИ, согласно которым каждый объект должен быть закоординирован. Соответственно, резко увеличился спрос на предоставляемую нами информацию».

Действительно, на начальном этапе наибольший интерес сеть референционных станций вызвала у специалистов по земельному кадастру — и это не удивительно: строительство сети совпало по времени с вступлением в силу так называемого закона о «дачной амнистии», когда спрос на услуги геодезис-



Зона покрытия Красноярской сетью референционных станций



Антенна приемника Leica GRX1200+, установленная на крыше здания



График предоставления файлов формата RINEX с момента ввода сети в эксплуатацию

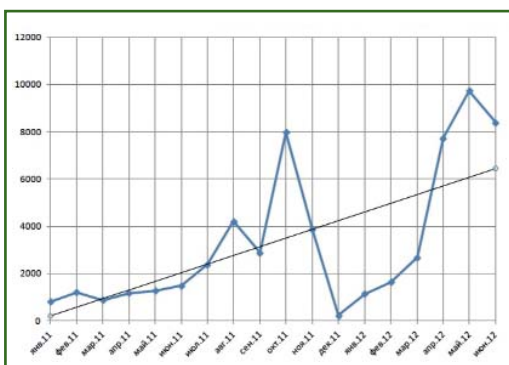


График предоставления RTK поправок с момента ввода сети в эксплуатацию

тов был максимально высок. Специалистам по кадастру приходилось выполнять большие объемы работ в короткие сроки, и именно они первыми оценили преимущества сети референционных станций: «Наши клиенты работают в режиме RTK, получая окончательные результаты прямо на месте измерений, либо получают от нас файлы формата RINEX с поправками за указанное время для конкретной территории, а затем выполняют постобработку измерений, — поясняет Александр Никифоров. — В первом случае работа ускоряется раз в 10, во втором — раз в 3–4».

Однако специалисты по кадастру — не единственные пользователи сети. В профессиональном сообществе геодезистов информация о высокотехнологичных решениях рас-

пространяется довольно быстро, и А.Г. Никифоров делает оптимистичные прогнозы роста числа пользователей сети: «На данном уровне развития сети — 18 опорных станций — я прогнозирую рост в 2,5–3 раза. Причем, раз в 2 мы «вырастем» еще до конца года. Произойдет это за счет того, что все больше геодезистов переходят на современное оборудование, позволяющее выполнять измерения в режиме RTK. Но без дальнейшего развития сети, без ее сгущения мы упрямся в эти 3 раза, поэтому сеть необходимо расширять».

Руководство предприятия считает оптимальным увеличение числа опорных станций до 27. Это позволит обеспечить точными данными ГНСС не только населенные пункты и транспортные артерии, но также район Южного Приангарья и восток Красноярского края, где прогнозируется активное промышленное освоение. «Сейчас идет строительство железной дороги от пос. Курагино, восточнее Минусинска. В том же районе возводятся энергообъекты для передачи излишков энергии с Богучанской ГЭС. Это — значительное освоение территории и большой объем работ, связанных с кадастром, строительством и геодезией», — отметил директор ГПКК «Крастехцентр».

Весь комплекс работ, связанных с эксплуатацией сети референционных станций и предоставлением услуг пользователям, выполняют 4 технических специалиста «Крастехцентра». В их обязанности, помимо обслуживания приемников, распределенных по значительной территории, входит также работа по страхованию, метрологическим поверкам оборудования, регулярный учет работы станций, анализ учета потребности пользователей в информационных услугах. На первых

порах существовала необходимость периодически «перезагружать» станции, расположенные в районах с плохой связью и отсутствием бесперебойного питания. Александр Никифоров поясняет: «К самим приемникам, к оборудованию Leica у нас претензий нет, станции работают отлично, но есть проблема бесперебойного питания и качества систем связи в отдаленных районах».

Важная составляющая работы технических специалистов ГПКК «Крастехцентр» — анализ накопленного трафика передачи поправок. На сегодняшний день отдельно взятый пользователь сети референционных станций, в среднем, работает в режиме RTK 150–160 минут в месяц. Кроме того, значительный трафик составляют данные в формате RINEX. Количество объектов, возводимых в Красноярском крае с использованием данных сети референционных станций Leica Geosystems, сосчитать невозможно — их сотни, а число пользователей сети постоянно увеличивается. Одно можно сказать определенно: экономический эффект для Красноярского края от введения в эксплуатацию сети референционных станций очень велик. Учитывая, что работа в режиме RTK занимает до десяти раз меньше времени, чем работа традиционными методами, несложно посчитать экономию человеческих ресурсов и необходимого оборудования для выполнения тех же объемов работ.

«Многие геодезические фирмы состоят из трех человек: водитель, инженер-геодезист и сотрудник, который ведет съемочную документацию», — говорит А.Г. Никифоров. При работе в режиме RTK этот коллектив сможет еще сократиться и выполнять в несколько раз больший объем работ при меньших трудозатратах.

Leica Viva

Уникальная геодезическая система



**Leica Viva – любые проекты, любые масштабы.
Осуществляйте задуманное сегодня и завтра.**

1 Leica Viva TS – профессиональные тахеометры с функциями автоматизации и визуализации съемочного процесса. Укомплектованы простым в использовании полевым ПО SmartWorx Viva.

2 Leica Viva GNSS – профессиональные полнофункциональные приемники для спутникового позиционирования. Запатентованные технологии обеспечивают точные измерения независимо от условий работы. Viva GNSS справится с любой задачей.

3 Контроллеры Leica Viva с беспроводным управлением снабжены удобной клавиатурой и цифровым дисплеем.

4 Leica Viva TS & GNSS. Благодаря уникальной технологии SmartStation и системе SmartPole, исполнителю потребуется меньше опорных точек и контрольных измерений, а производительность работы увеличится.

5 Программное обеспечение SmartWorx Viva позволит быстро выполнить все необходимые работы.

6 Leica Geo Office – универсальное программное обеспечение для обработки полученных данных.



НАВГЕОКОМ

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

ТЕХНОЛОГИЯ 3D ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОННЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Технология 3D лазерного сканирования уже хорошо известна российским пользователям и широко применяется в промышленности, архитектуре, строительстве, а также для предупреждения чрезвычайных ситуаций. Одна из важных и ответственных промышленных отраслей, в которой целесообразно использовать лазерное сканирование, — строительство тоннельных сооружений.

Специалисты компании «Триметари» (Санкт-Петербург), которая специализируется на 3D лазерном сканировании, выполнили ряд проектов на крупных тоннельных комплексах в Санкт-Петербурге и Сочи с помощью оборудования Leica Geosystems. Среди них — сканирование самого протяженного в России подводного тоннеля, входящего в комплекс защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений.

Строительство уникального гидротехнического сооружения было начато еще в 1979 г. Комплекс был сдан в эксплуатацию в августе 2011 г. и состоит из одиннадцати защитных дамб,

шести водопропускных, двух судопропускных сооружений и шестиполосной автомагистрали общей протяженностью более 25 км с мостами, тоннелем и транспортными развязками. Магистраль проходит по гребню защитных дамб.

В процессе монтажа огнезащитного покрытия и установки систем инженерного обеспечения в транспортном тоннеле (который является не только частью КЗС, но и составляющей кольцевой автодороги Санкт-Петербурга) были выявлены локальные несоответствия параметров бетонных конструкций проектной документации. В связи с этим возникла необходимость высокоточного обмера тоннеля в обоих направлениях для внесения оперативных корректировок в проведение работ.

Подводный транспортный тоннель проходит под Морским каналом и судопропускным сооружением. Его длина составляет 1961 м, из которых 386 м — два открытых рамповых участка. В тоннеле расположены два транспортных коридора, каждый шириной 15,25 м и высотой 5,5 м. Между транспортными коридорами находится отсек, предназначенный для систем обслуживания и эвакуации. Вдоль тоннеля по внешним сторонам расположены два кабельных отсека. Отметка проезжей части в самой глубокой секции тоннеля (под Морским каналом) составляет –24,3 м. Плановое положение тоннеля определено расположением дамбы в акватории залива, а продольный профиль — отметками канала

(–16 м) и поверхности проезжей части дамбы (+3 м).

Полевой этап сканирования транспортных коридоров занял три дня, еще неделя потребовалась для камеральной обработки полученных материалов. В результате камеральной обработки на основании «облака точек» были построены поперечные сечения транспортных отсеков. Помимо сечений заказчику (проектной организации) была передана трехмерная модель тоннеля в виде «облака точек». У проектировщиков, таким образом, появилась возможность самостоятельно сравнивать проект тоннеля с данными изысканий и оперативно вносить корректировки в рабочую документацию.

Другой проект по 3D лазерному сканированию тоннельных сооружений специалисты «Триметари» выполнили в рамках работ по строительству и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры Сочи, которые проводятся в преддверии Олимпийских игр 2014 г.

Для наполнения автоматизированного электронного банка данных объективными пространственными данными о фактическом состоянии тоннельных сооружений были проведены работы по сканированию на 11 автодорожных тоннелях на трассах А-149 «Адлер — Красная Поляна» и А-147 «Обход г. Сочи».

Полевой этап занял одну неделю, в течение которой были сняты подходы к тоннелям, тоннельные порталы и прилегающая территория. Погодные условия, особенно в горной местности, были не самые благоприятные для



«Облако точек», полученное в результате лазерного сканирования подводного тоннеля КЗС Санкт-Петербурга

проведения геодезических работ: температура воздуха — +2°C, ветер до 6 м/с, частые осадки в виде снега с дождем. В таких условиях работы выполнялись в режиме «Stop&Go» («стой и иди»), с помощью мобильной лаборатории лазерного сканирования «Мобискан»: лазерный сканер Leica был установлен на автомобиле, в котором также располагался «полевой» центр управления сканером. Использование автолаборатории, помимо ускорения процесса съемки, обеспечивает безопасность сотрудников при работе на объектах транспортной инфраструктуры и делает работу геодезистов более комфортной и эффективной. «Сшивки» сканов осуществлялась методом обратной засечки, для чего перед началом сканирования на объекте были размещены специальные марки. Точность «сшивки» составила 3 мм (среднее значение абсолютной погрешности).

К камеральному этапу приступили через несколько дней после начала полевых работ. Данные по мере их сбора отправлялись полевой бригадой камеральной группе по сети Интернет. Общее время камерального этапа составило 2,5 недели. Таким образом, все работы по сканированию 11 тоннелей и обработке данных были выполнены за 3 недели. Подобных результатов при геодезической съемке объектов автодорожной инфраструктуры можно достичь только за счет использования технологии трехмерного лазерного сканирования.

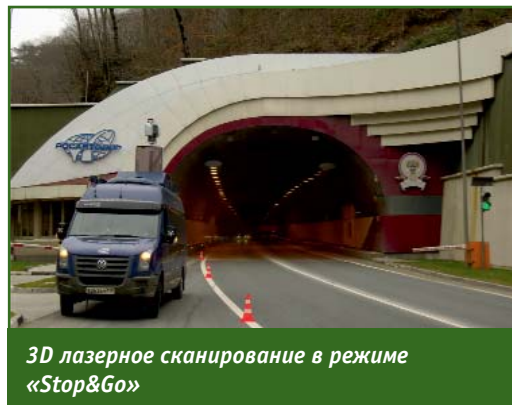
В результате камерального этапа на каждый портал было выполнено построение:

- ситуационного плана в масштабе 1:500;
- поперечного профиля у входа в тоннель;
- поперечного профиля автодороги в заданном месте;
- продольного профиля по дорожному полотну вдоль оси дороги;

— продольного профиля вдоль подпорной стены портала.

При этом были определены расположение, линейные размеры конструкций (порталов, подпорных стенок, ограждений) и объектов дорожной инфраструктуры. Кроме указанного набора документации были созданы трехмерные модели порталов и подходов. Трехмерные модели, помимо того, что несут в себе всю геометрическую информацию аналогично традиционным чертежам и схемам, еще и воспринимаются визуально на качественно другом уровне, а это незаменимо при принятии планировочных решений, оценке текущей ситуации и проектировании.

На основе созданной в результате работ по 3D лазерному сканированию обмерной документации будет осуществлено планирование работ по содержанию и ремонту объектов транспортной инфраструктуры региона. Актуальность и объективность полученных паспортов транспортных сооружений приведут к повышению эффективности системы управления горных автодорожных тоннельных переходов на феде-



3D лазерное сканирование в режиме «Stop&Go»

ральной дорожной сети общего пользования.

Анализируя выполненные работы, генеральный директор компании «Триметари» Михаил Аникушкин отметил: *«Можно с уверенностью утверждать, что применение лазерного сканирования в тоннелестроении и в целом в дорожной отрасли целесообразно и экономически эффективно по ряду причин. Во-первых, это беспрецедентная скорость работ, в особенности, полевого этапа, за счет чего не только снижается их стоимость, но и уменьшается вероятность несчастных случаев, которые нередки при работе на загруженных автомагистралях, ведь для выполнения сканирования не нужно перекрывать движение. Во-вторых, результат получается в трехмерном виде: по сути, «облако точек» является виртуальной копией реального объекта. Это позволяет быстро получать 3D модель, причем не возникает необходимости в досъемке. Если, например, потребуется построить еще одно сечение, то для этого достаточно загрузить в программу обработки имеющееся «облако точек» и работать с ним. И, наконец, процесс лазерного сканирования во многом более автоматизирован, чем съемка традиционными методами, что не может не сказаться на результате: за счет исключения человеческого фактора в конечных чертежах и 3D-моделях минимизируется количество ошибок, документация получается качественнее».*



3D модель тоннельного портала

ТЕХНОЛОГИИ LEICA GEOSYSTEMS В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА СМЕЩЕНИЙ МОРСКОЙ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

После взрыва в Мексиканском заливе нефтедобывающей платформы Deepwater Horizon, который произошел в апреле 2010 г., и последовавшей за ним экологической катастрофы правительства многих стран стали уделять повышенное внимание безопасности шельфовых разработок. Россия в этом смысле не стала исключением, и в настоящее время разрабатывается законопроект «О защите морей Российской Федерации от нефтяного загрязнения».

Сегодня на территории нашей страны работают две нефтедобывающие платформы со стопроцентным участием российского капитала, принадлежащие ОАО «ЛУКОЙЛ». Руководство нефтяного гиганта решило не дожидаться принятия закона «О защите морей», а сразу приступить к созданию системы мониторинга морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) на месторождении нефти им. Ю. Корчагина. Это месторождение, расположенное в северной части Каспийского моря, в 180 км от Астрахани, было открыто в 2000 г. Глубина моря на участке составляет 11–13 м. Нефтяная платформа (рис. 1) запущена в эксплуатацию весной 2010 г. и состоит из двух блоков: ЛСП-1 (технологический модуль, где осуществляется добыча, первичная подготовка нефти и бурение) и ЛСП-2 (жилой модуль).

Компания-оператор добычи — ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» объявила конкурс на создание системы мониторинга



Рис. 1

Морская ледостойкая стационарная платформа на нефтяном месторождении им. Ю. Корчагина

платформы, в котором победил проект, разработанный специалистами Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ, ранее — Пермский государственный технический университет). Для организации качественной системы мониторинга платформы в рамках проекта было предложено использовать оборудование ГНСС компании Leica Geosystems. «Все работы выполнялись под руководством сотрудников кафедры маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем ПНИПУ, — говорит научный сотрудник кафедры Евгений Сергеевич Богданец. — К моменту разработки проекта мониторинга МЛСП у нашего университета уже был богатый опыт реализации проектов по мониторингу месторождений и объектов добычи полезных ископаемых. В частности, специа-

листы кафедры работали на Астраханском газоконденсатном месторождении по заказу ОАО «Газпром», осуществляли мониторинг ряда объектов на месторождениях в Западной Сибири и Пермском крае».

«Каспийская платформа — стационарная, — продолжает научный сотрудник. — Из шести больших понтонов, на которых платформу доставили к месту бурения, выкачали воздух и заполнили их водой, в результате платформа как бы «присосалась» ко дну. Она стоит на морском дне на шести опорах. Каждый понтон дополнительно закрепили сваями по окружности. При осуществлении же добычи происходит переуплотнение горных пород, из которых извлекли нефть. Это отражается в виде оседаний поверхности морского дна. И если оно неравномерное, то может происходить крен платформы. А

от нее еще идет нефтепровод на плавучее хранилище, и деформации дна могут привести к серьезным авариям. Необходимо постоянно наблюдать за положением платформы, чтобы вовремя предупредить об опасности».

Предложенная учеными система мониторинга — двухступенчатая. Она состоит из этапа автоматизированного мониторинга, реализованного при помощи программного обеспечения Leica Spider, и этапа контрольного мониторинга. Для обоих этапов предусмотрены береговая и морская сегменты. Береговой — выполняет опорную функцию при решении векторов, определяющих перемещение платформы, морской — представлен оборудованием ГНСС Leica, закрепленным на нефтяной платформе.

Береговой сегмент автоматизированной системы мониторинга состоит из спутниковой референционной станции, закрепленной на крыше главного офиса ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», и ПК с программным обеспечением Leica

Spider. «В офисе стоит базовая станция, которая является нашей опорной точкой. А программное обеспечение установлено на компьютере главного маркшейдера, который проводит мониторинг ежедневно, — говорит Е.С. Богданец. — На этом же компьютере архивируются измерения со всех четырех приемников ГНСС».

Для организации берегового сегмента системы контрольного мониторинга был создан геодезический полигон из 10 реперов, объединенных в кусты по 3–4 репера в каждом. Согласно схеме полигона, изображенной на рис. 2, расчет векторов до антенн спутниковых приемников, установленных на ЛСП-1, проводится от одного репера в кусте, называемого главным. Остальные реперы позволяют контролировать устойчивость главных реперов путем проверки постоянства взаимного положения пунктов в каждом кусте. При утрате или нестабильности положения главного репера, его функцию можно переложить на другой репер, находящийся в этом же кусте.



Рис. 2
Общая схема проведения контрольного мониторинга

«Реперы представляют собой забетонированные трубы с якорями, заложенные на глубину порядка 4 м. Этого вполне достаточно для обеспечения их сохранности, поскольку они стоят в местах, где почти не бывают люди, — поясняет научный сотрудник. — Согласно проекту, контрольные измерения необходимо выполнять 4 раза в год, причем делать это приемниками ГНСС с калиброванными антеннами класса choke ring, чтобы более точно получать решения векторов. Самое главное здесь — использовать качественные, профессиональные антенны и оборудование — такое как Leica, а также специализированное программное обеспечение».

Морской сегмент системы мониторинга (рис. 3) представлен тремя комплектами оборудования ГНСС, антенны которых установлены стационарно по трем углам технологического модуля платформы (ЛСП-1).

В совокупности взаимодействие морского и берегового сегментов автоматизированного мониторинга сводится к тому, что данные со всех приемников ГНСС по локальной сети ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» поступают в отдел главного

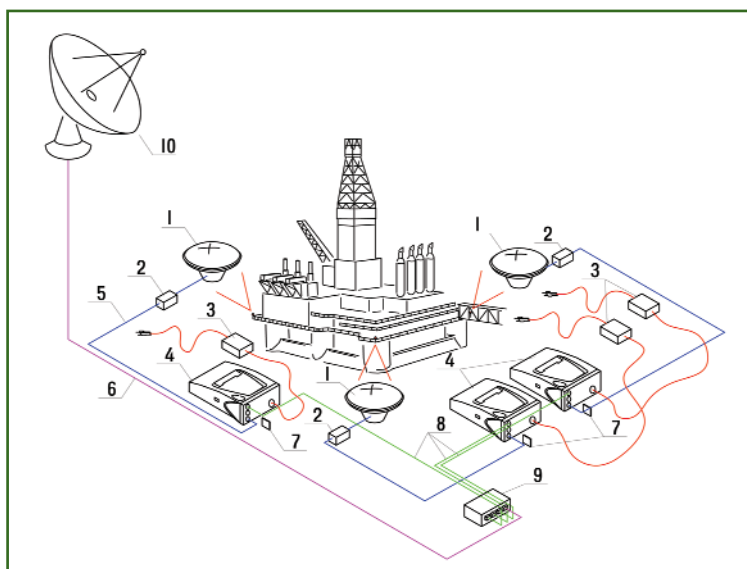


Рис. 3
Морской сегмент системы мониторинга (1 — антенна AR10, 2 — гроозащитный фильтр, 3 — адаптер переменного тока, 4 — приемник GRX1200+GNSS, 5 — кабель антенный, 6 — сеть ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», 7 — карта CompactFlash, 8 — сетевой кабель, 9 — маршрутизатор, 10 — оборудование для связи

маркшейдера. Сбор, архивация и обработка данных проводятся в автоматическом режиме программой Leica Spider. Программное обеспечение настроено таким образом, что расчет координат точек, расположенных на углах ЛСП-1, можно разделить на три этапа:

1. Режим реального времени (ежесекундный расчет относительного перемещения антенн приемников, установленных на платформе). Для данного типа расчета используются векторы, измеренные только между этими антеннами, поскольку в противном случае погрешности измерений будут превышать 400 мм.

2. Постобработка с интервалом в 1 час. Этот тип решения проводится относительно базовой станции по результатам часовых серий наблюдений.

3. Постобработка с интервалом в 12 часов. На данном этапе происходит уточнение часовых решений.

По результатам определения координат точек мониторинга в режиме реального времени выдается информация о стабильности антенн приемников, установленных на платформе, в виде графиков смещений (рис. 4).

Контрольный мониторинг осуществляется путем выполнения долгопериодных серий ГНСС измерений на реперах берегового сегмента. Для определения устойчивости реперов в кустах, непосредственно перед началом каждой серии наблюдений ГНСС выполняются измерения превышений между ними методом геометрического нивелирования по программе нивелирования I класса.

Достичь необходимой точности измерений векторов большой длины (от 70 до 200 км) ученым удалось за счет применения высокоточных приемников ГНСС Leica GX 1230 с калиброванными прецизионными антеннами AT503GG и AT504GG

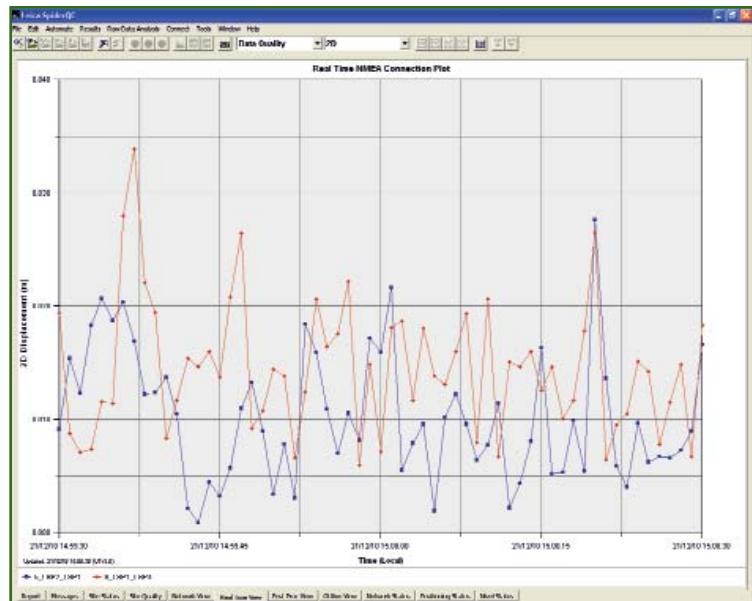


Рис. 4

Графики взаимного смещения антенн приемников, установленных на платформе, при мониторинге с интервалом 1 с

типа choke ring. Кроме того, постобработка результатов спутниковых измерений выполняется с помощью профессионального программного обеспечения, а последовательность и схема расчета векторов из цикла в цикл остаются неизменными.

По результатам уравнивания всех циклов спутниковых измерений вычисляются рассогласования координат антенн приемников, установленных на платформе. Окончательные результаты контрольных измерений ГНСС представляют собой графики распределения плановых и высотных смещений приемников, установленных на ЛСП-1, по сериям наблюдений (а в дальнейшем и по годам).

Специалисты ПНИПУ уже выполнили 4 серии контрольных наблюдений для отладки работы системы, периодичность которых на тестовом этапе составила 10–12 дней. На основе схем плановых смещений и графиков осадок, построенных по результатам автоматизированного и контрольного мониторинга, были сделаны следующие выводы о горизонтальных и вертикальных смещениях ЛСП-1:

— сопоставление результатов контрольных измерений и данных автоматизированного мониторинга показывает, что они коррелируют между собой: характер смещений (осадок и подъемов) полностью идентичен, и это дает право говорить о корректности результатов мониторинга, проводимого в режиме реального времени;

— смещения антенн приемников ГНСС имеют случайный характер и малые величины, в большинстве своем не превышающие точность измерений, что указывает на постоянство их местоположения. Также на это указывает функция линейного тренда, представляющая собой линию, близкую к горизонтальной;

— сопоставление результатов контрольного мониторинга с технологической картой бурения дает основание полагать, что основной причиной значительных колебаний (порядка 20–30 мм) антенн приемников, расположенных на технологическом модуле платформы, являются спускоподъемные работы бурового оборудования.

СОБЫТИЯ

▼ Выставка «Атлант мировой картографии» (Санкт-Петербург, 16–30 марта 2012 г.)

16 марта 2012 г. в Российской национальной библиотеке (РНБ) состоялось открытие выставки и презентация уникальных памятников мировой картографии — подлинников карт и атласов Герарда Меркатора (1512–1594) — основоположника научной картографии. Именно Г. Меркатору принадлежит изобретение проекции для создания морских карт, названной его именем и используемой до сих пор. Он впервые назвал «атласом» собрание географических карт. Коллекция работ Г. Меркатора в РНБ является крупнейшей в России.

Из представленных экспонатов особый интерес вызвали прижизненные издания Г. Меркатора, которые являются частями главного труда всей его жизни — всеобъемлющей Космографии. Планировалось, что она будет состоять из пяти частей: «Сотворение мира», «Описание небесных предметов», «Земля и моря», «Генеалогия и история государств» и «Хронология». Поскольку последняя должна была служить основанием для других частей, то с нее он и начал. На выставке можно было познакомиться с одноименной книгой, изданной в Кельне в 1569 г. В нее вошли хронологический список политических, культурных, научных и библейских событий, а также таблицы солнечных и лунных затмений. На выставке также демонстрировалось ее второе издание (Базель, 1577 г.).

Часть «Земля и моря» должна была содержать древнюю и новую географию, поэтому Г. Меркатор обратился к переизданию карт К. Птолемея. Эта книга (Кельн, 1584 г.), представлен-



ная на выставке, — единственное произведение, которое он создал, соблюдая существовавшие в то время традиции богатого украшения карт многочисленными рисунками. Г. Меркатор считал основным научное содержание карт и выступал против их чрезмерной нагрузки декоративными элементами.

Как известно, Г. Меркатор представлял собрание карт Земли как целостное произведение, в котором они должны быть объединены по содержанию. Поэтому он сам и с участием своих сыновей перерабатывал имеющиеся в распоряжении карты и заново гравировал их. Вероятно, это послужило причиной задержки с выходом полного собрания карт. При жизни ему удалось опубликовать только два тома, содержащих карты нескольких стран Европы, — в 1585 г. и 1589 г. Один из них (Дуйсбург, 1585 г.) был представлен на выставке.

Продолжая дело отца, его сын Румолд в 1595 г. издал полную версию собрания карт, названное «Атлас или космографические рассуждения о сотворении мира и вид сотворенного». Участники выставки могли увидеть это произведение, включающее трактат о сотворении ми-

ра, биографию Меркатора, а также 107 карт, 102 из которых были гравированы самим Г. Меркатором.

Особый интерес для участников выставки представляла карта России из этого атласа (Амстердам, 1633 г.). Она охватывает территорию от Балтики до р. Оби, на востоке, и от Северного Ледовитого океана до Черного моря, на юге. На карте присутствует много знакомых нам названий: Москва, Псков, Порхов, Новгород и др. Отмечена крепость Орешек на реке, впадающей в Финский залив. Однако отсутствует Ладожское озеро, имеются и другие неточности, вполне объяснимые недостаточной географической изученностью России в то время. Несмотря на это, карта Меркатора являлась наиболее полной и подробной из зарубежных карт России в конце XVI в.

В 1602 г. наследники Г. Меркатора предприняли еще одно издание атласа, а в 1604 г. медные печатные формы всех его карт были проданы издателю Йо-



доку Хондию (Иодокусу Хондиусу). Он дополнил атлас новыми картами и продолжил его издание в двух формах, которые также демонстрировались на выставке. Большой фундаментальный атлас был представлен изданиями 1611–1612 гг. и 1632 г., малый, «карманный» — 1607 г., 1632 г. и 1634 г.

В последующем текст атласа был переведен с латинского на голландский, французский, немецкий и английский языки, что сделало его весьма популярным. Эти атласы, авторами которых значились Меркатор и Хондий, выдержали десятки переизданий.

На выставке кроме оригиналов и копий работ великого картографа были представлены: карта Фландрии с отмеченным на ней городом Рупельмонде, где родился Г. Меркатор, планы городов Левен и Дуйсбург, в которых он работал, а также литература, посвященная его жизни и творчеству.

На презентации присутствовали Генеральный консул Королевства Нидерландов в Санкт-Петербурге Йеннес де Мол, сотрудники Санкт-Петербургского государственного университета, картографических предприятий, члены Петровского исторического и Русского географического обществ и другие представители научной и культурной общественности города.

Дополнительная информация о выставке представлена на сайте РНБ в разделе «Новости, события» (www.nlr.ru).

Л.К. Кильдюшевская
(РНБ)

Подробнее о Г. Меркаторе см. в статье на с. 5. — *Прим. ред.*

▼ **I Межотраслевая научно-практическая конференция «Трехмерное проектирование жизненного цикла инфраструктурных объектов» (Москва, 6 июня 2012 г.)**

В настоящее время в мире активно развиваются технологии



трехмерного проектирования и моделирования жизненного цикла объектов инфраструктуры. Важным направлением развития трехмерного проектирования является многомерное моделирование, которое учитывает фактическое состояние объекта по различным заданным параметрам. Применение многомерного моделирования позволит существенно повысить качество проектирования, строительства и эксплуатации объектов инфраструктуры, а также прогнозировать процессы, влияющие на состояние объекта в течение всех этапов его жизненного цикла.

В России вопрос освоения технологий трехмерного проектирования сейчас особенно актуален. Это связано со вступлением Российской Федерации во Всемирную торговую организацию и предъявлением более жестких требований к работам по проектированию, которые большинство организаций выполнить не готово.

Процесс внедрения цифровых методов в проектирование у нас в стране начался недавно и стихийно. Впервые эти технологии стали использовать при проектировании объектов на больших территориях, где предусматривается множество параметров-ограничений, которые невозможно учесть другими методами. Однако широкого распространения они пока не получили по ряду причин, среди которых можно назвать следующие:

— недостаточное обеспечение процессов трехмерного проектирования и моделирования нормативно-технической документацией;

— неполная адаптация существующего программного обеспечения (ПО) к российским нормативам проектирования;

— отсутствие необходимого кадрового состава требуемой квалификации в организациях, работающих с информационными системами по трехмерному проектированию и моделированию объектов;

— отсутствие сквозной технологии на этапах проектирования, строительства и эксплуатации (с отслеживанием состояния объектов);

— отсутствие у заказчика специалистов, способных принимать, проверять и использовать материалы трехмерного проектирования в процессе строительства и эксплуатации объекта;

— отсутствие структурных подразделений в проектных организациях по разработке и внедрению автоматизированных методов проектирования и многомерного моделирования объектов.

Устранение этих недостатков позволит вывести проектирование, строительство и эксплуатацию объектов инфраструктуры на современный уровень, повысив конкурентоспособность российских разработок за рубежом.

Выявлению «корней» причин, перечисленных выше, а

также нахождению путей их дальнейшего устранения для более активного применения технологий трехмерного моделирования в России была посвящена I Межотраслевая научно-практическая конференция «Трехмерное проектирование жизненного цикла инфраструктурных объектов».

Идея собрать на конференции представителей проектных институтов разных отраслей для обмена опытом и определению общих проблем возникла на заседании межотраслевой рабочей группы по вопросам трехмерного проектирования, которое состоялось в феврале 2012 г. в МИИГАиК. На нем, в частности, было отмечено: «Трехмерное проектирование может превратиться в актуальный и необходимый инструмент проектирования инфраструктурных объектов, особенно, с учетом степени опасности некоторых из них; переход к трехмерному проектированию позволит значительно сократить сроки проектирования и количество ошибок как на стадии проектирования, так и строительства». Современные технические средства позволяют получать трехмерную модель с учетом рельефа, природных процессов, плотности застройки, состояния инфраструктуры. Результаты трехмерного проектирования и моделирования могут служить основой для согласования проектных решений, сопровождения строительства, эксплуатации, мониторинга и моделирования чрезвычайных ситуаций, а также принятия управленческих и стратегических решений на региональном и федеральном уровнях, начиная с отдельного объекта и заканчивая регионом в целом.

Конференция собрала около 100 участников, среди которых были представители:

— ведущих проектных институтов нефтяной и газовой промышленности, атомной энерге-

тики, гидроэнергетики, теплоэнергетики, электроэнергетики, трубопроводного, автомобильного и железнодорожного транспорта;

— поставщиков программного обеспечения для многомерного моделирования;

— высших учебных заведений;

— компаний, занимающихся сбором и обработкой пространственных данных с применением современных технологий.

Программа конференции состояла из четырех блоков по 8 докладов в каждом. Все материалы находятся в открытом доступе на сайте конференции (www.agpmeridian.ru/press_center/conference).

Первый и второй блок составили доклады отраслевых проектных институтов, таких как ОАО «Гипрогазцентр», ОАО «Ленгипротранс», ОАО «Русгидро», ОАО «Гипротюменнефтегаз», ОАО «Атомэнергопроект», ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», ОАО «Росжелдорпроект» и др. Их представители рассказали о технологии трехмерного проектирования — от разработки проектной документации до ее внедрения на этапах строительства и эксплуатации; поделились опытом и проблемами, которые мешают широкому освоению трехмерного моделирования в России.

Третий блок был представлен выступлениями специалистов компаний-разработчиков и поставщиков программного обеспечения в области трехмерного проектирования — ЗАО «СиСофт» (спонсор конференции), Autodesk, Inc., Intergraph PP&M, ООО «АВЕВА», ООО «Бентли Системс», «Кредо-Диалог». Они рассказали о преимуществах использования цифровых моделей промышленных объектов по сравнению с традиционным подходом; о возможности качественного изменения продукции, передаваемой проектировщиками заказ-



чику, путем использования информационных систем; о путях структуризации и интеграции разнородных инженерных данных в единое информационное пространство предприятия для создания эффективного механизма доступа к технической информации. Впервые проектным институтам была предоставлена уникальная возможность одновременно ознакомиться с различным программным обеспечением и выбрать для себя наиболее удобное, с учетом оптимизации расходов, минимизации времени для получения конечной продукции и требований заказчика.

Четвертый блок был насыщен разнообразными докладами, в том числе Сибирской государственной геодезической академии, Иркутского государственного технического университета, Национального объединения изыскателей (НОИЗ), SMARTES SA (Швейцария), НП АГП «Меридиан+» (генеральный спонсор конференции). Представители учебных заведений сосредоточили внимание слушателей на программах подготовки и переподготовки специалистов по трехмерному моделированию и проектированию, отметили необходимость объединения потенциала разработчиков ПО и поставщиков геопространственных данных для работы «в реальных условиях». Следующие выступления касались современных методов и технологий сбора и обработки пространственных данных, используемых при трехмерном проектирова-

нии, таких как беспилотные летательные аппараты и «умная кабель». Последнее решение представляет собой распределенные датчики для трехмерного мониторинга площадных и линейных объектов инфраструктуры в течение их жизненного цикла.

В ходе мероприятия, на примере сканирования холла, прилегающего к конференц-залу, участникам «в живую» было показано, как с помощью наземного лазерного сканера и соответствующего ПО можно оперативно (в течение одного рабочего дня) выполнить съемку и, после обработки данных, получить трехмерную модель помещения, пригодную для дальнейшего проектирования.

Особое место в этом блоке занял доклад представителя НОИЗ о существующей нормативной базе в области трехмерного проектирования, а также об опыте актуализации строительных норм и правил по инже-

нерным изысканиям, необходимым, в том числе, для последующего трехмерного проектирования.

Итоговым документом конференции стала резолюция, в которой, в частности, было отмечено: «Вопросы трехмерного представления материалов инженерных изысканий, проектной и исполнительной документации являются актуальными, и их решению должно быть уделено внимание специалистов всех уровней. Применение многомерного моделирования позволит существенно повысить качество проектирования и строительства объектов инфраструктуры, а также моделирования процессов, влияющих на состояние объектов в течение всех этапов их жизненного цикла. Многомерное моделирование поможет сформировать информационную модель объекта как элемента единого информационного пространства, и обеспечит выход российских про-

ектных институтов на международный уровень проектирования».

В сентябре 2012 г. оргкомитет начнет работу по подготовке II Межотраслевой научно-практической конференции «Трехмерное проектирование жизненного цикла объектов инфраструктуры. Строительство. Эксплуатация», проведение которой запланировано во второй половине 2013 г.

Е.А.Климова

(Оргкомитет конференции)

► **Президент Leica Geosystems посетил МИИГАиК (Москва, 22 июня 2012 г.)**

Президент международной корпорации Leica Geosystems Юрген Долд и вице-президент компании по региону EMEA Майкл Мудра в ходе рабочей поездки в Россию посетили МИИГАиК, где провели переговоры с руководством вуза о перспективах дальнейшего сотрудничества. Гостей встречали ректор университета В.А. Ма-

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
Почта: ngc@ngc.com.ua
Тел./факс: +38 057 345-12-37



- when it has to be right

Leica
Geosystems



линников и проректор по научной работе А.А. Майоров.

В конференц-зале состоялась встреча руководителей Leica Geosystems с деканами факультетов и заведующими кафедрами вуза. В.А. Малинников представил университет, рассказал о его структуре, научно-образовательной концепции и планах развития.

Затем с презентацией выступил заведующий кафедрой прикладной геодезии А.О. Куприянов, который выдвинул идею о создании авторизованного учебно-научного центра Leica Geosystems на базе МИИГАиК и отметил, что это может стать «мощным рычагом прогресса в деле подготовки высококвалифицированных кадров для отрасли геопространственных технологий». О проектах, уже реализуемых университетом на базе технологий Leica Geosystems, кратко рассказала заведующая кафедрой геодезии Е.М. Мазурова.

В ответном докладе Юрген Долд представил концерн Нехагоп, объединяющий ведущих мировых производителей и разработчиков геопространственных технологий, и рассказал о важных технологических направлениях, над которыми в составе концерна работает корпорация Leica Geosystems. Президент пригласил российских ученых к обсуждению и сотрудничеству в решении глобальных

общемировых проблем, связанных с человеческой деятельностью: урбанизацией, сокращением природных и энергетических ресурсов планеты, необратимыми изменениями окружающей среды. Вопросы мониторинга инженерных конструкций и объектов инфраструктуры транспортных систем, оптимизации энергопотребления и добычи полезных ископаемых, сокращения расходов на строительство и снижения затрат в сельскохозяйственном производстве могут быть решены за счет развития и внедрения геопространственных технологий. Таким образом, Юрген Долд наметил основные направления, по которым в ближайшей перспективе будет развиваться мировой рынок инновационных решений.

В завершение визита президент и вице-президент Leica

Geosystems посетили учебно-геодезический музей МИИГАиК, учрежденный в 1842 г. и расположенный в доме, построенном по проекту архитектора М.Ф. Казакова в 1789–1791 гг.

Есть все основания полагать, что сотрудничество компании Leica Geosystems с вузом будет развиваться, а действующее на базе МИИГАиК учебно-методическое объединение по образованию в области геодезии и фотограмметрии, несомненно, способствует интеграции технологий Leica Geosystems в процесс подготовки студентов.

По информации компании НАВГЕОКОМ

▼ **5-е заседание Координационного комитета по ГДС (Ошмяны, Республика Беларусь, 4 июля 2012 г.)**

Заседание международного Координационного комитета по управлению объектом Всемирного наследия «Геодезическая дуга Струве» (ГДС), а также приуроченные к этому событию мероприятия впервые за 7 лет не были совмещены с международной конференцией. Тем не менее, в программу заседания вошли обязательные вопросы, связанные с практикой сохранения и популяризации пунктов ГДС на государственном уровне (национальные доклады), а также три информационных доклада, не считая вводных, представленных принимающей стороной — Государственным ко-



 TOPCON SOKKIA



Поставка геодезического оборудования и программного обеспечения.



ЗАО «Геодезические приборы»

197101, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Монетная, д. 16
Тел./факс: (812) 363-4323 office@geopribori.ru
www.geopribori.ru

митетом по имуществу Республики Беларусь.

Делегация из России была наиболее представительной из стран, приехавших на заседание. В ее состав входили: директор ЦНИИГАиК Л.И. Яблонский (с 2012 г. он назначен официальным представителем Российской Федерации в Координационном комитете по ГДС), члены правления Санкт-Петербургского общества (СПб ОГиК) — А.С. Богданов, В.И. Глейзер и В.Б. Капцюг, специалист ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» А.А. Чернявцев. В мероприятиях также приняли участие делегации из Норвегии, Швеции, Финляндии, Эстонии, Латвии, Литвы, Украины, Молдавии и Бельгии.

4 июня, после ознакомительной встречи в Минске, участники на автобусе направились к месту проведения заседания, в город Ошмяны, расположенный на севере Гродненской области.

Там их встретили: председатель Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь Г.И. Кузнецов, сотрудники комитета — М. Щербакова и Е. Костюкова, представители Министерства иностранных дел и Министерства культуры Республики Беларусь — И. Василевская и И. Чернявский, депутат Национального собрания Республики Беларусь В. Лузина, заместитель директора УП «Белэрокозмеодезия» С. Забагонс-

кий, специалисты предприятия — В. Красуцкий, Г. Новицкая, М. Хира, Н. Ковалева, председатель Ошмянского райисполкома Ю.В. Адамчик, сотрудники райисполкома — Г. Балинская, А. Саванец, Ж. Харунович, А. Юнашка, специалисты компании «Кредо-Диалог» — Д. Чадович и С. Закиров.

Заседание началось с приветственного слова Г.И. Кузнецова. Затем, М. Щербакова рассказала об объектах Всемирного наследия ЮНЕСКО, расположенных на территории Республики Беларусь, среди которых — пять пунктов ГДС.

Программу национальных докладов открыл Д.В. Чадович. Его выступление было посвящено работам, выполненным компанией «Кредо-Диалог» совместно с УП «Белэрокозмеодезия» при консультативной помощи СПб ОГиК. Речь шла об успешном завершении поисков материальных следов главного пункта белорусского сегмента ГДС — пункта «Белин» (геодезические измерения и раскопки 2010–2012 гг.). Этот пункт не попал в список пунктов ГДС, представленных в ЮНЕСКО в 2004 г., поскольку не был найден в то время. Однако его роль как единственного в Республике Беларусь астрономо-геодезического пункта ГДС оставляет простор для дальнейшей работы геодезистов по сохранению и



популяризации ГДС, как культурного наследия на территории республики.

Председатель Координационного комитета ГДС С. Урбанас (Литва) представил работы, выполненные на основании резолюции предыдущего заседания комитета, а также совместный проект членов комитета по новому словесному обоснованию «выдающейся универсальной ценности Геодезической дуги Струве». Национальный доклад от России сделал Л.И. Яблонский. Следует отметить результаты работ других странах, прозвучавшие в национальных докладах. Так, в Эстонии, в Выйвере, где около старой мельницы сохранился фундамент одного из базисных центров ГДС, организован музей «Геодезической дуги Струве». На территории Украины в 2009–2010 гг. проводился поиск пунктов ГДС, а в 2012 г. планируется выполнить спутниковые измерения на найденных пунктах.



После этого прозвучали информационные доклады. В.Б. Капцюг представил обзор работ по сохранению памятников, связанных с историей становления и развития геодезии в России, выполненных членами СПб ОГиК за 20 лет его существования. Секретарь Координационного совета по ГДС А. Буга (Литва) познакомил собравшихся с интересной коллекцией почтовых марок и других сувениров, выпущенных в различных странах и посвященных дуге Струве. Доклад, с которым выступил Я. Де Граав (Международный институт истории съемок и измерений, Бельгия), был посвящен результатам проекта по продлению сети пунктов ГДС через Средиземное море до Южной Африки, выполнявшегося по рекомендации комитета Всемирного наследия ЮНЕСКО. Он разрабатывался с 2004 г. почетным секретарем Института истории съемок и измерений Д. Смитом (Великобритания).

Программа культурных мероприятий включала поездку на геодезический пункт «Тупишки», входящий в состав ГДС. Пункт прекрасно обустроен: имеется придорожный указатель, пешеходная дорожка, информационный щит, металлический сигнал над центром пункта и памятный обелиск, выполненный из черного гранита. Центр исторического пункта был заранее вскрыт, чтобы можно было увидеть способ его обозначения — углубление на плоской грани обожженного кирпича. После посещения пункта «Тупишки» участники отправились в богатый историческими событиями населенный пункт Гольшаны. Здесь их ждал сюрприз: в отремонтированном здании местной библиотеки усилиями местных энтузиастов и В. Лузиной создается музей «Дуги Струве». Среди уже имеющихся экспонатов: портреты К.И. Теннера, В.Я. Струве и И.И. Ходзько, фотографии

пунктов и титульных листов монографий, исторические картографические материалы, сувениры и пр. Важной частью музея станет возможность виртуально побывать на всех пунктах ГДС, находящихся на территории 10 стран.

Завершил культурную программу торжественный ужин, на котором обсудили ряд организационных вопросов по подготовке итогового документа заседания, и был избран новый председатель Координационного комитета по ГДС. Им стал Ю. Карпинский, директор Научно-исследовательского института геодезии и картографии Украины. Кроме того, было отмечено, что у Координационного комитета по ГДС скоро появится общий web-сайт, в создании которого принимает участие международная ассоциация EuroGeographics. Представитель этой организации будет занимать в комитете пост генерального секретаря и играть информационно-объединительную роль. Следующее заседание комитета состоится через два года во Львове (Украина).

С полным текстом резолюции заседания можно ознакомиться на сайте СПб ОГиК. Среди принятых решений следует отметить предложения: о возможности продолжения ГДС в северном направлении и, внесенное по инициативе Л.И. Яблонского, о встрече в Москве представителей государственных делегаций РФ, Норвегии и Швеции с целью организации совместного обследования в течение 2013 г. пунктов Русско-Шведского градусного измерения на Шпицбергене (Свальбарде), выполненного в 1898–1902 гг. Эти резолюции отражают историческую связь между измерениями, выполненными на дуге Струве и дуге меридиана на Шпицбергене.

Таким образом, процесс управления объектом Всемирного наследия «Геодезическая дуга Струве» вступает в новую фазу

развития. Она характеризуется обновлением уставного документа и структуры Координационного комитета, а также приходом в состав комитета новых специалистов.

А.С. Богданов, В.И. Глейзер, В.Б. Капцюг (СПб ОГиК)

▼ **Объявлены финалисты Всероссийской геодезической олимпиады НАВГЕОКОМ**



Члены экспертного совета Всероссийской геодезической олимпиады среди учебных заве-

дений, организованной компанией НАВГЕОКОМ и приуроченной к 15-летию со дня основания компании, завершили проверку ответов на задания 2-го тура олимпиады и определили 10 команд-победителей. Эти команды будут приглашены на финал, который состоится в Москве, 25 сентября.

Во 2-м туре олимпиады участвовали 30 команд из 30 учебных заведений, представляющих 21 город России. Задания 2-го тура они выполняли заочно.

Максимальное количество баллов, которое команда могла заработать во 2-м туре, составляло 1680. Оценки выставлялись, исходя из точности, полноты и оригинальности приведенных решений задач.

С полным списком команд-финалистов олимпиады, а также с подробной информацией о сроках и правилах проведения финала можно ознакомиться в Интернет на странице проекта (www.navgeocom.ru/olimpic).

Компания НАВГЕОКОМ благодарит всех участников 1-го и 2-го туров за напряженную и плодотворную работу, а командам, которым не повезло оказаться в числе победителей, желает взять реванш в следующем году.

Е.А. Давыдова
(Компания НАВГЕОКОМ)

ИЗДАНИЯ

▼ **Серапинас Б.Б. Основы спутникового геопозиционирования: Учебное пособие, 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Географический факультет МГУ, 2012. — 256 с.**

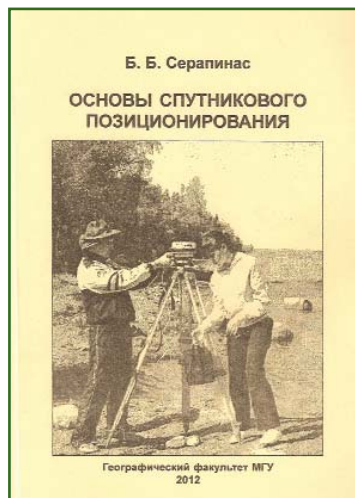
Книга знакомит студентов с устройством и применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Эти системы достигли значительного технического и технологического совершенства, и их развитие бурно продолжается. В мире происходит интенсивное внедрение ГНСС в разнообразные области человеческой деятельности. Они обеспечивают плано-высотной основой тематические съемки и полевые географические исследования. Можно сказать, что ГНСС стали весьма заметным и важным социальным явлением.

Автор пытался учесть современные достижения в рассматриваемой области и изложить их в доступном и понятном виде. Вместе с тем предполагается, что у студентов имеются определенные представления о геодезических системах координат, гравитационном поле Земли и системах отсчета высот.

Материал в пособии изложен по отдельным темам. Каждая тема заканчивается списком литературы, в том числе, представленной в Интернет.

К тексту книги прилагается список использованных сокращений, а отдельная глава посвящена понятиям и терминам, относящимся к рассматриваемым в ней вопросам.

Пособие предназначено для студентов Московского государственного университета имени



М.В. Ломоносова, обучающихся по направлению «Картография и геоинформатика». Работа выполнена на кафедре картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

По материалам аннотации к книге

новая серия трассоискателей СТАЛКЕР 75-04 СТАЛКЕР 15-04

приборы для поиска скрытых коммуникаций и оценки состояния изоляции на глубине до 10 м и дальности до 10 км

Генераторы ГТ-75/ ГТ-15

- Максимальная мощность 75 Вт/ 10 Вт (непрерывный и импульсный режим генерации)
- 4 частоты (возможны частоты на заказ)
- Измерение тока, подаваемого в линию
- Передающие клещи КИ-50 (**НОВИНКА**)

Приемник ПТ-04

- Высокая помехоустойчивость
- Автоматическое измерение глубины и силы тока
- Определение направления тока
- Точная локализация мест повреждения изоляции
- Навигация влево/вправо

Стабильная работа при температуре -30 °С до +55 °С
Влагозащищенное и ударопрочное исполнение



РАДИО-СЕРВИС
научно-производственная фирма

426033, г. Ижевск, а/я 4579, ул. Пушкинская, 268
тел.: [3412] 43-91-44, факс: [3412] 43-92-63
e-mail: office@radio-service.ru, www.radio-service.ru

ОБОРУДОВАНИЕ JAVAD GNSS В РОССИИ: ИТОГИ ЗА ТРИ ГОДА

В.В. Максименко («УРАЛГЕОТЕХНОЛОГИИ», Екатеринбург)

В 2009 г. окончил физический факультет Уральского государственного университета им. А.М. Горького по специальности «информационные системы в технике и технологиях», в 2011 г. — Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина с присвоением квалификации «магистр техники и технологий». С 2008 г. работает в ЗАО «УРАЛГЕОТЕХНОЛОГИИ», в настоящее время — руководитель отдела продаж. Одновременно — преподаватель в Институте урбанистики Уральской государственной архитектурно-художественной академии.

В настоящее время при выполнении геодезических работ все большее внимание уделяется скорости, точности, достоверности получения и отображения результатов. В связи с этим у геодезистов, топографов и строителей возникла потребность в получении результатов измерений с оценкой их точности непосредственно в полевых условиях. Для этих целей можно достаточно эффективно использовать спутниковые геодезические приемники в режиме кинематики реального времени (RTK).

Отвечая на запросы пользователей о необходимости простого и надежного решения, компания JAVAD GNSS в 2008 г. выпустила серию оборудования TRIUMPH. Благодаря своей надежности и практичности новые приемники GNSS быстро стали популярными. За счет подключения программным путем новых опций можно модернизировать оборудование, не доставляя его в сервисный центр, экономя, тем самым, время и средства.

Для удобства клиентов с 2010 г. приемники JAVAD TRIUMPH-1 стали поставляться с опцией RTK, встроенными GSM и УВЧ модемами, с возможностью приема сигналов спутников ГЛОНАСС и др. После этого многофункциональный и усовершенствованный TRIUMPH-1 стал еще более востребованным у покупателей. Такой подход, по нашим оценкам, позволил изменить и перераспределить соотношение приемников GNSS различных

производителей, продаваемых компанией «УРАЛГЕОТЕХНОЛОГИИ», в пользу JAVAD GNSS (рис. 1). Большинство клиентов компании стали работать в режиме RTK. По их отзывам, эффективность труда и точность измерений после этого значительно повысились.

Компанией «УРАЛГЕОТЕХНОЛОГИИ», давним и надежным партнером компании JAVAD GNSS, была реализована программа замены оборудования (trade-in) под маркой JAVAD предыдущего поколения (например, приемников JAVAD Maxor), а также других производителей, на новые приемники серии TRIUMPH.

За последние годы специалистами компании приобретен большой опыт использования оборудования JAVAD GNSS в различных полевых условиях и режимах работы, а именно:

— при температуре от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$;

— в лесу и в условиях городской застройки;

— в режиме RTK совместно с оборудованием других производителей.

Учитывая пожелания клиентов и технических специалистов компаний-партнеров, JAVAD GNSS выпустила обновления для программного обеспечения приемников, контроллеров (TRACY) и офисного ПО (Justin), набор бесплатных программ (NetView, NetHub, Justin Link), а также организовала возможность оперативной передачи замечаний и пожеланий непосредственно разработчикам с помощью онлайн службы технической поддержки. Следует подчеркнуть, что все обновления поставляются бесплатно на протяжении срока службы оборудования.

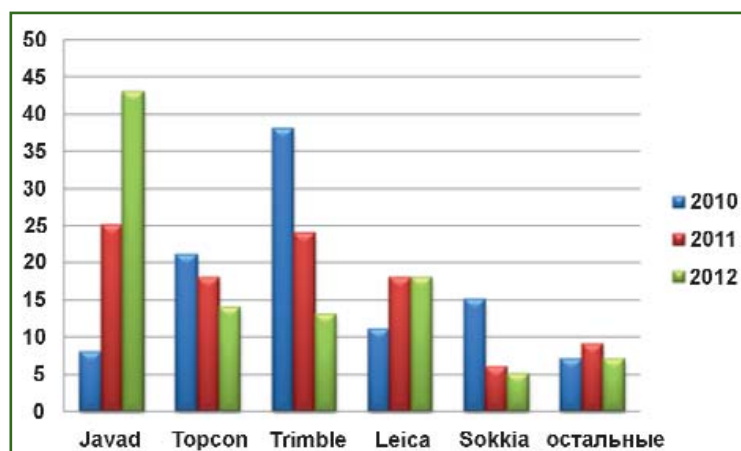


Рис. 1

Соотношение количества приемников GNSS, проданных компанией «УРАЛГЕОТЕХНОЛОГИИ» в России в 2010–2012 гг.

Большие функциональные возможности, заложенные в технологию и СБИС (сверхбольшая интегральная схема — *Прим. ред.*) TRIUMPH, позволили создать универсальные геодезические приемники, предназначенные как для различных видов измерений при инженерно-геодезических изысканиях, так и для решения узкоспециализированных задач. Среди них:

- TRIUMPH-VS — приемник ГНСС для работы в режиме RTK, а также при создании и обновлении информации в ГИС-проектах;

- TRIUMPH-1 — приемник ГНСС для работы в режиме RTK и в качестве базовой станции;

- ALPHA — легкий подвижный геодезический приемник ГНСС («ровер»);

- DELTA — приемник ГНСС для одиночной базовой станции;

- SIGMA — приемник ГНСС для работы в качестве многофункциональной базовой станции;

- GISmore — легкий и компактный приемник ГНСС для работы с ГИС-проектами.

Кроме спутниковых геодезических приемников ГНСС компания JAVAD GNSS выпускает:

- УВЧ радиомодемы мощностью 4 и 35 Вт (совместимые с оборудованием других производителей);

- антенны ГНСС (5 видов);

- OEM-платы;

- бесплатное программное обеспечение для работы с приемниками ГНСС, базовыми станциями, файлами «сырых» данных.

Особенно хочется отметить ставший наиболее известным в последние годы приемник TRIUMPH-1 — легкий, компактный, эргономичный, усовершенствованный по дизайну и функциональным возможностям. Он привлекает специалистов следующими несомненными достоинствами:

- встроенная антенна позволяет принимать сигналы всех существующих глобальных навигационных спутниковых систем;

- пользовательский интерфейс (MinPad) дает возможность

проводить съемку в режиме «стой и иди», запускать RTK базу и т. п.;

- встроенный радиомодем или GSM/GPRS модуль обеспечивают надежную радиосвязь при передаче поправок, не требуют дополнительных кабельных соединений при работе как в качестве подвижного приемника, так и базового;

- аккумуляторные батареи гарантируют до 15 часов непрерывной работы приемника;

- опциональный разъем внешней антенны позволяет использовать приемник в качестве базовой станции или в случае необходимости приема сигналов ГНСС на некотором расстоянии от него.

Компания JAVAD GNSS не останавливается на достигнутом. В 2011 г. был выпущен принципиально новый геодезический приемник ГНСС — TRIUMPH-VS, совмещающий в компактном корпусе антенну, приемник и контроллер. TRIUMPH-VS оптимально подходит для выноса проекта в натуру и топографической съемки в режиме RTK при строительстве, обновления картографической информации в ГИС-проектах, межевания земель и др. Встроенные цифровые камеры позволяют сохранять фотографии пунктов и местности возле них при съемке, а также выполнять визуальный вынос точек (VSO) в натуру. Кроме того, с помощью встроенного микрофона легко добавлять голосовые заметки в процессе съемки, а звуковые сигналы, подаваемые приемником, помогают оператору, обращая его внимание на завершение съемки, необходимость перейти на другой пункт или о потере сигнала спутников. Благодаря современному контроллеру с большим жидкокристаллическим активным экраном, процесс управления приемником упростился, появилась возможность настраивать его на различные виды работ непосредственно в полевых условиях (т. е. отпала необходи-

мость в дополнительном офисном ПО для настройки и управления). В условиях современной ситуации на рынке оборудования ГНСС главным достоинством и преимуществом приемников становится именно производительность, достигаемая удобством, быстротой и относительной простотой настройки, снижением количества внешнего дополнительного оборудования (модемов, контроллера и т. п.), возможностью постепенной модернизации с помощью загрузки новых опций.

Стоит сказать несколько слов о программном обеспечении TRACY, поставляемом в комплекте с контроллерами Victor и VICTOR-VS. В TRACY имеется три модуля — PPK, RTK и CDU. PPK обеспечивает работу в режимах «стой и иди», «статика», «кинематика» и «базовая станция». RTK предназначен для работы в режиме RTK. CDU дает возможность проводить общие настройки приемника.

Самым популярным модулем является RTK. В нем, кроме настройки измерений в различных режимах RTK, реализована функция создания собственных систем координат несколькими методами, а также функция CoGo («координатная геометрия») для выполнения различных разбивочных работ и получения координат недоступных точек, например углов зданий под навесом.

В приемнике TRIUMPH-VS и контроллере VICTOR-VS применяется ПО TRIUMPH, обладающее не меньшими возможностями, чем TRACY, и имеющее современный дизайн (рис. 2). Программы TRACY и TRIUMPH можно смело рекомендовать для всех видов геодезического обеспечения строительных работ при использовании оборудования компании JAVAD GNSS. При этом обе программы развиваются и совершенствуются, приобретая все новые и новые функции.

За три года продаж оборудования серии TRIUMPH на территории России специалистами



Рис. 2

Координатная геометрия в ПО TRACY (слева) и TRIUMPH

компании JAVAD GNSS были решены десятки задач, облегчающих выполнение полевых измерений и обработку полученных результатов. Вот несколько примеров. Все начиналось с требований заказчиков о совместимости нового поколения приборов компании с уже существующим оборудованием других производителей, будь-то одиночные базовые станции, сети базовых станций для работы в режиме RTK или радиомодемы. Итогом этих лет стали:

— обеспечение возможности полноценной работы подвижных приемников серии TRIUMPH в режиме RTK в сетях с базовыми

станциями компаний Trimble, Leica, Topcon;

— создание наборов настроек в приемниках TRIUMPH, используемых в качестве базовых станций, для работы с подвижными приемниками ГНСС других производителей;

— реализация функции передачи результатов измерений в форматах TXT, DXF, TAB, MIF/MID с объекта в офис (на ftp или по e-mail) с помощью контроллера;

— подтверждение по результатам полевых испытаний работоспособности оборудования компании JAVAD GNSS при крайне высоких и низких температурах, а также в суровых погодных условиях;

— установка базовых станций ГНСС для обеспечения работы в режиме RTK и хранения архива «сырых» наблюдений в Екатеринбурге и Новосибирске.

До сих пор ни один из мировых производителей спутникового геодезического оборудования не может предложить полного аналога приемника TRIUMPH-1 по техническим характеристикам и надежности: 99,7% проданных приборов ни разу не проходили гарантийный и послегарантийный ремонт (рис. 3). Аналогичная ситуация складывалась с приемниками серии Махор и наблюдается теперь с новыми приборами — TRIUMPH-VS.

Таким образом, можно утверждать, что творческая мысль, практические разработки и тех-

нологии, разрабатываемые специалистами компании JAVAD GNSS, опережают других производителей, претворяя в жизнь самые смелые мечты и чаяния геодезистов, а большой выбор приборов и простота их настройки в совокупности с возможностью последующей модернизации, делают продукцию JAVAD GNSS конкурентоспособной и интересной для покупателей. В настоящее время служба технической поддержки компании JAVAD GNSS предоставляет возможность задавать вопросы и оперативно получать на них ответы, в том числе в полевых условиях, непосредственно с экрана TRIUMPH-VS. Это обеспечивает более эффективное использование оборудования и позволяет решать возникающие проблемы с минимальными затратами времени и средств пользователей.

В 2011–2012 гг. компания «УРАЛГЕОТЕХНОЛОГИИ» значительно увеличила продажи спутниковых геодезических приемников компании JAVAD GNSS и заняла первое место по объемам продаж в России и второе — в мире (по данным компании JAVAD GNSS). Такому успеху предшествовали проведенная серьезная работа и реализованные проекты. Был увеличен штат сотрудников компании «УРАЛГЕОТЕХНОЛОГИИ», отвечающих за сопровождение продаж и техническую поддержку оборудования, открыты филиалы в Москве, в Самаре и Уфе, введены в эксплуатацию базовые станции, реализована программа trade-in спутникового оборудования более чем для 100 клиентов.

RESUME

The leading Russian distributor of JAVAD products URALGEOTECHNOLOGII gives characteristics and advantages of JAVAD GNSS receivers, compares specifications and sales result of receivers from different manufacturers, resumes JAVAD equipment sales over the past three years.

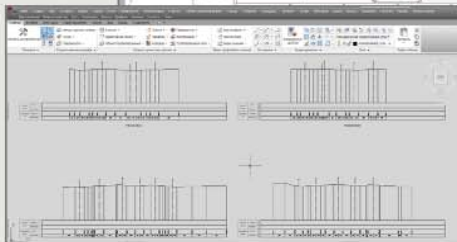
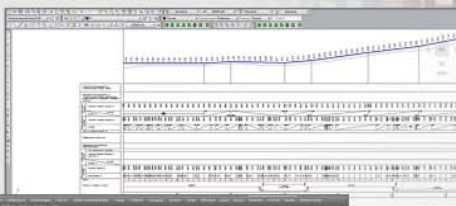
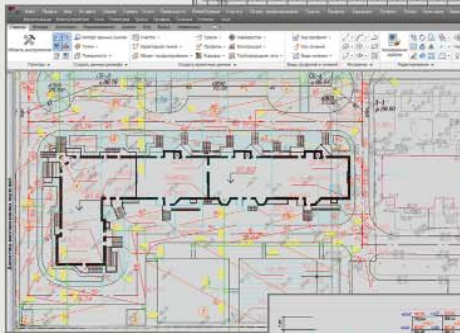
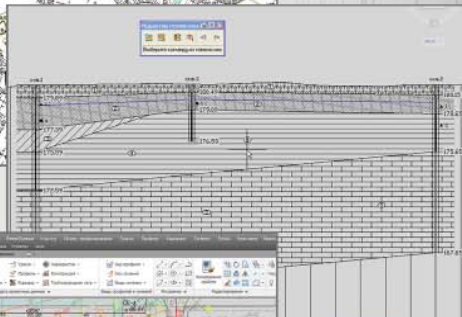


Рис. 3

Полевые работы с использованием TRIUMPH-1 в Екатеринбурге

МЫ ТВЕРДО СТОИМ НА ЗЕМЛЕ!

РЕШЕНИЕ
ДЛЯ ЛУЧШИХ
В ПРОМЫШЛЕННОМ
И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



GeoniCS – программный комплекс, позволяющий автоматизировать проектно-изыскательские работы. Предназначен для специалистов отделов изысканий, генплана и транспорта, инженерных сетей, внутриплощадочных сетей.

Состав программного комплекса GeoniCS:
Топоплан, Геомодель, Генплан, Сети, Трассы, Сечения.

CSoft
группа компаний

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

Владивосток 8-800-555-0711
Волгоград (8442) 26-6655
Воронеж (4732) 39-3050
Днепропетровск 38 (056) 371-1090
Екатеринбург (343) 237-1812
Иваново (4932) 33-3698
Казань (843) 570-5431
Калининград (4012) 93-2000
Краснодар (861) 254-2156
Нижний Новгород (831) 430-9025

Новосибирск (383) 362-0444
Омск (3812) 31-0210
Оренбург (3532) 77-3760
Пермь (342) 236-2585
Ростов-на-Дону (863) 206-1212
Самара (846) 373-8130
Санкт-Петербург (812) 496-6929
Тюмень (3452) 75-7801
Хабаровск 8-800-555-0711
Челябинск (351) 246-1812
Ярославль (4852) 42-7044

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В ПК GEONICS

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 ГлавНИЦ, 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».

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 — ведущий специалист отдела изысканий, генплана и транспорта.

Программный комплекс (ПК) GeoniCS предназначен для автоматизации повседневных задач, выполняемых специалистами различных проектных отделов, и позволяет работать над общим проектом промышленного или гражданского назначения в единой программной среде. Передача проектных решений не требует конвертации данных и исключает потерю информации. Наличие динамических связей обеспечивает автоматическую актуализацию всех данных при внесении любых изменений. ПК GeoniCS по-

могает сократить трудозатраты за счет применения заранее подготовленных шаблонов для выходных форм различных объектов. Кроме того, благодаря современным расчетным алгоритмам, достигается необходимая точность выполняемых работ.

Использование программного комплекса GeoniCS обеспечивает конкурентоспособность проектных организаций и увеличение их прибыли за счет повышения производительности и увеличения числа выпускаемых проектов.

В статье рассмотрены возможности ПК GeoniCS для обработки результатов топографо-геодезических и инженерно-геологических работ как единой технологической цепочки, которая включает решение следующих основных задач, возникающих при разработке проекта:

- уравнивание и обработка геодезических данных;
 - создание трехмерного топографического плана местности;
 - построение продольных и поперечных профилей по существующей поверхности;
 - построение инженерно-геологических колонок и разрезов;
 - обработка данных лабораторных исследований грунтов.
- При этом на конкретных примерах подробно рассказывается о некоторых особенностях новых модулей ПК GeoniCS — Сечения и Геомодель.

▼ Инженерная геодезия

Уравнивание и обработка геодезических данных. Программа GeoniCS Изыскания (RGS, RgsPl), основанная на практическом опыте специалистов предприятия «Румб» и алгоритме профессора МИИГАиК

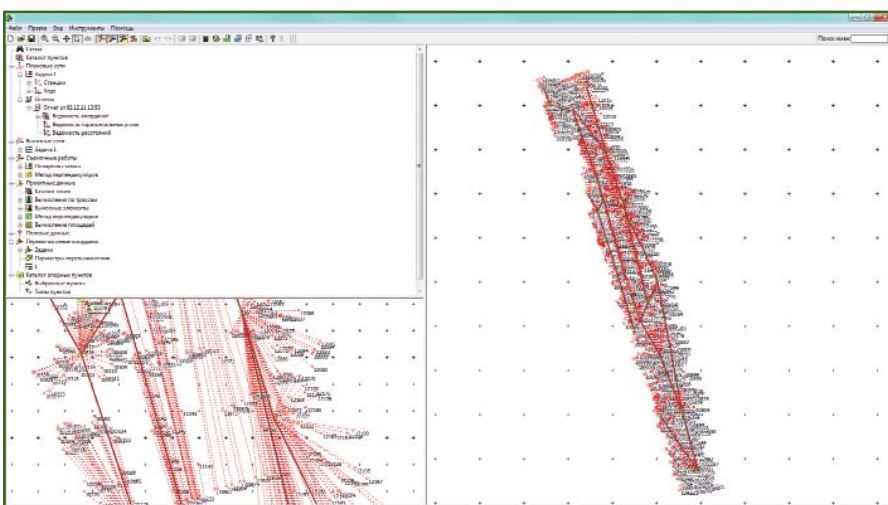


Рис. 1

Интерфейс программы GeoniCS Изыскания

А.С. Сафонова, предназначена для автоматизации задач в области геодезии (рис. 1). Сфера ее применения достаточно широка: обработка результатов топографических съемок как линейных, так и площадных объектов — вне зависимости от их объема. При этом программа не требует мощных системных ресурсов для рабочих мест, что позволяет использовать ее непосредственно в полевых условиях.

Для начала расчетов требуется импортировать данные с геодезического прибора, которым выполнялась съемка объекта. Программа поддерживает импорт данных со всех наиболее распространенных электронных геодезических приборов, используемых в России (в их «родных» форматах). Это позволяет получить данные по одному объекту с различных приборов без предварительной конвертации в единый формат и ускорить выполнение их обработки.

После импорта данные делятся на те, которые будут использоваться при уравнивании плановых и высотных сетей и которые попадут в обработку результатов топографической съемки. В программе имеются различные способы распределения данных, призванные ускорить их обработку перед уравниванием. Так, например, результаты тахеометрической съемки автоматически распределяются по станциям.

Перед началом уравнивания плановых и высотных сетей вводятся значения исходных опорных пунктов. При уравнивании вычисляется величина ошибки единицы веса каждого измерения и, если она превышает нормативное значение, эти данные могут редактироваться пользователем.

В тахеометрической съемке предусмотрена четырехсимвольная кодировка результатов измерений, которая позволяет

получить графическое отображение точек в виде условных топографических знаков. Камеральное кодирование снимаемых точек ситуации в данном случае не выполняется, так как ситуационный план передается в двумерном виде вместе с «сырыми» данными в формате геодезического прибора.

В результате обработки автоматически формируется полный набор отчетных ведомостей по всему объекту. Ведомости, заложенные в программе, создаются на основе шаблонов, которые пользователь может редактировать.

Создание трехмерного топографического плана местности. Для этих целей используется модуль Топоплан, представляющий собой ядро программного комплекса GeonіCS. GeonіCS Топоплан позволяет создать трехмерную модель местности с необходимыми параметрами оформления. Функционал программы обеспечивает возможность применения различных исходных данных для построения ЦМР, которая является основой при решении всех последующих задач с использованием высотных отметок. В качестве исходных данных для поверхности используются блоки AutoCAD, тексты, 3D-полилинии, горизонталы, триангуляции поверхностей, выполненных в других программах, текстовые файлы точек, файлы программы GeonіCS Изыскания.

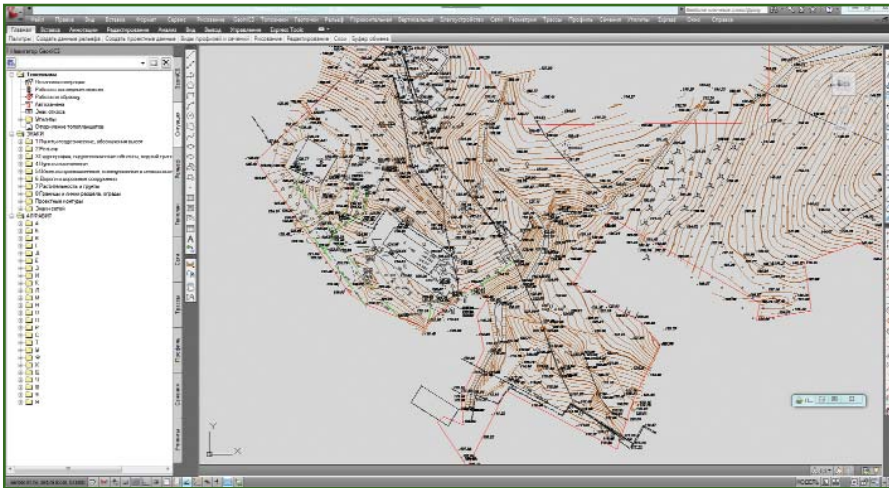
В приведенном примере для создания трехмерной поверхности в виде триангуляции Делоне были импортированы данные трех координат всех точек топографической съемки после уравнивания, сохраненные в формате программы GeonіCS Изыскания. Модуль Топоплан располагает обширным инструментарием для редактирования полученной триангуляции. Основными инструментами коррекции поверхности,

создаваемой в данном случае, стали редактор триангуляции и наборы специальных структурных линий. С их помощью выделялись характерные линии рельефа и очертания объектов и сооружений, имеющие непосредственное отношение к рельефу.

По откорректированной поверхности автоматически создавались горизонталы и их подписи. Для горизонталей предусмотрены дополнительные возможности, которые позволяют получить различную степень сглаживания, десементацию, цвет, утолщение и др.

Использование ситуационного плана без дополнительной обработки не представлялось возможным, поскольку все объекты двумерные и их большая часть разбита на отдельные примитивы AutoCAD. При отрисовке условных топографических знаков данные чертежа с ситуационным планом применялись частично. Для решения подобной задачи удобно использовать навигатор GeonіCS, который позволяет быстро найти требуемый знак по систематическому классификатору или алфавитному указателю. Навигатор содержит все условные знаки в соответствии со сборником «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500». В рассматриваемом примере, при отрисовке условных топографических знаков, использовались в основном два режима (сколка и замена) из трех доступных, каждый из которых предназначен для повышения производительности работ.

Когда трехмерная модель местности создана, GeonіCS Топоплан позволяет автоматически оформить топографические планшеты по указанной пользователем области в чертеже с необходимым зарамочным оформлением (рис. 2).

**Рис. 2**

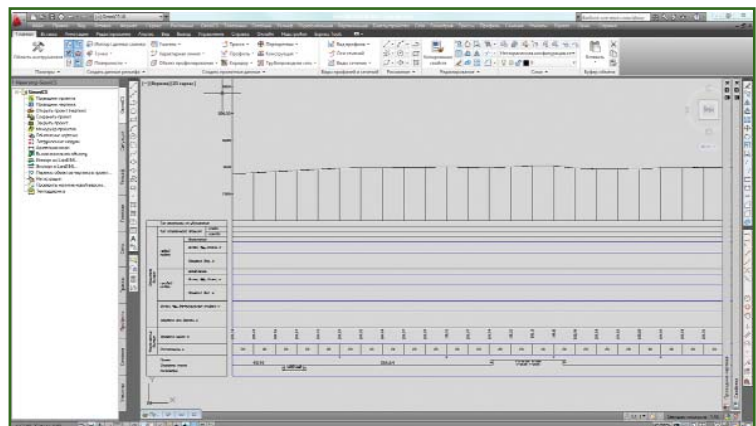
Топографический план местности, оформленный в модуле GeonICS Топоплан

Информация, подготовленная в модуле Топоплан, без конвертации может передаваться специалистам смежных отделов, работающих в ПК GeonICS. Это сокращает число ошибок и возможных искажений в данных. Для дальнейшей работы могут быть задействованы другие модули программного комплекса, и разработка проекта продолжится в единой среде GeonICS с поддержкой всех ранее созданных объектов.

Построение продольных и поперечных профилей по существующей поверхности.

Для решения этих задач предназначены модули ПК GeonICS — Трассы и Сечения. Программный модуль GeonICS Трассы обеспечивает создание осевых линий протяженных линейных объектов, построение проектных продольных профилей и формирование продольных профилей по существующей («черной») поверхности земли с необходимыми наборами подписей.

Для построения «черного» профиля любого линейного объекта требуется наличие ЦМР, созданной средствами GeonICS Топоплан, и осевой линии, которая находится в пределах границы существующей поверхности. Поэтому в рассматриваемом примере использовался

**Рис. 3**

Продольный профиль по существующей поверхности

проект с поверхностью и ситуационным планом, переданными после соответствующей обработки в модуле Топоплан. Средствами модуля Трассы формируется новая осевая линия на основе примитивов в чертеже или геометрических элементов, предварительно созданных для этой цели, а также по отрисованному ранее линейным условным топографическим знакам.

При построении продольного профиля по поверхности программа позволяет определить стиль оформления как при создании линии, так и в окне продольного профиля. Можно выбрать набор для подпрофильной таблицы, отредактировать его и сохранить в шаблоне чертежа. В данном случае для линии про-

филя была задана опция формирования вершин по осевой линии трассы с шагом 20 м (рис. 3).

Средствами программного модуля GeonICS Сечения поперечные профили формируются по линиям сечений, которые могут создаваться в программе по диапазонам пикетов, любому пикету, плану или продольному профилю, пользовательским точкам или полилиниям. В нашем примере поперечные профили строились по «черной» поверхности, а линии сечений создавались на пикетах по всей длине осевой линии, включая

начальную и конечную точки. Построенные поперечные сечения затем вставлялись в чертеж с определенными настройками отображения в окне линий поперечных профилей (рис. 4).

Трехмерная поверхность, поперечные и продольные профили в дальнейшем могут использоваться для нанесения геологических данных, а также для решения других задач в смежных отделах проектных институтов.

Инженерная геология

Построение инженерно-геологических колонок и разрезов. Это одна из основных задач, которую решает инженер-геолог, размещая инженерно-геологическую информацию на

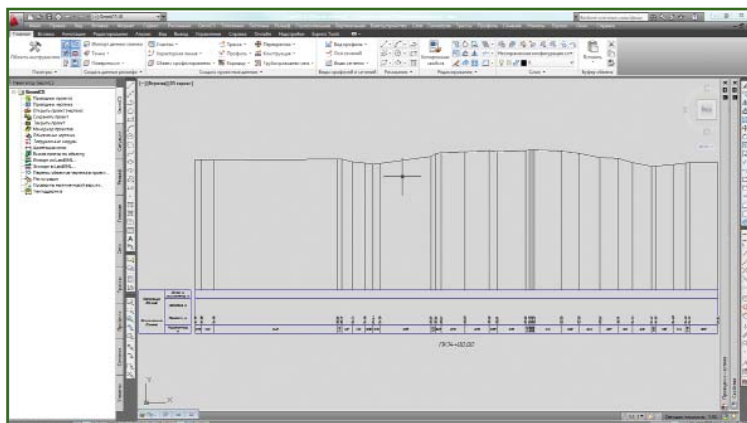


Рис. 4
Поперечные профили по существующей поверхности

продольных и поперечных профилях, подготовленных с помощью модулей Топоплан, Трассы и Сечения ПК GeoniCS.

Для ее решения предназначен новый модуль ПК GeoniCS Геомодель, позволяющий автоматизировать процесс подготовки графических отчетных документов по инженерно-геологическим изысканиям (инженерно-геологические колонки и разрезы). Все команды собраны в проводнике чертежа. Исходная геологическая информация по объекту хранится в чертеже, что очень удобно и не требует дополнительных действий при импорте данных.

Перед началом работы в модуле Геомодель необходимо создать новый объект «Площадка». Площадка — это набор геологических данных по конкретному объекту (перечень инженерно-геологических элементов (ИГЭ), водоносных горизонтов, проб, скважин, колонок и разрезов). В программном модуле уже имеется настроенный каталог всех грунтов с соответствующими штриховками, подготовленный на основе требований ГОСТ 21-302–96.

Затем необходимо сформировать набор ИГЭ, которые встречаются на территории, где проведены инженерно-геологические работы. Для этого указывается тип грунтов, их консистенция, грунты включения и

задается геологический индекс.

Аналогичным образом формируются водоносные горизонты. Далее в проводнике чертежа задается информация по всем скважинам вдоль проектируемой трассы линейного объекта. На топографическом плане указывается местоположение каждой скважины, и пересчитываются их плановые координаты в пикетные значения трассы, по которой строится разрез. Для этих целей используется функция «Пересчитать координаты по пикетажу». Выбрав эту функцию, указывают название трассы, в пикетаже которой должны быть пересчитаны координаты. Абсолютная отметка устья скважины автоматически определяется по трехмерной модели рельефа, подготовленной в модуле ПК GeoniCS

Топоплан. После определения плановых и высотных координат каждой скважины задается мощность инженерно-геологических элементов, консистенция грунта, сведения о воде и пробах. Вся эта информация хранится в создаваемом чертеже, что облегчает ее обработку и редактирование.

После экспорта с чертежа данных в Microsoft Excel автоматически формируется таблица «Каталог выработок», которую можно использовать в отчетной документации. По каждой скважине создается инженерно-геологическая колонка, которая отображается в отдельном окне. В настройках свойства окна колонки задается масштаб и стиль оформления (рис. 5). Все настройки сохраняются в шаблоне и могут использоваться в последующих проектах.

Инженерно-геологическая информация по подготовленным таким образом скважинам может быть автоматически объединена с данными изыскательского профиля, полученного в ПК GeoniCS Топоплан и Трассы. Для этого выбирают скважины, которые будут участвовать в построении профиля, указывают название трассы и окна профиля, а затем задают вертикальный масштаб для отображения геологической информации. Инженерно-геоло-

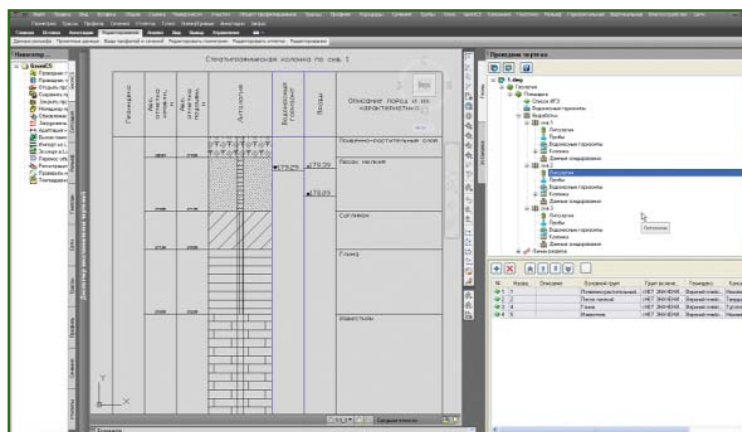


Рис. 5
Пример оформления инженерно-геологической колонки

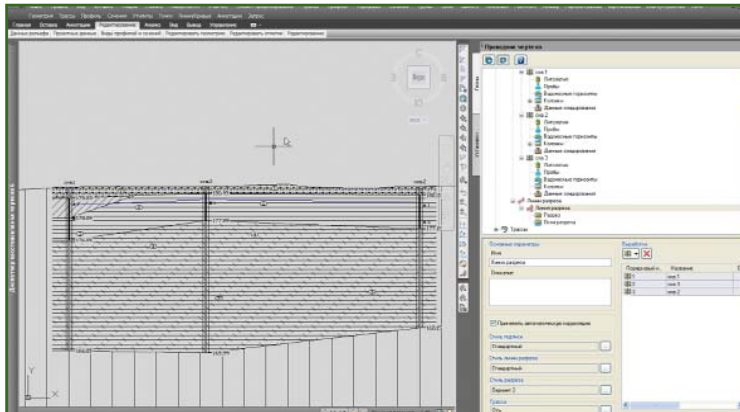


Рис. 6
Пример оформления инженерно-геологического разреза

гическая информация появляется в окне вместе с изыскательским профилем (рис. 6). С помощью команды «Стиль разреза» можно настроить любое отображение разреза. Все настройки сохраняются в шаблоне.

Если при инженерно-геологических работах бурились зондировочные скважины и есть данные по ним, то при построении инженерно-геологического разреза для таких скважин следует указать характеристику «Экстраполировать на глубину» (рис. 7). Зондировочная скважина не учитывается при автоматической корреляции подошвы нижнего ИГЭ.

Уточнить положение ИГЭ между скважинами, т. е. откорректировать конфигурацию выклинивающихся слоев (линзы), удалить или добавить линию раздела слоев позволяет «Редактор разреза». С помощью этого инструмента можно быстро и наглядно изменить вид и протяженность линзы.

Обработка данных лабораторных исследований грунтов. Программа GeoniCS Инженерная геология позволяет проводить обработку и интерпретацию данных лабораторных испытаний и статического зондирования грунтов, формировать отчетную документацию, соответствующую российским нормам и стандартам. Пользователю также предоставлена воз-

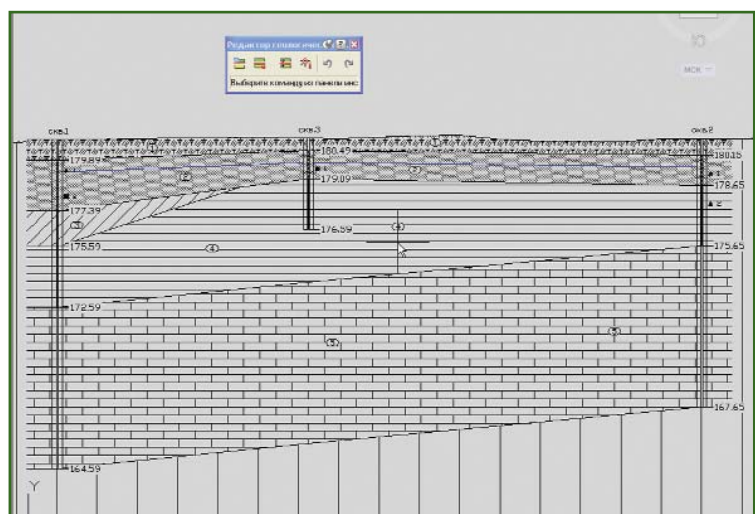


Рис. 7
Пример оформления инженерно-геологического разреза с зондировочной скважиной

можность передавать исходные данные и автоматически создавать инженерно-геологические разрезы и колонки в AutoCAD или AutoCAD Civil 3D.

Исходная информация и результаты расчетов хранятся в одном файле как специальная база данных. Для расчета параметров физико-механических характеристик грунтов необходимо задать данные первичной лаборатории. По полученным расчетным характеристикам программа автоматически определит тип грунта. Помимо расчетных характеристик в отчетах отображаются необходимые графические зависимости. Бланки лабораторных исследований сформированы в форма-

те Microsoft Word, что позволяет редактировать их стандартными средствами этой программы.

После обработки результатов лабораторных испытаний для всех проб в Microsoft Excel по скважинам и ИГЭ формируется сводная ведомость физико-механических характеристик грунтов. При необходимости, полученную ведомость можно отредактировать.

Затем выполняется статистическая обработка результатов всех лабораторных испытаний, и создаются отчетные ведомос-

ти. При ручной обработке данных лабораторных испытаний такие ведомости создают редко, но использование программного обеспечения упрощает эту задачу, а ведомости по каждому ИГЭ формируются автоматически.

RESUME

Possibilities of the GeoniCS PC to process the results of topographic and geodetic and geotechnical works in a single technological chain are considered. A specific example describes the PC GeoniCS modules — Researches, Topoplan, Trails, Engineering geology, as well as highlights some features of the new modules — Sections and Geomodel.

Вопросы по терминологии, поднимаемые профессором Г.А. Шануровым, особенно близки редакции журнала, поскольку с ними приходится сталкиваться при подготовке к публикации практически каждой статьи. Они касаются большинства новых технологий, разработанных на стыке различных областей знаний. В сфере спутникового позиционирования эти проблемы возникли в 1990–1995 гг., когда появилась первая пользовательская аппаратура и руководства к ней на английском языке, а опыт и знания еще отсутствовали. Именно тогда были подготовлены первые «кальки» этих руководств, поскольку русскоязычные термины в открытой технической литературе отсутствовали. Но особенно проблемы в терминологии обострились в настоящее время, когда системы глобального спутникового позиционирования стали доступны не только специалистам. Например, такой образный термин как «джипиэска», растиражированный в рекламных проспектах и Интернет, уже применяется не только в разговорной речи, но и в серьезных публикациях. Поэтому редакция журнала благодарит Геннадия Анатольевича за затронутые в статье вопросы.

Соглашаясь с ним, что принципиальные ошибки в переводе технических терминов могут привести к неверному пониманию сути процесса, нельзя смириться с тем, что «этого уже не изменить». Искоренение технически неверных определений — кропотливая, но выполняемая работа. Редакция нашего журнала в силу своих знаний и благодаря помощи многочисленного отряда авторов старается свести к минимуму разногласия в терминах, но этого не достаточно. Такой непростой работой должны заниматься, в первую очередь, преподаватели высших и средних специальных учебных заведений при чтении лекций, ведении практических занятий, написании учебных пособий, монографий, выступлениях на конференциях и, конечно, при публикации статей.

Поддерживая большинство высказываний Г.А. Шанурова, хотелось возразить по поводу термина «GPS». Он появился в технической литературе не как обобщающее понятие систем глобального спутникового позиционирования, а как название прибора, реализующего возможности системы NAVSTAR, — «приемник GPS». С нашей точки зрения, его применение в качестве синонима NAVSTAR в русскоязычной технической литературе вполне обосновано. Поэтому, еще с первых публикаций, аппаратуру пользователя, работающую только с NAVSTAR, мы называем «спутниковый приемник GPS», работающую только с ГЛОНАСС — «спутниковый приемник ГЛОНАСС», а появившуюся позднее аппаратуру, поддерживающую несколько систем, — «спутниковый приемник ГНСС».

Редакция журнала

О ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Г.А. Шануров (МИИГАиК)

В 1971 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в отделе инженерных изысканий в/ч 33859. С 1975 г. работает в МИИГАиК, в настоящее время — профессор кафедры высшей геодезии. Доктор технических наук. Член Международной ассоциации геодезии (IAG).

Примем за доказанное, что геодезисты в той или иной степени владеют спутниковыми методами геодезических измерений. С меньшей степенью уверенности можно утверждать, что значительная часть российских геодезистов знако-

ма с англоязычными терминами в области спутниковых измерений. Эта терминология пришла к нам вместе с технической документацией, сопровождающей спутниковые приемники GPS NAVSTAR и программное обеспечение. Документация

изначально была переведена на русский язык не вполне адекватно. Другими словами, люди, взявшиеся переводить техническую документацию по геодезии и навигации, не были специалистами в этих областях. Следует отметить, что такие

неквалифицированные переводы технических терминов называют «калькой». В результате термин «office processing» был переведен как «офисная обработка», а не как «камеральная обработка», понятный любому геодезисту. «Reference station» перевели как «референсная станция», и не использовали принятый в геодезии и навигации термин «базовая станция» или «базисная станция». Есть и другие вошедшие в практику понятия, переведенные с английского на русский язык по принципу «кальки». Этого уже не изменить.

Хотелось бы обратить внимание заинтересованных специалистов, профессионалов в области геодезии и навигации, на принципиальные ошибки в переводе технических терминов. Начнем с названия системы GPS NAVSTAR.

Официальное и полное название этой системы — Global Positioning System; Navigation System with Timing and Ranging. Его первая часть означает, что система позволяет получить в виде конечного результата: система осуществляет позиционирование (positioning). Другими словами, в смысле обработки результатов геодезических измерений, конечным результатом является вектор определяемых величин. В некоторых публикациях термин «позиционирование» отождествляют с термином «определение местоположения». На самом деле, позиционирование — это определение мгновенных координат движущегося носителя (в данном случае, носителя спутниковой аппаратуры) и вектора его скорости. Поэтому определение местоположения является частным случаем позиционирования.

Вторая часть названия системы определяет, что является вектором измеряемых величин.

Т. е., говорит о том, что система измеряет время и интервалы времени (timing), а также дальности (ranging) от спутников до спутниковых приемников. На самом деле, и об этом написано далее, система дальности не измеряет.

Термин Global Positioning System перевели как «глобальная система позиционирования». Задумаемся над вопросом: что важнее для геодезиста и навигатора (штурмана) как пользователя данной системы — чтобы система или позиционирование было глобальным? Даже студенты, немного подумав, отвечают, что существенным признаком является не глобальность системы, а глобальность позиционирования, т. е. принципиальная возможность выполнять измерения (навигацию) в любом регионе земного шара. На практике геодезисту и навигатору не важно, глобальна ли спутниковая система, тем более, что термин «глобальная система» строго не определен. Формально система и не является глобальной, поскольку станции слежения распределены по поверхности Земли не равномерно. Специалисту важно осуществлять именно глобальное позиционирование. Другими словами, чтобы была возможность работы в любом регионе поверхности суши и Мирового океана.

Более того, человек, владеющий английским языком, знает, что выражение Global Positioning System нужно переводить, начиная с последнего, а не с первого слова. Следовательно, это название не только по смыслу, но и чисто формально, переводится не как «глобальная система позиционирования», а как «система глобального позиционирования».

Вернемся к термину «позиционирование». Несколько

обобщив сформулированное ранее понятие, отметим, что позиционирование, как принято в теоретической механике, — это определение вектора состояния объекта. Вектор-столбец включает шесть элементов: три мгновенных координаты объекта и три составляющих вектора скорости его перемещения. В работе [1] приведено используемое в спутниковой навигации понятие расширенного вектора состояния объекта — носителя спутниковой аппаратуры. Расширенный вектор состояния, в дополнение к шести элементам, включает еще один: поправку часов спутникового приемника относительно времени конкретного спутника. Все это справедливо и для решения задач навигации. По этой причине автор считает, что термины «позиционирование» и «навигация» являются синонимами.

Из сказанного следует, что и термин Global Navigation Satellite System (GNSS) переведен некорректно. Вместо термина «глобальная навигационная спутниковая система» (ГНСС) правильно использовать термин «система глобальной спутниковой навигации» (СГСН) или «спутниковая система глобальной навигации» (ССГН).

Сопоставим названия GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. Название американской системы по понятным причинам сократили до GPS и говорят о двух системах: GPS и ГЛОНАСС. Однако в англоязычной литературе российскую систему называют GPS GLONASS. И это вполне корректно, поскольку ГЛОНАСС выполняет те же функции, что и GPS NAVSTAR и, следовательно, также является системой глобального позиционирования. Поэтому, если уж сокращать название американской системы, то не до GPS, а до NAVSTAR.

Автор отдает себе отчет в том, что такого переименования не будет, поскольку GPS въелась уже и на бытовом уровне. Навигационные спутниковые приемники называют GPS-навигаторами. При этом не понимают, что навигатор — это специалист, чаще всего штурман, и этим термином нельзя называть прибор. Однако думается, что в публикациях, в том числе и в научно-технических, не так уж трудно употреблять полное название системы GPS NAVSTAR либо, как это принято в интерфейсном документе, давать это название в виде GPS (NAVSTAR). Именно такой подход автор использует в работе со студентами и дипломированными специалистами.

Рассмотрим, что именно измеряют спутниковые приемники: вначале по форме, т. е., применительно к используемой терминологии. Во многих публикациях, в том числе в учебных пособиях, научных статьях и диссертациях, пишут, что в спутниковой системе измеряют псевдодальности. В частности, что в кодовом навигационном режиме наблюдений измеряют кодовые псевдодальности, а в фазовом геодезическом режиме наблюдений — фазовые псевдодальности; кодовая псевдодальность отличается от дальности из-за несинхронности работы часов приемника относительно работы часов спутника, а фазовая псевдодальность — из-за несинфазности работы генератора приемника и стандарта частоты спутника. Утверждают, что если ввести поправки за несинхронность и несинфазность, то соответствующая псевдодальность превратится в дальность. Это ошибка, приводящая к прискорбным принципиальным заблуждениям. К данному обстоятельству вернемся позже, а пока рассмот-

рим корректность, в смысле именно терминологии, использования частицы «псевдо».

Следуя ходу рассуждений авторов упомянутых публикаций, можно утверждать, что «псевдовеличина», исправленная соответствующей поправкой, превращается в измеренную величину. Известно, однако, что во все результаты высокоточных и точных геодезических измерений вводят те или иные поправки. Поэтому получается, что геодезисты измеряют псевдорасстояния, псевдоуглы, псевдопревышения, а также псевдоразности ускорения силы тяжести. Абсурдность написанного приводит к мысли о том, что использование частицы «псевдо» является некорректным. При этом автор признает, что в учебном пособии [2] он использовал термин «псевдодальность», а также употреблял его в ходе чтения лекций. Сожалея об этом, автор пытается оправдать себя тем, что во время подготовки учебного пособия он опирался на авторитетные источники и не дошел до глубины понимания процесса.

Рассмотрим теперь вопрос об измеряемых спутниковой системой величинах по существу. Для простоты понимания проведем сначала аналогию с наземным светодальномером. Импульсный светодальномер измеряет интервал времени, в течение которого электромагнитный импульс проходит определяемое расстояние (дальность) в прямом и в обратном направлениях. Фазовый светодальномер измеряет разность фаз электромагнитного колебания, прошедшего определяемое расстояние (рабочее, дистанционное, информационное колебание), и опорного электромагнитного колебания, которое проходит внутри приемопередатчика светодальномера:

через его блоки и по его цепям [3]. Следовательно, светодальномер, несмотря на название, не измеряет расстояние, а определяет его косвенно. По аналогии, кодовый спутниковый приемник измеряет интервал времени, который сигнал затрачивает на то, чтобы преодолеть расстояние от спутника до приемника. Результат этого измерения искажен из-за несинхронности часов приемника относительно часов спутника. Геодезический — фазовый спутниковый приемник непрерывно измеряет и регистрирует разность фаз несущих колебаний сигнала от спутника (частота изменена вследствие доплеровского эффекта) и колебаний генератора (стандартов частоты) спутникового приемника. Результат измерения включает несинфазность колебаний генераторов приемника и спутника [4]. Эту несинфазность невозможно исключить или определить из результатов измерений, используя аппаратные методы, и по этой же причине реализовать процедуру разрешения многозначности результатов фазовых измерений, аналогичную той, что используют в фазовых наземных светодальномерах. Именно поэтому нельзя определить дальность от спутника до приемника так, как это делает наземный фазовый светодальномер. Возможность разрешить многозначность возникает только в том случае, если сформированы вторые разности результатов фазовых измерений [2, 4]. Это выполняет программа постобработки, и именно на основе вторых разностей вычисляют определяемые величины — разности координат пунктов геодезической сети. Если перевести понятие вторых разностей в линейную форму, то получается, что измеряемой величиной является разность раз-

ностей дальностей от двух одновременно работающих приемников до двух одновременно наблюдаемых спутников. Тем не менее, автору приходилось читать и слышать, например в ходе защит диссертаций, настоятельные утверждения о том, что в спутниковой системе измеряемой величиной является именно дальность от спутника до приемника. Таким образом, неточность в терминологии приводит к ошибочному пониманию сути предмета.

Существует поговорка о том, что там, где начинается спор о терминологии, наука заканчивается. Здесь речь, однако, идет не о науке, а о печальном состоянии терминологии в практике геодезии и навигации. Да и спора никакого нет, и без него ясно, что эта терминология чистотой не блещет. Требуется регулярное наведение

порядка, как в каждом приличном доме. И чем чаще это делать, тем лучше. В былые годы геодезиста высшей квалификации называли наблюдателем. Теперь специалиста, работающего со спутниковым приемником, благодаря тому же «калечному» переводу, именуют оператором. Хуже того. Все еще продолжая, несмотря на свой возраст, время от времени работать в поле, автор с изумлением узнал, что молодые геодезисты стали называть такого наблюдателя (оператора) «джипиэсником», а спутниковый приемник — «ждипиэской». Грустно, коллеги.

▼ Список литературы

1. Бакитько Р.В. и др. ГЛОНАСС — принципы построения и функционирования. Издание 3-е. Под редакцией А.И. Петрова и В.Н. Харисова. — М.: Радиотехника, 2005. — 687 с.

2. Шануров Г.А., Мельников С.Р. Геотроника. Наземные и спутниковые радиоэлектронные средства и методы выполнения геодезических работ. — М.: МИИГАиК, 2001. — 136 с.

3. Большаков В.Д., Деймлих Ф., Голубев А.Н., Васильев В.П. Радиогеодезические и электрооптические измерения. — М.: Недра, 1985. — 303 с.

4. В. Hofmann-Wellenhof, H. Lightenegger, J. Collins. Global Positioning System. Theory and Practice. Second edition. Springer-Verlag. Wien. New York. p. 326.

RESUME

A great deal of English terms concerning satellite measurements and including GPS Navstar, have been translated in Russian in a wrong manner. Mistakes in terms lead to misunderstanding the idea of the subject.



ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

КБ ПАНОРАМА

www.gisinfo.ru

Официальный разработчик
ГИС «Карта 2011», GIS ToolKit, GIS WebServer,
«Земля и Недвижимость»
Свидетельство Роспатента:
2010615871, 990438,
2007614529, 2007614531
© Copyright Panorama Group 1991-2012

ГИС Карта 2011

GIS WebServer

ГИС Сервер

GIS ToolKit

Панорама АГРО

3D-моделирование

Земля и Недвижимость

АРМ Кадастрового инженера



Вся палитра
ГИС-технологий

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
www.gisinfo.ru

СЕНТЯБРЬ

▼ Альгарве (Португалия),
22–28*

12-я Международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии»

Фирма «Ракурс»

Тел: (495) 720-51-27, 763-83-66

Факс: (495) 720-51-28

E-mail: conference@racurs.ru

Интернет: www.racurs.ru

▼ Москва, 26–28*

Международная конференция «Образование в области геодезии, кадастра и землеустройства: тенденции глобализации и конвергенции»

Международная федерация геодезистов (FIG), МИИГАиК, Международная академия недвижимости

Тел: (499) 262-53-65

E-mail: fig@miigaik.ru

Интернет: http://fig.miigaik.ru

ОКТАБРЬ

▼ Москва, 3–4

Autodesk University Russia 2012

Тел: (495) 730-78-87

Интернет: www.autodesk.ru/au

▼ Санкт-Петербург, 17–19*

Международная конференция «Актуальные проблемы инженерных изысканий, геодезических, картографических и кадастровых работ»

Санкт-Петербургское общество геодезии и картографии

Тел: (921) 916-20-72

E-mail: lomakin@watres.org

Интернет:

http://spbogik-20.ru

▼ Московская обл., 17–19

18-я конференция пользователей ПО Esri (ArcGIS) в России и странах СНГ

Esri CIS, «DATA+»

Тел: (495) 662-99-79

E-mail: dselifonova@dataplus.ru

Интернет: www.dataplus.ru,

http://esri-cis.ru

ДЕКАБРЬ

▼ Москва, 13–14*

VIII Общероссийская конференция «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации»

ОАО «ПНИИИС», НП СРО «АИИС», ООО «Геомаркетинг»

Тел/факс: (495) 366-26-84,

366-20-95, 366-13-28

E-mail: conf@geomark.ru

Интернет: www.geomark.ru

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

INTERGEO®
Конгресс и специализированная Выставка по
Геодезии, Геоинформации и Землеустройству

9 – 11 октября 2012
г. Ганновер, Выставочный Центр

совместно с:
Съездом к 60-той годовщине картографии Германии
3-ей Конференцией геодезистов Европы
(11 октября 2012)

Устроитель: DVW e.V.
Организатор Конгресса INTERGEO: DVW GmbH
Выставки INTERGEO: HINTE GmbH

www.intergeo.de

NEW!

Visit us at
INTERGEO 2012
Hall 7
Stand I20

1"
angle measuring accuracy

1mm+1ppm
distance measuring accuracy



RTS010



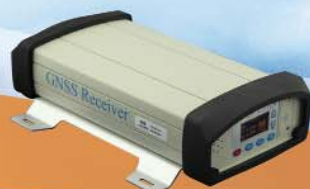
GTA1800



RTS330



RTS350



F60



F50

FOIF Since 1958
It's professional

For more information please visit our website:
www.foif.com
or email to: internationalsales@foif.com.cn
Suzhou FOIF Co.,Ltd.

ISO-9001
TÜV
CE
DNV
CERTIFICATED FIRM
Certificate No. QSC-5112

JAVAD GNSS
www.javadgnss.ru

Журнал «Геопрофи»
www.geoprofi.ru

«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»
www.gsi.ru

«Руснавгеосеть»
www.rusnavgeo.ru

КБ «Панорама»
www.gisinfo.ru

«ГеоНавигация»
www.geonav.ru

FOIF
www.foif.com

Spectra Precision
www.nikon-spectra.ru

Hi-Target
www.gnss-gps.com

Конференция FIG
http://fig.miigaik.ru

INTERGEO 2012
www.intergeo.de

Конференция СПб ОГК
http://spbogik-20.ru



РУСНАВГЕОСЕТЬ
с точностью до сантиметра

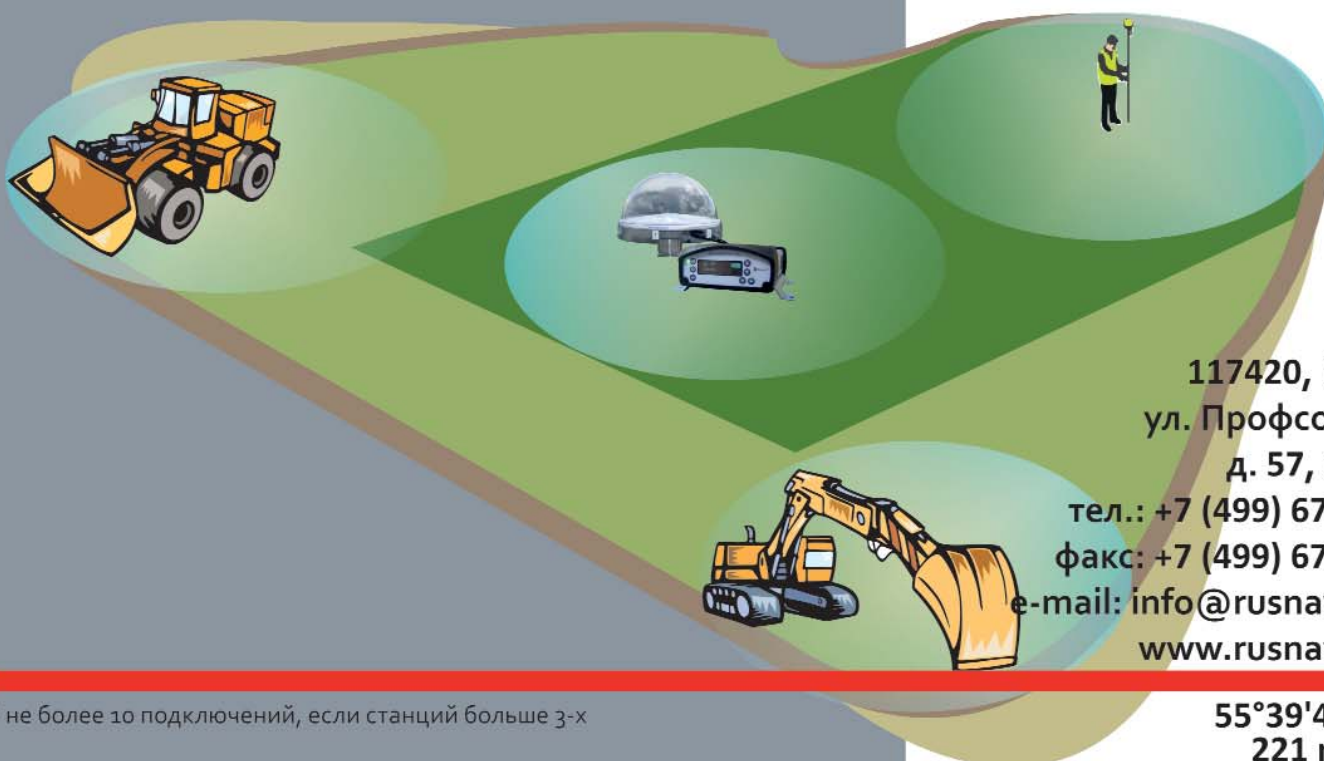
DATA X-CHANGE

МЫ ДЕЛАЕМ ГЛОНАСС ТОЧНЫМ

СЕТЬ ИЗ ЕДИНСТВЕННОЙ СТАНЦИИ

- Компания «Руснавгеосеть» запускает сервис для межоператорского обмена данными «Руснавгеосеть Data X-change».
- Уже сейчас к сервису подключено более 30 референчных станций, и их количество постоянно растет.
- Любой желающий может подключить свою референчную станцию к сети, и бесплатно получить 3* одновременных RTK-подключения на станцию, а также неограниченный объем данных для последующей обработки (RINEX).

- 3 одновременных RTK-подключения
- Неограниченный объем данных для постобработки
- Единственное условие - наличие собственной референчной станции



117420, Москва
ул. Профсоюзная,
д. 57, оф. 723
тел.: +7 (499) 678-20-63
факс: +7 (499) 678-20-89
e-mail: info@rusnavgeo.ru
www.rusnavgeo.ru

* не более 10 подключений, если станций больше 3-х

55°39'47".56 N
221 m 64 cm
37°32'52".22 E



Тахеометр
TRIMBLE® M3
с программой
TRIMBLE Access™

**Наш проверенный в поле инструмент
оснащен новейшей программой!**



Есть только один способ сделать хорошую вещь еще лучше – добавить к ней равноценный компонент. Новая комбинация надежного инструмента с многофункциональным программным обеспечением еще больше расширит ваши возможности и ускорит работу в поле.

Разработано геодезистами для геодезистов!

Примите участие в нашем опросе и выиграйте наручные часы Trimble

www.zoomerang.com/Survey/WEB22EV38GPR4Q



Trimble Export Limited
Московское Представительство
Бизнес-центр «НАХИМОВ»
Севастопольский проспект, д. 47А

Москва 117186
Россия
Тел.: +7 (495) 258-50-45
Факс: +7 (495) 258-50-44

