

#5
2009

ГЕОПРОФИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

INTERGEO 2009

20 ЛЕТ КОМПАНИЯМ:
ИТЦ «СКАНЭКС»
«КРЕДО-ДИАЛОГ»

ОБСУЖДАЕМ.
ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИИ

НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:
TRIMBLE M3
TORCON GLS-1000

ДАННЫЕ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА:
СОЗДАНИЕ ОРТОФОТОПЛАНОВ
МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ
ОБЪЕКТОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНАЯ
ДОКУМЕНТАЦИЯ

НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



ГЕОДЕЗИЯ КАК ОБЛАСТЬ ЗНАНИЙ

Ю.Е. Федосеев (НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК)

В 1970 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист», затем работал на предприятиях Министерства среднего машиностроения СССР. В 1974 г. поступил в аспирантуру МИИГАиК и после защиты кандидатской диссертации работал на кафедре прикладной геодезии ассистентом, доцентом и профессором. С 2001 г. — главный инженер МЦГК (Роскартография), с 2005 г. — ведущий научный сотрудник НИЦ МИИГАиК, руководитель лаборатории «Центр геодезии и кадастра». С 2001 г. по настоящее время — эксперт НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК в области инженерной геодезии.

Каждое новое рассмотрение фундаментальных проблем геодезии, так или иначе, приводит к необходимости установить исходные позиции дискуссии на современном уровне развития. В связи с этим, еще на начальном этапе, следует обозначить место геодезии как области знаний.

Любая область знаний имеет некоторую иерархию базовых понятий, определяющих остальные решения. К ним, в том числе, относятся:

- самоидентификация области знаний на ее современном этапе развития;
- система понятий и принятых обозначений, используемых при данном описании;
- структуризация понятий, в которых определяется данная область знаний.

Предлагается следующее современное видение геодезии как области знаний с учетом специфики рассматриваемой задачи.

Геодезия — наука, предметом которой являются методы и средства изучения формы макротел, моделирование (описание) этой формы, учет ее изменений во времени и воссоздание в натуре с учетом кривизны пространства изменений и построений.

Коротко поясним смысл терминов, использованных в этом определении.

Под общим понятием — **методы и средства** — понимается следующая совокупность родовых понятий:

- изучение объективных законов и (или) создание класса

моделей, позволяющих на некотором этапе познания и применения находить эффективные правила принятия решений;

- разработка оптимальных правил, последовательное исполнение которых приводит к решению поставленной задачи или созданию принципиальной схемы ее решения;

- создание технологий, т. е. последовательности действий с материальными объектами для достижения некоторой технической цели, получения конечного результата или продукции;

- применение знаний, правил и технологий при создании конкретной продукции или оказания услуги для удовлетворения потребностей потребителя.

Под **макротелами** понимаются материальные естественные или искусственные объекты, размеры которых таковы, что не представляется возможным решить поставленные задачи без создания специальных построений (сетей) для задания единой системы координат на весь объект исследований. Исторически первыми объектами изучения геодезии стали участки земной поверхности и вся Земля как планета.

Одним из основных понятий геодезии является понятие системы координат, причем оно существенным образом может отличаться от аналогичного, известного в математике. Для определения трехмерной системы координат в общепринятом смысле необходимо определить (назначить) начало счета, задать два исходных

направления и оговорить масштаб. Такая система координат может быть прямолинейной и прямоугольной, криволинейной и косоугольной, но смешение этих типов возможно только в геодезии. Например, при использовании декартовой системы координат, правила проектирования точки на координатные плоскости заимствуются из криволинейных систем, а масштабы по разным осям различны и зависят от численных значений координат. Возможны и иные комбинации. Отметим, что существенное значение имеет четвертая координата — время t . Кроме того, желательно знать численные значения в каждой произвольной точке потенциала силы тяжести $G(x, y, z, t)$. Т. е., приходится говорить о многомерности систем координат, используемых в геодезии.

В зависимости от решаемой технической задачи системы координат могут упрощаться. Так, при решении топографических задач традиционно используется прямоугольная трехмерная система координат, а иные параметры просто игнорируются. При создании высотной основы содержательным параметром является только нормальная высота H^y , а прочие можно рассматривать как адресную часть. При решении задач контроля прямолинейности и соосности в качестве системы координат используется прямая линия, соединяющая начальную и конечную точки створа, а определению подлежат два вектора, один

из которых лежит в горизонтальной плоскости и перпендикулярен упомянутой прямой линии, а второй — дополняет систему до прямоугольной. Возможны случаи, когда второй вектор совмещен с направлением силы тяжести. Рассматриваемые векторы несопоставимо малы по сравнению с длиной прямой, по отношению к которой они определены.

Под **моделированием** понимается метод опосредованного практического и теоретического оперирования объектами, при котором исследуется не интересующий нас объект, а используется вспомогательная искусственная или естественная система («квазиобъект») — модель.

Замечание 1. Модель никогда не будет точно совпадать с самим объектом. Всегда будет существовать некоторое отличие, описываемое вектором ϵ , который можно рассматривать как случайный и характеризовать корреляционной матрицей $K\epsilon$, или как неслучайный, значения которого зависят от координат точек и потенциала силы тяжести.

Замечание 2. В качестве примера моделей можно привести топографический план (карту) — условное, генерализованное изображение земной поверхности и естественных и искусственных объектов, по которой можно составить мнение об изучаемой территории и принимать решения. Это пример пользовательской модели, иными словами конечной продукции топографо-геодезического производства. Однако для ее создания необходимо задать на всю моделируемую территорию единую систему координат, в которой будет зафиксировано положение объектов (но не всех, имеющих на данной территории). Это служебная, но необходимая информация, являющаяся частью базовой модели, на основании которой могут образо-

вываться различные пользовательские модели.

Замечание 3. Можно говорить о степени подробности той или иной пользовательской модели в зависимости от степени генерализации отображаемой информации. Недостаток информации делает модель бессмысленной, а излишняя перегруженность — неудобной для пользователя.

Замечание 4. Для создания базовой модели приходится выполнять геодезические измерения, что неизбежно связано с ошибками. Эти ошибки можно охарактеризовать корреляционной матрицей $K\mu$. Математическая обработка результатов измерений приводит, в конечном счете, к искажению параметров базовой модели, а затем и пользовательских моделей. Необходимо говорить о точности моделей, характеризуемой корреляционной матрицей $K\rho$, получаемой путем преобразования ковариаций из матрицы $K\mu$ или путем косвенных оценок (включая, экспертные). Для решения большинства практических задач точность создания базовой модели не важна. В этом случае можно говорить, что базовая модель необходима только как адресная, т. е. определяющая местоположение объекта.

Под **изучением изменения формы исследуемых макротел** понимается получение численных характеристик изменений (деформаций) параметров модели и динамики их развития с оценкой точности параметров модели, порожденных различными источниками погрешностей:

— корреляционной матрицей $K\epsilon$;

— корреляционной матрицей $K\rho$;

— дискретностью геодезической информации.

Геодезическими методами можно определять только смещения отдельных точек, принадлежащих объекту, которые ока-

жутся отнесенными к конкретному моменту времени. Подобная геодезическая информация всегда является дискретным во времени и пространстве отображением объективного непрерывного процесса. Она имеет сложную структуру, которую применительно к решению задач исследования изменения формы можно описать следующей схемой:

— адресная компонента (x, y, z, t), однозначно определяющая к какой точке и к какому моменту времени отнесится содержательная часть;

— содержательная часть ($\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta t$) — смещения контролируемой точки за промежуток времени Δt ;

— результаты вспомогательных измерений различных параметров объекта, которые предположительно могут оказаться коррелированными с величинами смещений.

Если величины $\Delta x, \Delta y$ и Δz меньше $2TK\rho$, где коэффициент 2 обусловлен использованием разностей координат, а коэффициент T зависит от избранной доверительной вероятности, то можно говорить, что смещения рассматриваемой точки за период Δt незначимы.

Нормирование (назначение) интервалов Δt зависит от скорости протекания изучаемых процессов и от технологической точности измерительных операций (матрица $K\mu$). С другой стороны, на измерение исследуемых параметров модели как в первый из сравниваемых моментов времени, так и во второй момент, необходимо некоторое время δt . Если смещения, произошедшие за это время, окажутся значимыми, то появится специфический источник искажения измеренных значений параметров. Так как адресная компонента содержит момент времени t , назовем его административным моментом, назначаемым по оговоренному правилу, а интервал времени δt — продолжи-

тельностью проведения измерений. Очевидно, что t должно лежать внутри δt .

В геодезии объекты изучения должны рассматриваться в динамике их развития. Сведение интервалов Δt к минимуму приводит к необходимости работы в режиме постоянного мониторинга, что выгодно для пользователя, но влечет резкое увеличение затрат. Ситуация существенно меняется за счет появления информационно-измерительных систем, позволяющих автоматизировать процессы сбора информации о протекающих деформационных процессах, но являющихся достаточно дорогими. Хотя разовые капитальные затраты на создание системы окупятся за счет удешевления процесса сбора информации.

Период δt также желательно свести к минимуму, что сопряжено не только с экономическими затратами, но и с технологическими возможностями используемого оборудования.

Выбор технологии, в свою очередь, ограничен допустимыми затратами, так что необходимо искать компромисс, т. е. оптимальное решение.

Замечание 1. Потребителю (заказчику) необходимо суждение (описание) о ходе процесса деформаций, а не массивы значений содержательной части информации (Δx , Δy , Δz , Δt). Переход от дискретной информации к непрерывным моделям связан с априорным суждением о характере изучаемого процесса. Существуют методы, не зависящие от априорных представлений. В том и в другом случае необходимо говорить об интерпретации результатов натурных измерений, что является неотъемлемой частью процесса изучения деформаций.

Замечание 2. Изучение деформаций земной поверхности часто связывают с термином «геодинамика». Следует отметить, что геодезическими мето-

дами возможна оценка только кинематической составляющей, поэтому геодинамические исследования всегда должны носить комплексный, междисциплинарный характер.

Под **воссозданием формы макротел** понимается закрепление физическими телами в избранной (разбивочной) системе координат точек, принадлежащих еще не существующему сооружению.

При выполнении разбивочных работ, по сути, решаются две независимые задачи:

— размещение сооружения по отношению к окружающей среде в системе координат, в которой определена прилегающая территория и инженерные сети;

— определение взаимного положения осей сооружения, гарантирующее по точности воссоздание его проектной геометрии в декартовой плоской (горизонтальной) системе координат сооружения.

Под **учетом кривизны пространства измерений и построений** понимается два типа объективных процессов, неизбежно сопровождающих получение численных, метрических данных об изучаемых макротелах.

Физическая кривизна пространства измерений характеризуется следующими объективными явлениями:

— кривизной гравитационного поля, в котором выполняется оценка геометрических параметров изучаемого макротела;

— оптической неоднородностью среды, в которой приходится проводить измерения, приводящей к изменению (искривлению) траектории распространения электромагнитного излучения, в частности, света.

Математическая кривизна пространства измерений, в свою очередь, характеризуется:

— случайными и систематическими ошибками измерений, описываемыми в виде корреляционной матрицы K_{μ} , и порожденных ею оценок;

— недостаточной строгостью применяемых алгоритмов математической обработки результатов измерений, при которой неучтенный фактор, приводящий к искажению представлений о точности конечных результатов, всегда можно описать матрицей K_p .

Замечание. Игнорирование кривизны пространства измерений и построений приводит к неопределенности (сомнительности) численных значений полученных параметров (конечных или промежуточных результатов), которое делает их менее достоверными.

Геодезия, как и любая другая область знаний, имеет границы. Однако они весьма размыты и неопределенны. С одной стороны, применение геодезических методов и средств для решения задач смежных отраслей знаний и техники можно одновременно трактовать как методы и средства этих отраслей знаний, если их использование носит регулярный характер и является неотъемлемой частью применяемых технологий. С другой — необходимое применение для решения задач геодезии средств и методов иных отраслей знаний на начальном этапе можно рассматривать как некоторую инновацию, если эти технологии не противоречат изложенному ранее понятию о макротелах. Затем, при устойчивом использовании в геодезических технологиях для решения широкого класса практических задач, их приходится признавать как методы и средства геодезии.

Геодезия является технической областью знаний, так как:

— направлена на удовлетворение конкретных потребностей изучения (моделирования) среды обитания;

— результаты, получаемые с использованием геодезических методов и средств, не могут быть признаны конечными, их всегда можно уточнить;

— затраты на повышение точности и подробности описа-

ния объектов ограничены технической необходимостью (актуальностью), которая подлежит регламентации.

Для надежного обеспечения выполнения технических функций геодезии необходим фундаментальный блок, объединяющий исходные предпосылки и определения и содержащий общую для данного объекта систему исходных данных, требуемых и достаточных для соединения технических решений и результатов натурных геодезических измерений в единое целое.

Так, например, для объединения результатов геодезических измерений, отнесенных к территории России, нужно иметь геодезическую опорную сеть и описание гравитационного поля в виде математических выражений или в виде массива числовых данных, распределенных в пространстве по некоторой, пусть и не регулярной, сетке. Пункты геодезической опорной сети требуется определить с надлежащей высокой точностью в единой трехмерной системе координат. Они должны быть известны с плотностью и точностью, достаточной для нахождения:

- пространственных координат любого геодезического пункта сети сгущения или их системы с точностью, необходимой для решения оговоренных выше технических задач;

- численного значения потенциала поля силы тяжести или его функций в любой точке, принадлежащей поверхности Земли, и ее окрестностях.

Упомянутый термин «точность» подразумевает наличие корреляционной матрицы ошибок численных значений пространственно распределенных данных. Эта информация не менее важна, чем численные значения, и должна обеспечивать надежное суждение как о положении пункта по отношению к началу счета, так и о степени

обусловленности взаимного положения пунктов.

Естественно, что рассматриваемые данные должны быть отнесены к некоторому декларированному моменту времени. В силу динамических процессов, свойственных всем деформируемым объектам, в том числе и планетам, будут происходить изменения положения пунктов, зафиксированных на этих объектах. До тех пор, пока не будут выполнены измерения, необходимые и достаточные для обновления оговоренных пространственно распределенных данных, смещения можно прогнозировать по некоторым моделям. Однако при этом необходимо вносить коррективы в численные значения элементов корреляционных матриц, так как любое моделирование и, тем более, экстраполирование, неизбежно ведет к понижению степени доверия к численным данным, полученным с использованием этих преобразований.

Необходимо рассматривать две взаимосвязанные области задач, стоящих перед геодезией:

- внешние, связанные с созданием продукции как результата геодезической деятельности и оказанием услуг потребителям;

- внутренние, связанные с поддержанием и развитием геодезии, такие как фундаментальные исследования по перспективным направлениям, подготовка и переподготовка кадров, способных вести работы на современном уровне, поддержание и развитие системы нормативно-методических документов, обеспечивающих взаимосвязь различных работ.

Задачи, решаемые геодезическими методами, как научные, так и производственные, можно классифицировать по уровням сложности. Предлагаемая классификация, сложившаяся по результатам многолет-

них исследований обсуждаемых проблем, приведена в таблице. Классификация подразумевает рассмотрение каждой задачи по семи параметрам. Если хотя бы по одному параметру задача относится к более высокому уровню, то ее следует признать соответствующей этому уровню и подбирать исполнителей необходимой квалификации. Подавляющее большинство геодезических задач относится к первому и второму уровню, т. е. лежит в области топографо-геодезического производства. Для повышения экономической эффективности необходимо стремиться к понижению уровня сложности задач. Для этого необходимо, чтобы верхние уровни своевременно и в полном объеме снабжали производство новыми технологиями и совокупностью решений, из которых можно было бы сформировать новые прогрессивные технологии. Естественно, квалификация исполнителей должна позволять решать текущие производственные задачи на должном уровне с учетом всех перечисленных особенностей геодезии как отрасли знаний.

К сожалению, последний исторический этап развития характеризуется разрушением необходимой связи между современными методами и средствами геодезических измерений и существующей нормативно-технической документацией, когда использование новых технологий, не предусмотренных инструкциями, трактуется как нарушение. Назрела настоятельная необходимость обеспечения геодезического производства полной современной нормативно-методической базой. Разработанные предложения должны носить не рекомендательный, а обязательный характер, и в то же время быть сформулированы таким образом, чтобы не препятствовать использованию новых технических воз-

Классификация научных и производственных задач, решаемых геодезическими методами

Наименование параметра	Уровень сложности				
	1	2	3	4	5
Класс задач	Использована готовая формулировка задачи	Выбрана одна из подзадач, частная задача	Изменена исходная задача (новый подход)	Новая задача	Новая проблема
Поисковая концепция	Использована готовая конструкция	Выбрана одна из известных поисковых концепций	Поисковая концепция изложена применительно к условиям задачи	Найдена новая поисковая концепция	Найден новый метод решения
Информационное обеспечение	Использованы известные сведения (справочник)	Собраны сведения из нескольких источников	Собранная информация обработана применительно к новой задаче	Получены новые сведения, относящиеся к задаче	Получены новые данные
Необходимый тип решения	Использовано готовое решение	Выбрано одно из нескольких известных решений	Изменено известное решение	Найдено новое решение	Найден новый принцип
Оборудование	Использована известная измерительная аппаратура	Выбран один из нескольких однотипных приборов	Изменена исходная конструкция	Создана новая конструкция, технология	Созданы новые конструктивные принципы
Технология	Использована известная технология	Использована модификация чего-то известного	Внедрена новая технология, новый прибор	Конструкция применена по-новому	Изменена вся технология на основе новых решений
Квалификация	Техник	Инженер	Старший инженер, м.н.с., магистр	С.н.с., к.т.н.	В.н.с., д.т.н.
Объем в общем числе встречающихся задач	32%	45%	19%	4%	≈0,3%

Примечания.

1. Таблица в данной редакции не содержит квалификационных требований к исполнителям, имеющим ученые степени «бакалавр» и «магистр», так как специальность «геодезия» относится к ветви образования, определяемого в дореволюционной России как «реальное», в то время как упомянутые ученые степени относятся в той же классификации к «классическому» образованию.
2. При описании третьего уровня сложности задач в качестве исполнителя, наряду со старшим инженером, упомянут магистр. При этом подразумевается, что это специалист, имеющий «реальное» образование, но проучившийся в высшем образовательном учреждении (техническом университете) в совокупности не менее 6 лет.

возможностей для решения геодезических задач.

Представленная в настоящей работе концепция, безусловно, имеет полемический характер. Содержание отдельных положений было сформулировано несколько десятилетий назад, по настоянию доктора технических наук, профессора В.Е. Новака. В частности, тогда был создан первый вариант таблицы и подготовлены первые варианты определений.

Естественно, что за прошедшее время многие положения

претерпели неоднократное редактирование в результате многочисленных дискуссий по данной теме. Последние правки в текст были внесены после заседания «круглого стола» «Фундаментальные проблемы геодезии и картографии», состоявшегося в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 230-летию МИИГАиК 27 мая 2009 г. (см. «Геопрофи». — 2009. — № 3. — С. 43–44).

Автор надеется на обсуждение данной темы и конструктивную критику.

RESUME

A contemporary understanding of the «geodesy» notion as the field of knowledge is introduced. This field's subject covers methods and means of studying macro bodies' shape, this shape simulation (description), consideration of its dynamics in time together with its real reconstruction with due consideration to the curvature of space of measurements and constructions. Classification of the levels of complexity of the scientific and production tasks solved with geodetic methods is offered.

INTERGEO 2009. С НАДЕЖДОЙ НА БУДУЩЕЕ

Конгресс и выставка INTERGEO 2009 прошли в Карлсруэ (Karlsruhe) — городе Германии, расположенном в земле Баден-Вюртемберг, в окрестностях реки Рейн, недалеко от француско-германской границы.

По легенде идея основать город возникла у маркграфа Карла Вильгельма в 1715 г., когда он, утомившись от охоты, заснул под деревом на одном из местных лугов и ему приснился собственный город, который был «Карловой тишиной» («руэ» по-немецки «тишина, покой»).

Основатель города оставил свой след не только в названии города, но и в его необычной планировке. По его желанию главные улицы города должны были лучеобразно расходиться в стороны от центрального дворца, построенного в стиле барокко (1752–1782 гг.). Существует также гипотеза об астроморфном происхождении планировки города. В соответствии с ней, звездным прототипом города послужило выделенное на небе незадолго до его основания созвездие Секстанта.

Вероятно, именно данная гипотеза послужила одной из причин выбора Карлсруэ для проведения 15-го конгресса и выставки по геодезии, землеустройству картографии, геоинформатике и дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ).

В конгрессе и 57-й конференции немецких картографов приняли участие более 1450 делегатов. Выставка расположилась в двух залах общей площадью около 25 тыс. м² и собрала 475 компаний из 30 стран.

Если внимательно проанализировать виды деятельности компаний, участвовавших в выставке, можно заметить, что они охватывают довольно разнообразные направления, но объеди-

нены одним завораживающим словом — GEO, олицетворяющим планету Земля.

На выставке, кроме ведущих специалистов и менеджеров, постоянно присутствуют первые лица компаний, что говорит о ее высоком международном авторитете среди фирм-разработчиков оборудования, программных средств и технологических решений. Это подтверждает и география участников по континентам: Австралия — 0,2%, Азия — 5,5%, Америка — 4,6%, Африка — 0,8%, Европа — 88,9% (из них 69,5% из Германии).

Особое место на выставке всегда отводится учебным заведениям, профессиональным объединениям и специализированным периодическим изданиям в области геодезии и геоинформатики. В этот раз впервые на стенде медиа-партнеров можно было познакомиться с журналом «Земля и недвижимость Сибири» Союза геодезистов и землеустроителей Сибири из Красноярска.

В 2009 г., как и в прошлые годы, свои разработки представляли ученые и специалисты из МИИГАиК и СГТА (Новосибирск). Одним из итогов этой выставки явилось подписание 23 сентября на факультете геоматики Высшей школы Карлсруэ (Hska) протокола о сотрудничестве МИИГАиК с рядом учебных, научных и производственных организаций Германии и России. Инициаторами укрепления взаимных контактов выступили: директор НИЦ «Геодинамика» МИИГАиК В.Я. Лобазов, профессор Hska, доктор Р. Ягер (R. Jager) и профессор факультета инженерной геодезии и геоинформатики Берлинского университета прикладных наук (TFH Berlin) Б. Резник.

Успех выставки обусловлен не столько количеством пред-

ставленных компаний, проведенных переговоров и подписанных контрактов, а сколько активностью и заинтересованностью ее посетителей, которые дают заряд энергии на будущие разработки. Даже в условиях кризиса их количество не уменьшилось. Из 16 тыс. посетителей выставки более 3,5 тыс. — специалисты из 54 стран, что еще раз подчеркивает ее высокий международный статус. Среди них пользователи, дилеры, преподаватели и студенты. И в этом, в первую очередь, заслуга организаторов выставки — DVW (Немецкое общество по геодезии, геоинформатике и землеустройству) и DGfK (Немецкое общество картографов) — профессиональных общественных объединений, проделавших большую подготовительную работу и проводивших во время выставки конгресс, семинары и встречи специалистов.

Как отметил Э. Тайле (E. Theile), еще в 2008 г. на INTERGEO в Бремене восемь профессиональных объединений Германии (DVW, BDVI, VDV, DGfK, DGPF, DHuG, DDGI и DMV) подписали, так называемый, «Бременский меморандум». Его главная цель — привлечь на выставку



После подписания протокола о сотрудничестве (Hska)

молодых людей, пробудить интерес к геодезии, картографии и геоинформатике, помочь в выборе профессии. На выставке в 2009 г. эти организации работали на одном стенде, рассказывая о целях и задачах обществ и приглашая на свои мероприятия.

Не последняя роль в том, что среди посетителей выставки преобладает наиболее активная и заинтересованная во внедрении новых технологий аудитория, принадлежит и ведущим компаниям — разработчикам и поставщикам оборудования, программного обеспечения и технологий, которые в преддверии мероприятия проводят встречи со своими партнерами и дилерами со всего мира. На этих встречах подводятся итоги прошедшего года, награждаются победители, обсуждаются новинки, которые будут демонстрироваться на выставке, и определяются перспективы работы на будущее.

Экспонаты, представленные на выставке, можно условно разделить по следующим направлениям, в которых отражены основные тенденции развития технологий:

— компактные приборы для геодезических измерений и программное обеспечение, позволяющее обрабатывать данные, получаемые с помощью оптико-электронных приборов, спутниковых и лазерных систем, а также программно-аппаратные средства удаленного доступа для управления и контроля полевыми работами (Altus, Geneq, GeoMax, Kolida, Hemisphere GPS, Leica, Magellan, NovAtel, OmniSTAR, PENTAX, Ruide, Setl, Carlson, CHC, Sokkia, South, Spectra Precision, FOIL, Topcon, Trimble, УОМЗ и др.);

— наземные подвижные комплексы для съемки и моделирования протяженных участков местности и городских территорий, а также программно-аппаратные комплексы для их создания (Applanix, 3D Mapping Solutions, FARO, IGI, iMAO, Mitsubishi, NAV Technology, Nebel

&Partner, NovAtel, Optech, RIGLE, Topcon, Trimble и др.);

— данные дистанционного зондирования Земли из космоса высокого разрешения в различных диапазонах излучения электромагнитных волн (DigitalGlobe, ERDAS, Euromap, Infoterra, INPHO, RapidEye, Space Imaging, SPOT Image, и др.);

— программно-аппаратные комплексы, цифровые камеры и лазерные сканирующие системы для аэросъемки (Applanix, Dimac, Intergraph, Jena-Optronik, Leica, NovAtel, Optech, RIGLE, TopoSys, TRACIN AIR, Vexcel, VisionMap и др.);

— геоинформационные системы и системы автоматизированного проектирования для трехмерного моделирования местности и инженерных сооружений (AKG Civil Solutions, AKG Software, Autodesk, CADCORP, CADdy, CADMAP, CAD PARTNER, Contelos, COS Systemhaus, CPA Systems, ESRI, Geosoft, Geoventis, GEOVISAT, IMAGI, GISCON Geoinformatik, IAC, M.O.S.S., Topol Software, Widemann Systeme и др.);

— услуги по выполнению различных видов работ на основе современных технологий.

Рассмотрим более подробно некоторые новинки, представленные на выставке ведущими фирмами-разработчиками оборудования, программного обеспечения и технологий.

Компания **Leica Geosystems** анонсировала новые приемники ГНСС, полевые контроллеры и программное обеспечение серий: Leica Viva, Leica GS09 GNSS и Leica Zeno.

Серия Leica Viva включает универсальные многоцелевые приемники ГНСС Leica Viva GS10 и GS15, объединенные в одном корпусе с антенной, полевые контроллеры Leica Viva CS10 и CS15, которые позволяют работать со спутниковыми приемниками и электронными тахеометрами, и программное обеспечение Leica SmartWorx Viva. Новая технология Snap&Go («привя-

злся и работай») позволяет определять координаты точки стояния за минимальное время.

Серия Leica GS09 GNSS включает полевой контроллер Leica CS09 и приемник ГНСС SmartAntenna GS09, объединенный в одном корпусе с антенной, что позволяет использовать его для работы с электронными тахеометрами Leica по технологии SmartStation. Кроме того, SmartAntenna GS09 может выступать в качестве базовой станции.

Приборы из серии Leica Zeno представляют собой приемники ГНСС, объединенные в одном корпусе с контроллером Leica Viva CS10 или CS15. В качестве ПО используется как ГИС ArcPad 8, так и Leica SmartWorx Viva.

Серии Leica Viva и Leica Zeno являются семейством интегрированных между собой решений.

Также Leica Geosystems представила новую аэросъемочную систему среднего формата Leica RCD100, выпуск которой был анонсирован в марте 2009 г. Конструктивно RCD100 выполнена так, что съемка может проводиться одной или двумя 39-ти мегапиксельными цифровыми камерами со сменными объективами с фокусным расстоянием 35, 60 и 100 мм. Причем, одновременно можно получать два синхронизированных изображения — цветное (RGB) и инфракрасное (CIR). Аэросъемочная система предназначена для выполнения небольших картографических и фотограмметрических



На стенде Leica Geosystems

ких проектов и оперативной съемки территорий при чрезвычайных ситуациях.

Компания **Magellan Professional** демонстрировала новые модели приемников ГНСС ProMark 500 и ProFlex 500, ориентированные, в первую очередь, на пользователей из России. ProMark 500 вместе с полевым контроллером MobileMapper 6, имеющим меню и офисные приложения на русском языке, удобен для сбора и обновления пространственных данных. ProFlex 500, оснащенный выносной антенной, позволяет выполнять точные измерения в режиме RTK.



На стенде Magellan Professional

При разработке спутникового оборудования компания Magellan ориентируется на собственные OEM-решения и технологии, такие как технология BLADE и плата MB 500, лежащие в основе этих приемников.

Компания **NovAtel** представила новый приемник ГНСС SPAN-SE. В нем реализована технология NovAtel SPAN (Synchronous Position, Attitude and Navigation), использующая возможности ГНСС и инерциальных систем. Точное определение пространственных координат обеспечивается за счет приема сигналов от GPS, ГЛОНАСС, SBAS и Omnistar (VBS, XP и HP). Высокая точность определения пространственного местоположения, скорости и ориентации позволяют использовать его не только для

геодезических и картографических работ, но и в авиационных и наземных комплексах совместно с цифровыми камерами и лазерными сканирующими системами.

Компании **Sokkia** и **Topcon** впервые демонстрировали оборудование двух хорошо известных в мире брендов на одном стенде. Как отметил региональный менеджер В. Рамбоусек (V. Rambousek), продукция, создаваемая под этими брендами, будет не конкурировать между собой, а дополнять возможности каждого из них.

Компания Sokkia представила одночастотный 72-х канальный спутниковый приемник ГНСС (GPS + ГЛОНАСС) GRX1, имеющий возможность программной модернизации до двух частот и поддержки RTK-съемки. В одном компактном влагозащищенном корпусе вместе с приемником размещены встроенная антенна, UHF и GSM-модемы, а также Bluetooth. Питание приемника осуществляется от двух стандартных аккумуляторов, применяемых в тахеометрах Sokkia. Как и другое ГНСС-оборудование Sokkia, этот приемник использует голосовые сообщения (в том числе, и на русском языке) для передачи информации о режимах работы. Приемник может работать автономно или с полевым контроллером с помощью беспроводного соединения Bluetooth.

Среди других новинок, заслуживающих внимание — новая модель высокоточного цифрового нивелира SDL1X с автоматической настройкой фокуса (точность измерения отдельного превышения 0,2 мм) и высокоточный электронный тахеометр NET05X (точность измерения горизонтальных и вертикальных углов 0,5" и расстояний до 100 м в безотражательном режиме — 1 мм + 1 ppm). Также были продемонстрированы модели тахеометров следующего поколения Series50RX, серийное производство которых намечено на 2010 г.

Среди спутникового оборудования Topcon следует отметить



На стенде Sokkia и Topcon

новый интегрированный приемник ГНСС Topcon GRS-1 (GPS + ГЛОНАСС), который может использоваться как для сбора пространственных данных, так и для выполнения высокоточных измерений, в том числе, в режиме RTK. Прибор оснащен сенсорным экраном, использует операционную систему Windows Mobile 6.1, имеет встроенную цифровую камеру, модем GSM и беспроводное соединение Bluetooth. Также на стенде демонстрировался двухчастотный 144-канальный приемник ГНСС (GPS + ГЛОНАСС + Galileo) NET-G3A с поддержкой web-интерфейса. Этот приемник предназначен для постоянно действующих базовых станций.

Кроме того, компания Topcon представила программно-аппаратный комплекс IP-S2, устанавливаемый на транспортное средство, например, автомобиль, и предназначенный для выполнения оперативной трехмерной съемки территорий. Возможная конфигурация комплекса включает: измерительный блок со встроенным ГНСС-приемником, инерциальный измерительный блок, три лазерных сканера и цифровую панорамную камеру, смонтированные на одной несущей платформе. Управление системой и сбором данных осуществляется посредством ноутбука со специализированным программным обеспечением. В IP-S2 предусмотрена гибкая

конфигурация подключаемых измерительных устройств и датчиков в зависимости от решаемых задач.

На стенде **Spectra Precision** и **Nikon** демонстрировалась принципиально новая серия компактных электронных тахеометров Nikon Nivo C и Nikon Nivo M. Электропитание тахеометра осуществляется от двух пальчиковых батарей, предусмотрена их «горячая» замена во время работы прибора. Вес одного прибора этой серии без батареек составляет от 3,6 до 3,9 кг, в зависимости от модификации.



На стенде Spectra Precision и Nikon

Следует отметить новое русифицированное программное обеспечение Spectra Precision Survey Pro, предназначенное для полевых работ, и Spectra Precision Survey Office — для камеральных.

Особое внимание посетителей привлекал новый роботизированный электронный тахеометр FOCUS 30.

Компания **Trimble** представила новые системы и программное обеспечение для расширения набора геодезических решений Connected Site: приемники ГНСС Trimble R4, Trimble R5 и Trimble R6, роботизированный тахеометр Trimble S3, новую версию ПО Trimble Business Center и специализированный модуль «Мониторинг» для Trimble Access.

В приемниках Trimble R4 и R5 используется новая 72-канальная плата с опциональным прие-



На стенде Trimble

мом сигналов ГЛОНАСС, а в приемник Trimble R6 в набор стандартных функций добавлена возможность приема сигналов L2C.

Новый роботизированный тахеометр Trimble S3 оснащен дальномером с точностью измерения расстояний в безотражательном режиме 3 мм + 2 ppm при радиусе действия до 250 м и встроенным радиомодемом. В приборе отсутствует дисплей, поэтому он работает только с внешним контроллером Trimble TSC2.

Новый модуль «Мониторинг» в программе Trimble Access разработан для ускорения полевого процесса определения деформаций. Он может использоваться совместно с офисным ПО Trimble 4D Control Standard для получения расширенных возможностей при анализе измеренных деформаций.

Уральский оптико-механический завод (Екатеринбург) презентовал серию геодезических оптико-механических приборов, собранных на дочернем предприятии завода в Китае. Филиал предприятия был открыт в апреле 2009 г. в городе Мейчжоу с целью производства геодезических приборов, разработанных УОМЗ. Во время работы выставки были проведены рабочие встречи и переговоры с рядом представителей европейских фирм и постоянными партнерами УОМЗ. В частности, с компанией NovAtel обсуждались перспективы дальнейшего сотрудничества по серийному производству приемника ГНСС GSA5.

Компания «Совзонд» впервые приняла участие в выставке. На совместном стенде со своим партнером — компанией RapidEye — специалисты компании представили технологии обработки и использования данных ДЗЗ с помощью новой группировки спутников мониторингового назначения RapidEye, а также продемонстрировали комплексные геоинформационные решения, которым в последние годы уделяется большое внимание.



На стенде RapidEye

Услуги по выполнению различных видов работ на основе современных технологий кроме многочисленных компаний из Германии представляли компаний и из других стран. Среди них — компания «Геокосмос», которая вместе со своими партнерами демонстрировала результаты выполненных проектов и программное обеспечение Geokosmos 3D Modeler.

В данной статье представлена лишь небольшая часть новинок, поскольку, чтобы действительно ощутить и понять настрой и дух выставки, необходимо ее посетить хотя бы один раз. А лучше делать это регулярно, каждый год, чтобы иметь возможность реально оценивать тенденции развития технологий в области геодезии, картографии и геоинформатики.

В следующем, 2010 году, выставка INTERGEO пройдет с 5 по 7 октября в г. Кельн.

В.В. Грошев, М.С. Романчикова
(Редакция журнала «Геопрофи»)

НАЗЕМНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР TOPCON GLS-1000

А.Я. Фрейдин («Геостройизыскания»)

В 1998 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работает в компании «Геостройизыскания», в настоящее время — ведущий специалист по лазерным сканирующим системам, системам автоматизированного мониторинга и системам промышленных измерений.

Компания Торсон (Япония) в конце 2008 г. начала поставки нового наземного лазерного сканера Торсон GLS-1000 (рис. 1), который является дебютом компании среди оборудования такого типа. Сканер сразу же привлек к себе пристальное внимание посетителей на многочисленных выставках и семинарах.



Рис. 1
Сканер Торсон GLS-1000
на штативе

В настоящее время наземные лазерные сканеры выпускаются несколькими компаниями, поэтому пользователям данного

класса оборудования необходимо четко понимать отличия и особенности одной модели от другой, чтобы правильно сориентироваться при выборе оборудования. Остановимся подробнее на отличительных чертах лазерного сканера Торсон GLS-1000, основные технические характеристики которого приведены в таблице.

В отличие от большинства наземных лазерных сканеров, GLS-1000 имеет панель управления и дисплей, расположенные на его корпусе (рис. 2), благодаря чему он может работать автономно, без дополнительного подключения управляющего компьютера. При этом пользователь практически не ограничен в функциональных возможностях сканера. Выбор области сканирования в данном случае осуществляется простым указанием левого верхнего и правого нижнего углов области съемки с помощью визира, смонтированного на зеркале сканера. Также визир используется для определения положения контрольных марок, по которым выполняется пространственная привязка и уравнивание измеренных сканов. В этом случае для регистрации данных о марке достаточно лишь навести на нее и дать команду на распознавание.

Торсон GLS-1000 по своей функциональности напоминает электронный тахеометр. Помимо перечисленных выше воз-

можностей, с панели управления доступны также и многие другие функции: создание и выбор проектов, выбор режимов сканирования и фотосъемки, включение (отключение) компенсатора и др. Встроенный двухосевой компенсатор с диапазоном работы 6" и точностью 1" позволяет использовать сканер в приложениях, требующих повышенной точности наблюдений.

О точности измерений следует сказать отдельно. Точность измерения расстояний встроенным дальномером сканера Торсон GLS-1000 составляет 4 мм на 150 м, точность измерения горизонтального и вертикального углов — 6". Дальность съемки колеблется в пределах от 150 до 330 м, в зависимости



Рис. 2
Панель управления и дисплей сканера Торсон GLS-1000



Рис. 3
Карта памяти формата SD

от отражающей способности поверхности.

Как и в тахеометре, в сканере можно задать координаты точки стояния и направление на исходную точку ориентирования, что значительно облегчает последующую привязку сканов к требуемой системе координат и позволяет использовать в процессе съемки минимальное количество как дополнительного оборудования, так и контрольных марок, в частности.

Говоря об автономном режиме работы, стоит добавить, что данные в этом случае записы-

ваются на карту памяти формата SD, которая поставляется в комплекте со сканером (рис. 3). Это обычная карта памяти, которую можно приобрести в любом магазине цифровой техники.

В сканер встроена двухмегапиксельная цифровая камера с автоматической экспозицией, что избавляет от необходимости установки параметров фотосъемки вручную. С помощью этой камеры исполнитель может в достаточно короткий срок провести фотосъемку всего или части объекта. Снимки могут быть выполнены с различным разрешением — 1600x1200, 800x600 или 400x300 пикселей. Соответственно, время съемки будет зависеть от выбранного разрешения.

При необходимости управления сканером с помощью компьютера используется программное обеспечение Topcon ScanMaster (рис. 4). Данная программа полностью русифицирована, что значительно облегчает ее освоение пользователями. Помимо достаточно стандартных функций управления сканером — фотосъемки, задания областей сканирования, распознавания

марок, она позволяет организовывать очередь заданий для сканирования. Например, завершив фотосъемку объекта, на полученном изображении можно указать последовательность измерений, состоящую из контрольных марок и областей, которые должны быть отсканированы. После запуска программы, в автоматическом режиме будет выполнено сканирование заданных областей и распознаны марки. При та-



Рис. 5
Расположение аккумуляторов в сканере Topcon GLS-1000

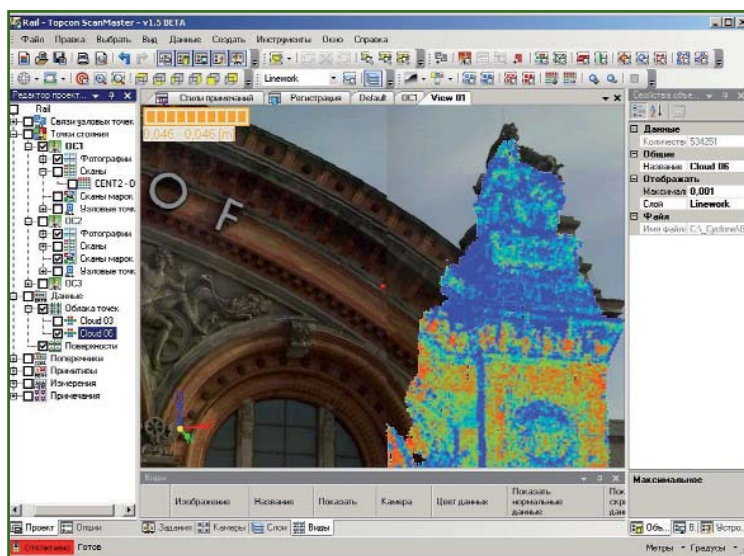


Рис. 4
Вид рабочего окна программного обеспечения Topcon ScanMaster

ком способе работы трудозатраты при съемке большого количества отдельных областей значительно снижаются. Среди отличительных черт программы Topcon ScanMaster можно отметить использование видеопотока, получаемого с цифровой камеры сканера. Это упрощает определение области сканирования и не требует дополнительной фотосъемки объекта.

Рассматривая процесс сканирования с использованием компьютера, следует остановиться на двух интересных особенностях. Во-первых, сканер можно подключить к компьютеру через USB-порт с помощью



Рис. 6

Подставка для наклонного сканирования с помощью Topcon GLS-1000

кабеля, поставляемого в комплекте. Это ускоряет подключение и настройку и не требует ввода сетевых адресов, масок и прочего. Во-вторых, сканер можно подключить к компьюте-

ру, используя беспроводное соединение Wi-Fi. Это окажет существенную помощь при отсутствии кабеля достаточной длины или в случае, когда находиться рядом со сканером по-

каким-либо причинам невозможно, например, при установке сканера на некотором возвышении.

Примечательной особенностью сканера являются его аккумуляторы. Компания Topcon не стала разрабатывать для сканера специальные внешние аккумуляторы. Аккумуляторы и зарядные устройства, применяемые в электронных тахеометрах серий ImagingStation, GPT-9000, GTS-900, GPT-7500, GTS-750, подойдут также и для сканера Topcon GLS-1000 (рис. 5). Безусловно, что те, кто уже использует геодезическое оборудование компании Topcon, оценят это удобство. Причем, в случае необходимости замены элементов питания в процессе сканирования, аккумуляторы можно поменять, не выключая прибор.

Технические характеристики сканера Topcon GLS-1000

Наименование параметра	Характеристики
Точность измерения расстояния, мм на 150 м	4
Угловая точность (по вертикали и горизонтали), "	6
Тип лазера	Импульсный, с источником излучения 1-го класса в невидимом диапазоне спектра электромагнитных излучений
Тип компенсатора	Встроенный, двухосевой, с диапазоном работы 6' и точность 1"
Размер пятна лазера, мм на 40 м	До 6
Максимальное расстояние при отражении 90%, м	До 330
Частота сканирования, точек в секунду	до 3000*
Избирательность по вертикали и горизонтали, мм на 100 м	1 (минимальное расстояние между соседними точками сканирования)
Поле зрения по вертикали, °	70
Поле зрения по горизонтали, °	360
Встроенная цифровая камера, Мпиксель	2
Время подготовки к сканированию, мин	2
Потребляемая мощность, Вт	Менее 25
Длительность работы от аккумуляторов, ч	До 4
Рабочая температура, °C	От 0 до +40
Температура хранения, °C	От -10 до +60
Размеры сканера, мм	240x240x566
Вес рабочего комплекта, кг	17,6

* **Примечание.** В настоящее время компания Topcon готовит к выпуску новую модель сканера с частотой сканирования до 30 тыс. точек в секунду.

**Рис. 7**

Сканер Topcon GLS-1000 в упаковочном ящике

сканера на подставке дополнительных приспособлений не требуется.

Важным фактором при работе с любым наземным лазерным сканером является время его подготовки к съемке. Многие современные сканеры перед началом измерений нуждаются в подключении к внешним аккумуляторам, соединении с компьютером, установке внешней цифровой камеры, ожидании готовности к работе компьютера и т. д. В случае работы со сканером GLS-1000 все происходит намного проще. Установка аккумуляторов в сканер занимает меньше минуты. Время, необходимое на самопроверку прибора перед началом скани-

рованию инструментом для одного человека. При использовании дополнительного оборудования для работы потребуются бригада, состоящая не более чем из двух человек.

Поскольку лазерный сканер предназначен для наземного сканирования, стоит остановиться на таком важном моменте, как безопасность. В сканере Topcon GLS-1000 используется безопасный лазерный источник излучения 1-го класса в невидимом диапазоне спектра электромагнитных излучений. Это означает, что при работе сканера его излучение будет полностью безопасно для окружающих людей и их зрения — никаких бликов и «солнечных зайчиков». Прежде всего, это важно, когда работы проводятся вблизи автомагистралей и на городских улицах (рис. 8).

Безусловно, стоимость любого наземного лазерного сканера довольно велика, по сравнению с электронными тахеометрами и приемниками ГНСС, поэтому важным фактором становится высокая надежность работы такого оборудования. Компания Topcon предоставляет бесплатную гарантию на 2 года при покупке наземного лазерного сканера GLS-1000, что является еще одним преимуществом этого прибора.

**Рис. 8**

Съемка туннеля с помощью сканера Topcon GLS-1000

По желанию пользователя сканер может быть укомплектован подставкой, позволяющей выполнять наклонное сканирование практически в любом направлении, что значительно расширяет возможности сканера, установленного на штативе (рис. 6). Причем, при ее использовании панель управления сканером остается доступной для работы, а аккумуляторы можно заменить без всяких затруднений. Для закрепления

рования, составляет чуть более двух минут.

Неоспоримым преимуществом сканера GLS-1000 является его компактность. Сканер, комплект аккумуляторов, зарядное устройство, кабели и комплект контрольных марок размещаются в одном упаковочном ящике (рис. 7). Ящик, в свою очередь, снабжен колесиками для облегчения транспортировки по ровным поверхностям. Это делает сканер по-на-

RESUME

It is marked that the GLS-1000 onground laser scanner is similar to a total station as for its functionality providing for the processes of planning and scanning using the control panel and display. This scanner has an inbuilt digital camera, a standard memory card SD and unified compact accumulators. The scanner construction features together with the Topcon ScanMaster software provide for reducing labor costs while surveying a large number of areas. A special support allows for inclined scanning almost in any direction.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ СИСТЕМ КООРДИНАТ В ГИС «КАРТА 2008» ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

О.В. Беленков (КБ «Панорама»)

В 1986 г. окончил факультет прикладной математики Харьковского ВВКИУРВ им. Н.И. Крылова. После окончания училища служил в рядах ВС РФ. С 2006 г. по настоящее время — заместитель генерального директора, главный конструктор ЗАО КБ «Панорама».

Р.А. Демиденко (КБ «Панорама»)

Студент V курса факультета экономики и управления территориями МИИГАиК по специальности «городской кадастр». В настоящее время — специалист службы технической поддержки ЗАО КБ «Панорама».

Местные системы координат (МСК) устанавливаются для проведения геодезических и топографических работ при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, межевании земель, ведении кадастров и осуществлении иных специальных работ.

Обязательным требованием при установлении МСК является обеспечение возможности перехода от местной системы координат к государственной системе координат за счет применения параметров перехода (ключей) [1].

На территории России и стран СНГ на протяжении более 50 лет в качестве государственной системы координат применялась система плоских прямоугольных координат 1942 г. (введена Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. № 760), представляющая собой систему плоских прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера. Эта

система позволяет однозначно вычислять геодезические координаты B и L и отвечает следующим условиям:

- изображение на плоскости является конформным;

- осевой меридиан и экватор изображаются на плоскости проекции прямыми линиями, принимаемыми за оси абсцисс и ординат;

- за начало координат принимают точку пересечения осевого меридиана с экватором;

- масштаб изображения осевого меридиана постоянен и равен единице.

Поскольку масштаб изображения в произвольной точке по мере удаления от осевого меридиана увеличивается, то для уменьшения искажений проектирование изображения земной поверхности на эллипсоид выполняется зонами, шириной 6° по долготе. В СК-42 в качестве референц-эллипсоида был принят эллипсоид Красовского.

С 1 июля 2002 г. в качестве государственных систем коор-

динат введены система плоских прямоугольных координат СК-95 и новая общеземная система ПЗ-90 (Постановление Правительства РФ от 28 июля 2000 г. № 568). Как в СК-42, так и в СК-95 используется система плоских прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера и эллипсоид Красовского. При этом, в СК-95 параметры ориентации эллипсоида в теле Земли установлены так, что пространственные координаты начального пункта (Пулково) в СК-95 совпадают с

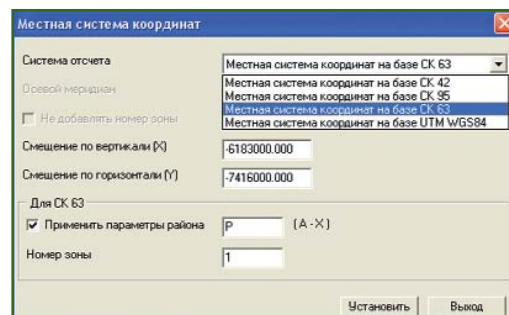


Рис. 1
Изменение параметров системы координат

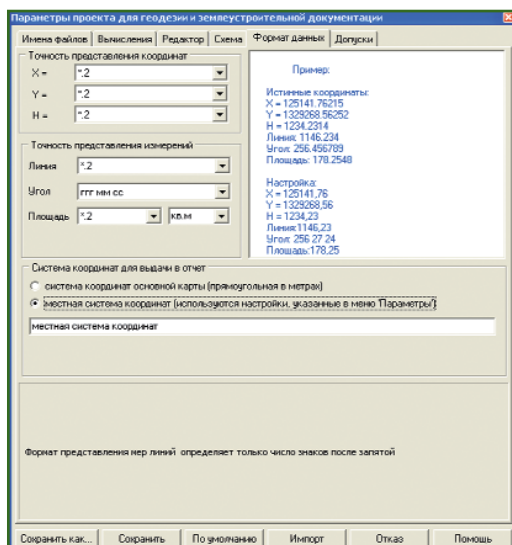


Рис. 2
Параметры проекта для
землеустроительной документации

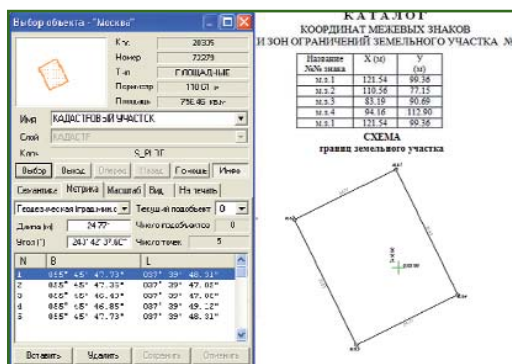


Рис. 3
Метрика объекта на карте и в межевом
плане

координатами в СК-42. Поэтому переход к СК-95 связан только с подготовкой и переизданием каталогов координат и высот пунктов государственной геодезической сети России.

Для открытого использования картографических материалов при решении различных инженерных задач и выполнения кадастровых работ Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров № 208-76 от 14 февраля 1963 г. в СССР была введена условная система координат 1963 г. (СК-63). Эта система плоских прямоугольных координат была разработана на основе государственной системы координат 1942 г. С 1 октября

2009 г. для кадастровых целей в субъектах Российской Федерации должны применяться местные системы координат.

Согласно [2], на территории Московской области с 1 октября 2009 г. ведение государственного кадастра недвижимости осуществляется в местной системе координат МСК-50. Эта система координат разработана на основе условной системы координат СК-63.

В местных системах координат субъектов РФ и в СК-63 применяются точные формулы проекции Гаусса, которые обеспечивают пересчеты координат с ошибкой не более 1 мм при удалениях от осевого меридиана до 9° [3].

Современные технологии обработки пространственных данных основаны на применении программного обеспечения инструментальных географических информационных систем (ГИС). В ГИС графическое представление местности отображается в виде электронной карты. Большинство современных ГИС обеспечивают поддержку наиболее распространенных проекций и систем координат.

В ГИС «Карта 2008» предусмотрен переход к плоским прямоугольным координатам в местной системе координат из следующих систем координат: СК-42, СК-95, СК-63 и WGS-84 (рис. 1). Для этого необходимо указать относительно какой базовой системы координат создается МСК. Например, для местной системы координат, создаваемой относительно СК-63, достаточно указать буквенный идентификатор района, числовой номер зоны и смещения координат по осям X и Y, которые можно определить из каталога координат точек, заданных в СК-63 и МСК.

После ввода параметров МСК можно просматривать и

редактировать координаты объектов и формировать отчеты с каталогами координат точек как в МСК, так и в системе координат карты. При этом предварительное трансформирование или пересчет координат карты выполнять не требуется.

ГИС «Карта 2008» позволяет хранить координаты объектов с заданной точностью (до микрометров, сантиметров, миллиметров). Преобразование координат объектов от ГСК к МСК выполняется по формулам пересчета, включающим тригонометрические функции. Округление координат осуществляется по максимально возможной точности — до микрон. В соответствии с требованиями Минэкономразвития России [4], значения координат пунктов опорной межевой сети, государственной геодезической сети или координат характерных точек границ земельных участков в межевом плане указываются с округлением до 0,01 м.

Достичь требуемого представления координат при формировании землеустроительной документации средствами ГИС «Карта 2008» можно с помощью настроек геодезического редактора (рис. 2). Также предусмотрена возможность выбора типа системы координат: система координат карты или местная система координат. Эти настройки используются при формировании землеустроительной документации по шаблонам, разработанным пользователем (рис. 3) [5]. Отчеты могут быть сформированы как в Microsoft Office Word, так и в Open Office.org Writer.

Описанный механизм автоматического пересчета координат обеспечивает возможность обработки данных, поступающих от геодезических приемников глобальных навигацион-

ных спутниковых систем ГЛОНАСС (на базе ПЗ-90.02) и GPS (на базе WGS-84), определяющих местоположение объектов в общеземной геоцентрической системе координат (WGS-84). В этом случае измеренные координаты объектов практически «на лету» пересчитываются в заданную систему координат карты и отображаются на ней. Для этих целей в программе необходимо указать систему координат, в которой выполняются полевые измерения, и систему координат отображения объекта.

Таким образом, программные средства ГИС «Карта 2008» позволяют выполнять комплекс работ от обработки полевых геодезических измерений, полученных в общеземной (геоцентрической) системе координат, до формирования землеустроительной докумен-

тации в местной системе координат, в соответствии с требованиями [1] и [4].

▼ Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 3 марта 2007 г. № 139 «Об утверждении Правил установления местных систем координат».

2. Приказ Управления Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по Московской области от 11 августа 2009 г. № 151 «Об утверждении схемы реализации в Московском областном кадастровом округе технологии централизованного государственного кадастрового учета недвижимости».

3. Герасимов А.П. Местные системы координат // Геопрофи. — 2009. — № 4. — С. 32–34.

4. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) от 24 ноября 2008 г. № 412 «Об утверждении формы межевого плана и требований к

его подготовке, примерной формы извещения о проведении собрания о согласовании местоположения границ земельных участков».

5. Демиденко А.Г. Формирование межевого плана средствами ГИС «Карта 2008» // Геопрофи. — 2009. — № 1. — С. 28–31.

RESUME

Information is given on the state, conventional and local coordinate systems (SK-42, SK-95, SK-63 and MSK-50). It is marked that in every RF subject the land use documentation should be compiled in the local coordinate system according to the current Russian normative standards. Capabilities of the «Karta 2008» GIS to fulfill the complex of the works from processing field geodetic measurements obtained in the global (geocentric) coordinate system and up to the formation of the land use documentation in the local coordinate system are described.



КБ ПАНОРАМА
Геоинформационные технологии

www.gisinfo.ru

GIS ToolKit
GIS WebServer
ГИС Карта 2008
Блок «Геодезия»
ГИС Сервер 2008
3D-моделирование
«Земля и Недвижимость»

ЗАО КБ «ПАНОРАМА»
Россия, 119017, г. Москва,
Б.Толмачевский испр., дом 5, офис 1004
Тел.: (495) 739-0245, 725-1991
Тел./факс: (495) 739-0244
E-mail: panorama@gisinfo.ru
Http://www.gisinfo.ru

Официальный разработчик ГИС «Карта 2008», GIS ToolKit, «Земля и Недвижимость»,
GIS WebServer
Свидетельство РосПатент: 940001, 990438,
2000610161, 2007614531, 2007614529
© Copyright Panorama Group 1991-2009

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ: ВОЗМОЖНОСТИ И РЕАЛИИ

В.Е. Гершензон (ИТЦ «СканЭкс»)

В 1980 г. окончил Московский физико-технический институт по специальности «радиофизика». С 1989 г. по настоящее время — соучредитель и генеральный директор ИТЦ «СканЭкс». Главный редактор журнала «Земля из космоса — наиболее эффективные решения». Кандидат физико-математических наук.

Направление развития экономики России в области высоких технологий признано приоритетным, поэтому следует отказываться от «ресурсного» подхода. Строить эффективные системы управления и создавать дополнительные рабочие места позволяют современные технологии в области космической съемки. Лидирующие позиции в России в сфере работ с космической информацией занимает Инженерно-технологический центр «СканЭкс», на протяжении 20 лет претворяя в жизнь идею демократизации доступа к данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса: ускорение и удешевление получения данных, упрощение процесса их обработки.

Базовой технологией упрощения доступа к космической информации являются универсальные аппаратно-программные комплексы, станции приема космической информации «УниСкан», разработанные и постоянно совершенствуемые ИТЦ «СканЭкс». В настоящее время станции «УниСкан» принимают данные в X-диапазоне от следующих космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли: Terra (США), Aqua (США), SPOT-4 (Франция), IRS-P5 (Индия), IRS-P6 (Индия), EROS A (Израиль), EROS B (Израиль), RADARSAT-1 (Канада), ENVISAT-1 (Европейское космическое агентство).

Малогабаритные приемные станции становятся основой центров космического мониторинга. В настоящее время проведена разработка и установка 50 станций «УниСкан». Они являются базовыми для центров космического мониторинга в Азербайджане, Армении, Белоруссии, Вьетнаме, Иране, Испании, Казахстане (создана национальная сеть), ОАЭ, США. Установка приемного комплекса в США проведена весной 2009 г. в интересах компании Vexcel (рис. 1). На территории Северной Америки установка станции приема данных ДЗЗ российского производства состоялась впервые, что свидетельствует о высокой конкурентоспособности отечественных космических технологий, развиваемых специалистами ИТЦ «СканЭкс».



Рис. 1
*Антенная система
малогабаритного комплекса
«УниСкан» в США*

В России 33 комплекса «УниСкан» работают в Минприроды России, МЧС России и Росгидромете, на базе научно-исследовательских и образовательных учреждений. Собственная сеть приемных станций ИТЦ «СканЭкс» включает десять комплексов «УниСкан» в Москве, Иркутске, Магадане и Мегионе, что позволяет осуществлять оперативный космический мониторинг природных и антропогенных объектов, процессов на всей территории России и прилегающих акваториях. Ежегодно с использованием созданной сети, на основе лицензионных соглашений с операторами космических аппаратов ДЗЗ, проводится оперативный мониторинг территории России. В архив уже поступило более 50 терабайт малооблачных и безоблачных космических снимков с разрешением от 0,7 до 30 м.

Увеличение оперативности работы с данными ДЗЗ обеспечивает связь приемных станций с геосервисами, в основе которых лежит технология GeoMixer, разработанная ИТЦ «СканЭкс». Она позволяет осуществлять быструю визуализацию космической и аналитической информации и передачу готовой продукции. Разработка и внедрение геопорталов является одним из стратегических направлений развития компании. Следует отметить, что еще за полтора года до старта проекта Google Earth открылся Интернет-магазин

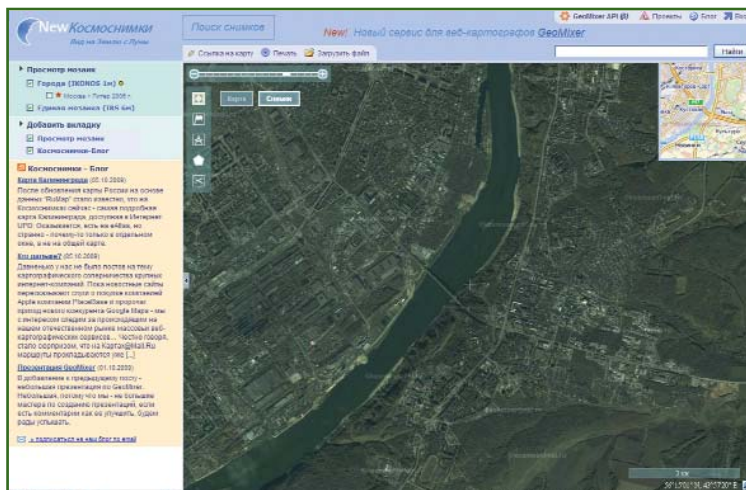


Рис. 2

Интерфейс геосервиса «Космоснимки». Центральные районы Нижнего Новгорода, мозаика IKONOS

космических снимков (<http://kosmosnimki.ru>), работающий на основе технологии GeoMixer (рис. 2).

Тематические и специализированные геосервисы, основанные на технологии GeoMixer, успешно применяются в России при оперативном мониторинге экологического состояния территорий и положения судов в акваториях морей (рис. 3), при наблюдении за ходом половодья на реках и т. д. Создаются региональные геопорталы в интересах администраций различных субъектов Российской Федерации. Кроме того, летом 2009 г. специалисты ИТЦ «СканЭкс» разработали и протестировали технологию оперативного многоспутникового мониторинга объектов, процессов и явлений ScanNet. Ее неотъемлемой составляющей выступает геосервис, который обеспечивает визуализацию и хранение данных ДЗЗ, возможность проведения экспресс-анализа результатов космических съемок за разные даты. Работа геосервисов уже подтвердила свою эффективность при решении ряда задач МЧС России, Национального центра управления в кризисных ситуациях, Комитета информационных технологий и телекоммуникаций администрации Волгоградской области,

администрации порта Новороссийск и других партнеров и заказчиков нашей компании.

С помощью инструментария API (Application Programming Interface), который применяется во многих геосервисах, пользователи могут создавать собственные проекты. Осенью 2009 г. завершена разработка программного интерфейса GeoMixer API, позволяющего встраивать карту, содержащую базовые геоданные, с сервера kosmosnimki.ru в web-страницы сайтов. Web-приложение GeoMixer является дополнитель-

ным инструментом для подготовки и публикации геоданных, с целью предоставления многопользовательского доступа к ним через Интернет или локальную сеть. При этом сервис API является бесплатным при условии его использования на открытых и некоммерческих сайтах, с ограничением по количеству запросов к сервису в сутки. Данный сервис, в частности, призван обеспечить удобный и экономичный доступ к космическим снимкам как из архива ИТЦ «СканЭкс» (рис. 4, 5), так и из глобальных архивов, с возможностью поиска и заказа данных. Новая технология эффективна при организации совместной работы над решением конкретной задачи, когда специалисты различных направлений одновременно способны прорабатывать тематические направления в рамках единого проекта.

Подробнее о развитии российских технологий создания геопорталов, в том числе о сервисе GeoMixer API, можно будет узнать 1–3 декабря 2009 г. на 4-й Международной конференции «Земля из космоса — наиболее эффективные решения». Конференция, традиционно организуемая каждые два года

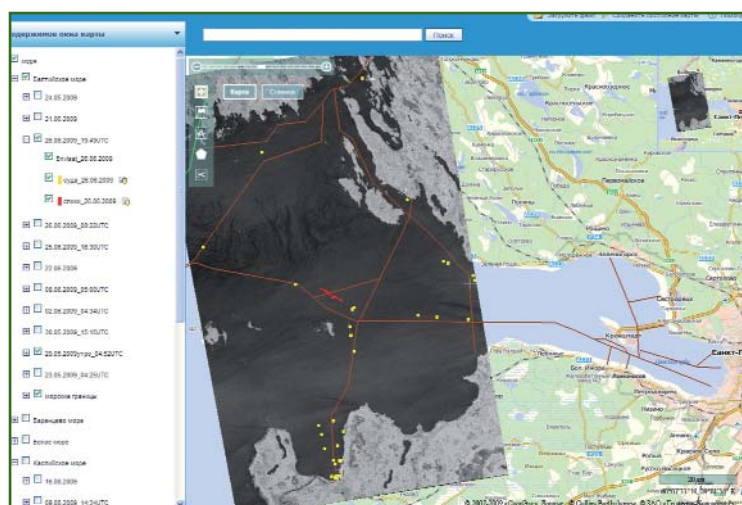


Рис. 3

Интерфейс геопортала «Космоснимки — моря России». Акватория Финского залива Балтийского моря. Красным цветом отмечено нефтезагрязнение, желтым — суда, коричневым — судоходные трассы. Снимок ENVISAT-1, 26.06.2009 г.

**Рис. 4**

Вулкан Ключевская Сопка. Отчетливо видны выбросы из основного и боковых кратеров. Снимок SPOT-4, 08.02.2007 г. (© Spot Image, SCANEX, 2007)

**Рис. 5**

Долина гейзеров. Подпруженное озеро, тело селя, сошедшего в 2007 г. Снимок GeoEye, 03.09.2009 г. (© GeoEye, SCANEX, 2009)

ИТЦ «СканЭкс» и НП «Прозрачный мир», заслужила репутацию крупнейшего события в России и странах СНГ в области практического применения космической информации. В 2007 г. в ее работе приняли участие более 330 представителей из России и 32 стран мира. Среди центральных тем конференции этого года: использование космических информационных технологий в региональном управлении; природоохранный мониторинг; тенденции развития Интернет-сервисов и геоportалов; технологии и средства обработки дан-

ных; интеграция науки, образования и бизнеса в интересах устойчивого развития территорий.

Вопросы практического использования данных ДЗЗ из космоса всегда были одним из приоритетных направлений работы ИТЦ «СканЭкс», поэтому в 2009 г. наша компания выступила учредителем нового журнала «Земля из космоса — наиболее эффективные решения». Это издание задумано не как реклама технологий, информационных ресурсов и проектов фирм, а как подборка проблемных тематических сборников по направлениям космической съемки. Уже вышло два выпуска журнала: первый — посвящен лесному хозяйству и лесоустройству, второй — вопросам транспорта и строительства. Надеемся с помощью рекомендаций читателей и, используя опыт тематических редакторов выпусков, сделать журнал действительно интересным и «долгоиграющим» — таким, чтобы хотелось неоднократно возвращаться к опубликованным в нем материалам.

В рамках конференции также пройдет заседание «круглого стола», посвященное вопросам деятельности Ассоциации поставщиков и потребителей космических данных в России. Идею создания ассоциации участники рынка данных ДЗЗ обсуждают уже в течение последних нескольких месяцев. Основной задачей организации станет разработка проектов нормативно-правовых актов и документов, регламентирующих деятельность компаний, работающих в сфере ДЗЗ из космоса. Отсутствие четкого нормативно-правового поля, в частности, по вопросу режимных ограничений на данные ДЗЗ, в настоящее время препятствует ускоренному развитию и внедрению современных космических технологий. Острая необходимость четкого законодательства в области космической съемки обусловлена также растущей вероят-

ностью потери данного сегмента рынка Россией.

Помимо законодательных инициатив ассоциация будет заниматься проблемами разработки единой терминологии, обобщения опыта отдельных организаций в сфере ДЗЗ, оказанием консультационных услуг на всех этапах внедрения технологий ДЗЗ из космоса, представлением и защитой интересов ее членов в государственных, общественных органах, международных неправительственных организациях. На данный момент согласие выступить учредителями ассоциации подтвердили компании: «Ракурс», «Газпром космические системы», «Уралгеоинформ» (Екатеринбург), ИТЦ «СканЭкс» и др. Учредительное собрание ассоциации состоится 1 декабря 2009 г. в рамках конференции «Земля из космоса — наиболее эффективные решения».

В 2009 г. тематика конференции охватит полный спектр вопросов, посвященных не только тематическому применению данных ДЗЗ из космоса, но и технологиям их получения, архивирования, обработки и создания на их основе проектов различного уровня (федерального, регионального, ведомственного).

Пользуясь случаем, приглашаю принять участие в конференции читателей журнала «Геопрофи» и его редакцию, которая, наряду с другими профессиональными изданиями, оказывает информационную поддержку данному мероприятию.

RESUME

An information is given on the R&D Center Scanex developments in the field of acquiring, processing and providing the Earth space imagery for the Russian and foreign users. In particular the UniScan space data receiving station, GeoMixer and ScanNet technologies together with the Kosmosnimki.Ru server are introduced.

CREDO — ДИАЛОГ БЕЗ ГРАНИЦ

В ноябре 2009 г. исполняется 20 лет с тех пор, как пользователи начали работать с первыми программами CREDO. Тогда, в конце 1980-х гг., мало кто верил, что уже в недалеком будущем компьютеры и специализированное программное обеспечение станут основным инструментом инженеров-изыскателей и проектировщиков, полностью вытеснив бумажные технологии. Но все произошло именно так, и во многом благодаря внедрению в практику проектно-изыскательских работ программного комплекса (ПК) CREDO. На протяжении этого времени разработчики ПК CREDO упорно трудились над развитием и внедрением комплексных автоматизированных технологий для того, чтобы тысячи организаций в России, странах СНГ и других странах мира работали на современном уровне. Это событие компания «Кредо-Диалог» (Минск, Республика Беларусь) — разработчик ПК CREDO — отмечает проведением в 22 городах России и стран СНГ серии конференций под общим названием **«МАРАФОН TERRA CREDO»**.

Юбилейные даты традиционно считаются удачным временем для того, чтобы подвести итоги, продемонстрировать достижения, обозначить перспективы и представить новые планы. Двадцатилетний период деятельности компании «Кредо-Диалог» тоже можно назвать марафонской дистанцией. Стартовав в советское время, когда компьютерная эра еще робко стучалась в двери отечественных предприятий, преодолев все трудности перестроечного и постперестроечного периода с его политическими волнениями и социально-экономическими преобразованиями, компания сумела выстоять и укрепить свои позиции в области разра-

ботки программного обеспечения для автоматизации проектно-изыскательских работ.

Технический и технологический уровень программного комплекса CREDO, его распространенность, качество внедрения и сопровождения пользователей, лидирующие позиции компании «Кредо-Диалог» в области автоматизации проектно-изыскательских работ признаются не только профессиональным сообществом, но и конкурентами. Три поколения ПК CREDO, более 40 взаимодополняющих систем и программ, около 6,5 тыс. клиентских организаций, тысячи запроектированных и построенных объектов и десятки тысяч благодарных пользователей — вот достойная награда за прогрессивность идей, новаторство и профессионализм.

Вспоминая историю компании, часто приходится употреблять слово «впервые». Так, в 1989 г., силами тогда еще небольшого коллектива единомышленников, была создана первая в СССР комплексная программа для автоматизированного проектирования автомобильных дорог на персональных компьютерах — система CAD_CREDO. Она естественно и легко вписалась в существовавшие в то время технологические схемы предприятий, была понятна и проста в освоении и быстро завоевала признание специалистов. Одним из явных преимуществ системы была ее комплексность в решении задач проектирования автомобильных дорог. Кроме того, программа включала ряд новаторских методов и средств, которые изменили качество инженерного труда и резко повысили его производительность. Такие возможности, как динамическая оптимизация проектного профиля, блок оценки проектных решений, оптимизация распределе-

ния земляных масс, оценка устойчивости откосов, расчет дорожных одежд и многое другое сделали CAD_CREDO действительно незаменимым инструментом проектировщика.

Позднее, в 1996 г., была создана и получила широкое распространение программа CREDO_DAT. Ее выпуск стал переломным моментом для изыскателей, поскольку обеспечил переход к безбумажным технологиям в инженерно-геодезических изысканиях на основе принципа потоковой обработки данных. Программа CREDO_DAT не только работала с результатами, полученными с электронных тахеометров и регистраторов всех типов, но и включала обработку геодезических построений (от высокоточных и государственных сетей до сетей съемочного обоснования) и наземной топографической съемки любой сложности и в любых комбинациях.

Следует отметить, что разработчики программного комплекса CREDO одними из первых начали развивать технологии создания цифровой модели местности (ЦММ). Они же стали инициаторами внедрения в практику проектно-изыскательских работ технологии автоматизированного проектирования инженерных объектов на основе ЦММ. Для решения этой важной задачи специалисты компании «Кредо-Диалог» разработали и довели до высокого качественного уровня методику создания цифровой модели рельефа (ЦМР) и проектных поверхностей на основе оригинальных алгоритмов (координатная геометрия и интерактивная графика) в системах второго поколения — CREDO_PRO, CREDO_TER и CREDO_MIX.

Многие специалисты помнят, насколько эффективнее стал их труд после перехода к техноло-

гиям инженерно-геодезических изысканий на базе электронных тахеометров и автоматизированных методов комплекса CREDO с построением цифровой модели местности. Еще одним шагом вперед стало внедрение новой технологии проектирования линейных сооружений на основе ЦММ, создаваемой по результатам инженерных изысканий протяженных трасс.

Строгий научный подход, тщательная инженерная проработка идей, инновационные методы их реализации и изучение требований пользователей — вот принципы, положенные в основу создания и развития программного комплекса CREDO. Но не только это способствует успеху компании. Как двадцать лет назад, так и в настоящее время неизменными остались особое отношение к Пользователю как к коллеге, партнеру, другу и стремление установить с ним диалог взаимодействия и сотрудничества. Компания «Кредо-Диалог» постоянно развивает систему сопровождения внедряемых программных средств и обучения работы с ними пользователей. Для того, чтобы клиенты компании всегда могли рассчитывать на своевременную и качественную поддержку, ежегодно разрабатываются новые виды обучающих мероприятий, предлагаются эффективные формы сопровождения внедряемых программ. Осуществляет эту работу служба технической и технологической поддержки компании «Кредо-Диалог», 4 представительства в различных регионах России, 12 региональных учебно-внедренческих центров CREDO на территории России и стран СНГ и более 40 партнерских организаций. Программа «CREDO ВУЗ» по льготному оснащению профильных учебных заведений комплектами ПК CREDO позволяет готовить молодые кадры с учетом современного уровня развития автоматизированных техноло-

гий инженерных изысканий, проектирования и ведения кадастровых работ. К настоящему времени в программе участвуют более 150 профильных учебных заведений. Информационную поддержку пользователей обеспечивает научно-технический журнал «Автоматизированные технологии изысканий и проектирования», издаваемый компанией с 2000 г.

Разрабатывая комплексные автоматизированные технологии обработки данных инженерных изысканий, создания ЦММ, проектирования объектов транспортного, промышленного и гражданского строительства, компания не позволяет себе останавливаться на достигнутом. В XXI век компания «Кредо-Диалог» вступила с программными системами третьего поколения (CREDO III). В них воплощены передовые идеи и решения, учтен накопленный опыт применения технологий CREDO и перспективные требования пользователей. Созданные на собственной программно-инструментальной платформе системы и программы CREDO III открывают специалистам новые возможности и продолжают интенсивно развиваться в существующих и новых направлениях инженерной деятельности. Несмотря на экономический кризис, активно расширяется инфраструктура компании, совершенствуются формы работы с пользователями.

На мероприятиях **МАРАФОНА TERRA CREDO** будут представлены последние разработки компании (в том числе 2009 г.), новые формы обучения, программы внедрения, учебно-методические материалы и многое другое. Безусловным подтверждением эффективности технологий CREDO станут работы, представленные для участия в VI Конкурсе производственных проектов, который проводится одновременно с марафоном. При этом, каждый желающий может ознакомиться с конкурсными



работами, обсудить представленные инженерные решения и проголосовать за понравившийся проект на сайте www.credo-dialogue.com.

МАРАФОН TERRA CREDO стартовал 8 сентября 2009 г. в Челябинске. Следующие по маршруту города — Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, Ставрополь, Ярославль, Пермь, Москва, Кемерово, Хабаровск, Новокузнецк, Магнитогорск, Южно-Сахалинск, Саратов, Благовещенск, Ташкент, Рязань и Тюмень. В марте 2010 г. конференции **МАРАФОНА TERRA CREDO** пройдут одновременно в Хабаровске, Красноярске, Екатеринбурге, Алма-Ате, Москве и Санкт-Петербурге. Финиширует **МАРАФОН TERRA CREDO** в Минске, где состоится заключительное торжественное мероприятие с награждением победителей VI Конкурса производственных проектов, чествованием пользователей и партнеров компании. К своему юбилею компания «Кредо-Диалог» готовит специальные ценовые предложения и программы, подробнее о которых можно будет узнать в следующих публикациях и на сайте компании.

Приглашаем всех к участию в **МАРАФОНЕ TERRA CREDO**.

Пресс-служба компании
«Кредо-Диалог»

СОБЫТИЯ

▼ IX Международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии» (Греция, 5–8 октября 2009 г.)

Отличительной особенностью конференции является то, что каждый год для ее проведения выбирается новая страна. В этот раз конференция проходила в Греции, на полуострове Аттика, в 30 км от г. Афины. Живописные пейзажи, свежий морской воздух создавали непринужденную атмосферу и способствовали плодотворной работе.

Организатором конференции традиционно являлась ЗАО «Ракурс» при поддержке Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS) и ГИС-Ассоциации.

Спонсорами конференции выступили: ООО «НП АГП «Меридиан+», ФГУП «Госземкадастръ-емка» — ВИСХАГИ, GeoEye (США) и ФГУП «Уралгеоинформ» (Екатеринбург).

Информационную поддержку оказывали следующие российские издания: журнал «Геопрофи», газета «ГИСинфо», Интернет-портал «GeoTop», журнал «Информация и космос», а также международные журналы: GeoInformatics, GEO: Connexion и GIM International.

Конференция предоставила широкие возможности для дис-

куссий, получения знаний и обмена опытом в области цифровых фотограмметрических технологий и дистанционного зондирования Земли. В ней приняли участие более 100 руководителей и специалистов производственных предприятий и высших учебных заведений из 20 стран мира, использующих данные ДЗЗ и средства для их фотограмметрической обработки в повседневной практике. Впервые конференцию посетили представители Южно-Африканской Республики и Таиланда.

На конференции с докладами выступили представители 11 государств, общее число докладов составило 42. Открыли конференцию директор Греческой военно-географической службы И. Каловос и президент Греческого общества фотограмметрии и дистанционного зондирования, профессор А. Георгопаолос.

В первом блоке докладов, посвященном региональным и корпоративным проектам, выступили представители России, Греции, Германии, Индии, Болгарии, рассказавшие о работах и современном состоянии картографических, кадастровых и фотограмметрических служб в своих странах. Наибольший интерес у слушателей вызвали выступления: представителя Греческой военной географической службы (Hellenic Military Geographical Service — HMGS)

А. Гкикаса о работах, которые проводит HMGS в Греции; С.А. Миллера (ГИС-Ассоциация) о рынке геоинформатики в России; профессора Г. Конечного (Ганноверский университет, Германия) о фотограмметрических и кадастровых системах; а также Я. Яннириса (Греция) о развитии фотограмметрии в Греции.

Второй блок докладов был посвящен цифровым камерам и оборудованию для аэросъемки. Интересно, что представители компаний, производящих крупноформатные цифровые аэрокамеры, значительную часть времени своих докладов отвели среднеформатным камерам. Так, П. Шрайбер (Leica Geosystems, Швейцария) много времени уделил камере RCD100, а М. Петухов (Intergraph, США) — семейству камер RMK. Такие камеры имеют меньшую стоимость, являются более доступными для небольших организаций и предназначены для съемки протяженных и небольших площадных объектов.

В третьем блоке докладов о фотограмметрической обработке данных цифровой аэросъемки выступили представители России, Греции и Болгарии. Научный директор компании «Ракурс» А.Ю. Сечин рассказал о 15-летнем пути ЦФС PHOTOMOD: от версии 1, применявшейся для простейшей обработки пары снимков, до современной мощной цифровой фотограмметрической системы версии 5.0. Профессор А. Георгопаолос (Национальный технический афинский университет, Греция) поделился опытом использования ЦФС PHOTOMOD в проекте, посвященном фотограмметрическому способу измерения марафонской дистанции от г. Марафон до г. Афины. Этот метод точнее, чем используемые электронно-оптические способы. Доклад Ю. Николаевой и К. Чучевой («ГИС Со-



фия», Болгария) был связан с проектом по составлению ортофотоплана г. Софии, при создании которого на ЦФС PHOTOMOD было обработано около 7000 аэроснимков, снятых цифровой камерой DMC (Intergraph).

Второй день конференции был посвящен съемкам Земли из космоса. В первом блоке докладов «Современные космические данные ДЗЗ и их применение» выступили представители компаний-операторов космических аппаратов А. Шумаков (GeoEye, США), Б. Бертолини (SPOT Image, Франция), П. Зиэмба (Digital Globe, Польша), которые рассказали о существующих и планируемых к запуску спутниках ДЗЗ. Об интересном проекте по построению глобальной модели рельефа Земли с помощью радиолокационных космических аппаратов сообщил Р. Ланцл (Infoterra GmbH, Германия).

В следующем блоке докладов о технологиях и программах для обработки данных ДЗЗ выступили Д.И. Федоткин (ИТЦ «СканЭкс»), А.В. Железняков (КБ «Панорама»), А.Н. Береговских (ИТП «ГРАД») и другие.

Из докладов, посвященных картографии на основе данных ДЗЗ, слушатели узнали о построении ортофотопланов, полученных по космическим изображениям со спутника «Ресурс-ДК1» (М.Г. Синькова, «Землемер»), об опыте использовании ДЗЗ в ОАО «РЖД» (А.С. Васильевский, ОАО «НИИАС») и на предприятиях ОАО «Газпром» (Ю.Б. Баранов, «Газпром ВНИИГАЗ»).

Третий день конференции был посвящен системе PHOTOMOD. Сотрудники компании «Ракурс» представили новую версию 5.0, благодаря которой достигается новый уровень автоматизации и производительности. После докладов состоялся мастер-класс, на котором была продемонстрирована работа PHOTOMOD 5.0, показаны новые возможности модуля PHOTOMOD Radar. Особый интерес пользователей вызвали такие возмож-

ности версии 5.0, как повышение надежности автоматического измерения межмаршрутных связующих точек, полная поддержка 16-битных и многоканальных растров и увеличение степени открытости системы.

Помимо мастер-класса был проведен специальный двухчасовой семинар для сотрудников НМГС, имеющих опыт работы как на аналитических приборах, так и на различных цифровых фотограмметрических станциях. Рабочая версия системы PHOTOMOD была продемонстрирована на всех этапах фотограмметрической обработки, включая внутреннее ориентирование, автоматическую фототриангуляцию, создание ЦМР и ортофотопланов и векторизацию в стереорежиме.

В рамках конференции компания «Ракурс» провела очередную встречу с дилерами, посвященную вопросам сотрудничества. Компания «Ракурс», как и прежде, готова предоставлять своим дилерам оперативную сервисную поддержку, консультации и обучение, а также актуальную информацию обо всех текущих изменениях и обновлениях системы PHOTOMOD. Подобные ежегодные дилерские встречи стали хорошей традицией, помогают более продуктивно работать и являются хорошей платформой для дружеского общения партнеров.

На конференции были подведены итоги конкурса проектов, выполненных с применением системы PHOTOMOD. В этом году заслуженный приз — PHOTOMOD GeoMosaic 4.4. — был вручен компании «ГИС София» за проект «Крупномасштабный ортофотоплан Софии», выполненный с помощью ЦФС PHOTOMOD.

Во время неофициальной части конференции в веселой и дружеской обстановке прошли спортивные соревнования, на которых участники смогли проявить спортивное мастерство и волю к победе. Ключевым моментом спортивного вечера стал турнир по мини-футболу. Удо-



вольствие от этого мероприятия получили не только участники команд, но и болельщики, которые с азартом поддерживали игроков.

Участники конференции смогли познакомиться с традициями и культурой Греции во время экскурсии, которая началась с посещения традиционной винодельни и дегустации местных вин, и завершилась у храма Посейдона на мысе Сунион.

Торжественный праздничный банкет прошел в необычном формате. Путь на банкет пролегал по вечерним Афинам с посещением местного музея Акрополя — одного из выдающихся памятников античной архитектуры. Затем участники конференции поднялись на смотровую площадку, откуда смогли насладиться панорамным видом на величественный Акрополь и ночной город. Сюрпризом гала-ужина стала лотерея, в которой в качестве призов были разыграны русская и английская версии программного комплекса PHOTOMOD. Обладателями счастливых лотерейных билетов стали В.В. Погорелов из ФГУП «Северо-Кавказское АГП» (Пятигорск) и Р. Ланцл из Infoterra GmbH.

Компания «Ракурс» благодарит всех партнеров и коллег за участие в прошедшей конференции и с нетерпением ждет новых встреч.

Подробную информацию о конференции, а также фотоотчет и презентации докладчиков можно найти на сайте: www.racurs.ru/Greece2009.

По материалам пресс-релиза оргкомитета конференции

▼ **Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы инженерной геодезии» (Санкт-Петербург, 15–17 октября 2009 г.)**

Конференция была посвящена 200-летию Петербургского государственного университета путей сообщения (ПГУПС), в котором геодезия преподается со дня его основания.

В работе конференции приняли участие около 80 представителей учебных заведений (ПГУПС, Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Сибирского государственного университета путей сообщения, Дальневосточного государственного университета путей сообщения, Санкт-Петербургского государственного горного института и

бежные гости: ученые из Чешской республики, Германии и Палестинской автономии. На пленарном и четырех секционных заседаниях было заслушано 47 докладов.

Главным предметом обсуждения стали темы, связанные с решением проблем навигационно-геодезического обеспечения железнодорожного транспорта и совершенствованием геодезической подготовки инженеров путей сообщения.

В ходе конференции под руководством профессора С.И. Матвеева (МИИТ) был проведен семинар для преподавателей геодезии по проблемам геодезической подготовки студентов в транспортных вузах.

По инициативе компании «Геодезические приборы» была проведена выставка современных геодезических приборов, а ФГУП «Аэрогеодезия» организована продажа картографической продукции.

Экскурсионная программа конференции включала посещение Центрального музея железнодорожного транспорта, Пулковской астрономической обсерватории и достопримечательностей Санкт-Петербурга.

М.Я. Брынь
(ПГУПС)

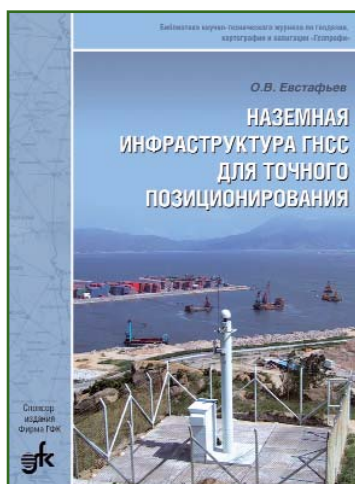


Государственной морской академии им. адмирала С.О. Макарова и др.), проектных и топографо-геодезических организаций (ОАО «Ленгипротранс», ФГУП «Аэрогеодезия», ЗАО «Нефтегазгеодезия», ООО «Фирма Г.Ф.К.», ООО «Лимб», ООО «СКИН» и др.). На конференции присутствовали зару-

ИЗДАНИЯ

▼ **Книга О.В. Евстафьева «Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования»**

Книга разработана по материалам статей, опубликованных автором в журнале «Геопрофи» в 2008–2009 гг., подготовлена к печати ООО Информационное агентство «ГРОМ» и является первой из серии «Библиотека научно-технического журнала по геодезии, картографии и навигации «Геопрофи». Спонсором издания стала компания



«Фирма Г.Ф.К.», более 16 лет занимающаяся внедрением новых технологий в области геодезических измерений в России. Рецензентом книги выступил В.В. Бойков, начальник центра Спутниковых технологий ФГУП «Госземкадастръемка» — ВИС-ХАГИ, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ.

Книга посвящена одному из важных направлений практического применения глобальных навигационных спутниковых сис-

тем ГЛОНАСС и GPS — относительно способу точного определения пространственных координат с использованием постоянно действующих базовых станций ГНСС. Она включает описание общих требований к составу оборудования и программного обеспечения базовых станций ГНСС, оптимальной форме и размерам сетей из них, телекоммуникационным средствам связи между центром управления сетью, базовыми станциями и подвижными спутниковыми приемниками, различным способам определения точных пространственных координат объектов в режиме реального времени и при постобработке. Особое внимание автор уделил оценке затрат на создание элементов инфраструктуры и систем точного позиционирования, включая возможные направления их возврата. В книге также приведены принятые сокращения терминов на русском и английском языках, и их краткое определение, полезные Интернет-ссылки.

В.В. Грошев

(Редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **Книга Г.Н. Тетерина «История геодезии (до XX в.)»**

Книга подготовлена и издана в Сибирской государственной геодезической академии в 2008 г.

В ней достаточно полно дается систематизированное изло-

жение истории геодезии с древнейших времен до XX в. Предлагаемая книга является вторым существенно дополненным и переработанным изданием книги «История геодезии с древнейших времен». В работе приводятся не только исторические факты, события, характерные особенности, но и тенденции и закономерности развития геодезии, разработанные автором на базе геометрической концепции. В издании собраны и обобщены известные исторические факты и опубликованные материалы, а также результаты собственных, отечественных и зарубежных исследований. Дано объяснение движущих сил и причин происхождения и развития геодезии, ее несубординированной значимости в обществе на всех этапах эволюции. Кроме указанного, в книге приведены законы развития геодезии, позволяющие проводить прогнозные расчеты различных параметров, и краткие биографические сведения о выдающихся деятелях науки и практики, внесших определенный вклад в геодезию.

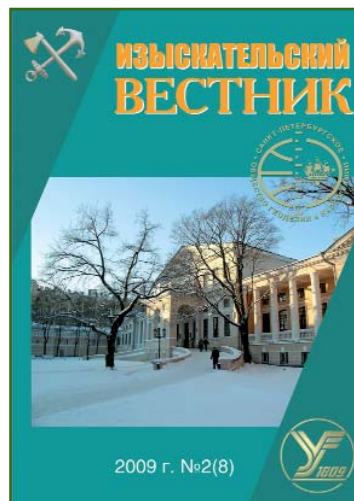
В.В. Грошев

(Редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **Журнал «Изыскательский вестник» СПб ОГИК № 2(8)**

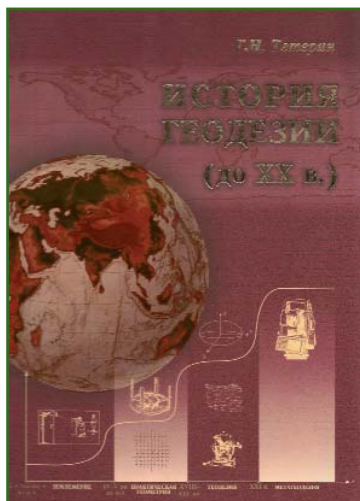
Новый номер журнала Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии (СПб ОГИК) посвящен важным вопросам и проблемам, которые в настоящее время волнуют изыскательские организации Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона России.

В первую очередь, конечно, это саморегулирование в строительной отрасли и, в том числе, в инженерных изысканиях. Остается совсем немного времени до января 2010 г., когда, в соответствии с законодательством Российской Федерации, на смену лицензированию придет саморегулирование. В Санкт-Петербурге статуса саморегули-



емых организаций в сфере инженерных изысканий решили добиться несколько некоммерческих партнерств, в том числе, некоммерческое партнерство «Изыскатели Санкт-Петербурга и Северо-Запада», инициатором создания которого выступило Санкт-Петербургское общество геодезии и картографии. Разделение изыскательского сообщества на несколько некоммерческих партнерств, конечно же, осложнит работу не только органов контроля за изысканиями, но и работу СПб ОГИК. Несмотря на это, в соответствии с Уставом, СПб ОГИК планирует и дальше выступать объединяющим звеном во взаимоотношениях между изыскателями как в Санкт-Петербурге, так и в Северо-Западном регионе. На страницах журнала свое отношение к саморегулированию высказывает член правления общества, руководитель ЗАО «ЛентИСИЗ» М.А. Солодухин. Нельзя не отметить, что проблемы, затронутые в его статье, отражают мнение многих изыскательских организаций, в настоящее время вынужденных идти по пути вступления в саморегулируемые организации.

Проблемная статья Г.Н. Тетерина «Геодезия — это метод, или «наука о фигуре Земли», или нечто большее?» излагает глубоко продуманный, обоснованный и интересный взгляд на место геодезии в науке и технике.



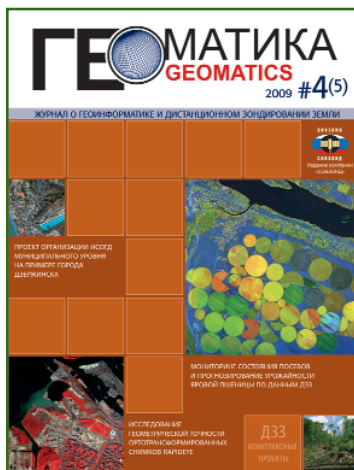
Особо значимым событием номера являются публикации, посвященные 200-летию юбилею Петербургского государственного университета путей сообщения, подготовленные сотрудниками кафедры «Инженерная геодезия». В статьях рассказывается об истории кафедры, работах, выполняемых в рамках НИР, учебных практиках и, самое главное, о практическом применении научных разработок кафедры в проектировании и эксплуатации железных дорог.

А.С. Богданов
(СПб ОГИК)

▼ Журнал «ГЕОМАТИКА» № 4(5)

С выходом очередного пятого юбилейного номера на тему «Комплексные проекты с использованием данных дистанционного зондирования Земли», журналу «ГЕОМАТИКА» исполнился ровно год.

В журнале опубликовано интервью с генеральным директором компании RapidEye AG В. Би-



дерманном, который подробно рассказал об уникальных мониторинговых возможностях группировки спутников RapidEye и перспективах использования данных с этих КА на российском рынке.

В разделе «Данные дистанционного зондирования» размещены статьи о стандартных уровнях обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), исследовании геометрической точности ортотрансформированных снимков RapidEye.

Переводные статьи о создании ЦМР по снимкам со спутника ALOS и профессиональных стереомониторингах Planar представлены в разделе «Обработка данных ДЗЗ».

Читатели, несомненно, заинтересуются подробными, с многочисленными примерами материалами об использовании данных ДЗЗ в сельском и водном хозяйстве, нефтегазовом комплексе. Здесь же можно узнать о внедрении ГИС-технологий в градостроительстве, городском кадастре, при создании ситуационных центров.

Журнал «ГЕОМАТИКА» имеет свой сайт в сети Интернет <http://geomatika.ru>, где помимо разнообразной справочной информации для авторов, рекламодателей и подписчиков выкладываются электронные версии всех номеров журнала в формате PDF.

Б.А. Дворкин
(Редакция журнала
«ГЕОМАТИКА»)

НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Официальный дистрибьютор в Украине

Leica
Geosystems

Геодезическое оборудование

- Тахеометры TPS
- Теодолиты
- Нивелиры Runner

Лазерное оборудование

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

GPS - оборудование

- Приемники
- Базовые станции
- Система 1200
- Система SmartSation™

Услуги

- Сервисное обслуживание
- Обучение
- Техподдержка

Представляет журнал "Геопрофи" в Украине

Наши координаты:

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

Киевский офис:

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

Симферопольский офис:

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



Наш сайт: www.ngc.com.ua

E-mail: ngc@ngc.com.ua



ВОЗМОЖНОСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ СЕРИИ ТАХЕОМЕТРОВ TRIMBLE M3

А.Н. Воронов (ПРИН)

В 2002 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «космическая геодезия». В настоящее время — ведущий инженер ЗАО «ПРИН».

В ноябре 2008 г. компания Trimble (США) объявила об усовершенствовании известной серии тахеометров Trimble M3.

Приборы предыдущего поколения тахеометров этой серии имели нарекания пользователей на работу дальномера при измерении расстояний в безотражательном режиме. Разработчики не оставили этот факт без внимания и оснастили новые модели тахеометра более мощным и качественным безотражательным дальномером.

Новый дальномер тахеометра позволяет измерять расстояния в безотражательном режиме до 300 м. Кроме того, увеличена точность измерения расстояний по призмам, которая теперь составляет $\pm(2\text{ мм} + 2\text{ ppm})$. Зрительная труба тахеометра имеет увеличение 33 крата (против 26 крат предыдущей серии), что дает возможность более точно выполнять наведение на цель. Прочный алюминиевый корпус защищен от попадания воды, в соответствии со стандартом IPX6.

Тахеометр Trimble M3 сочетает в себе прочную конструкцию, практическую функциональность аппаратных средств, а также универсальность и емкость встроенного программного обеспечения. Прикладные программы тахеометра обеспечивают решение разнообразных геодезических задач при крупномасштабной топографи-

ческой съемке и геодезическом обеспечении строительно-монтажных работ.

Специалисты компании ПРИН провели исследования заявленных возможностей усовершенствованного в этой серии тахеометров дальномера в полевых условиях.

Максимально возможная дальность измерения расстояний в безотражательном режиме зависит от цвета, формы и размера цели, на которую выполняется измерение. Кроме того, немаловажную роль играют физические свойства поверхности, а также угол, под которым выполняется измерение на цель. Помимо всего прочего, оказывают влияние и погодные условия: при солнечной, пасмурной (дождливой) или снеж-

ной погоде измерения на одну и ту же цель дают разные результаты. В связи с этим, в ходе испытаний планировалось определить максимально возможную дальность измерения расстояний в безотражательном режиме (проверить заявленные характеристики), а также оценить возможность измерений:

- до сложных целей, таких как провода или телевизионные антенны с малым сечением;
- до поверхностей с малым коэффициентом отражения;
- под острым углом относительно цели;
- на внутренние и внешние углы зданий.

Исследования параметров выполнялись при различных внешних условиях, в частности,



Рис. 1

Измерения расстояний до стены здания из бежевого кирпича. Справа — фотография, выполненная через окуляр прибора

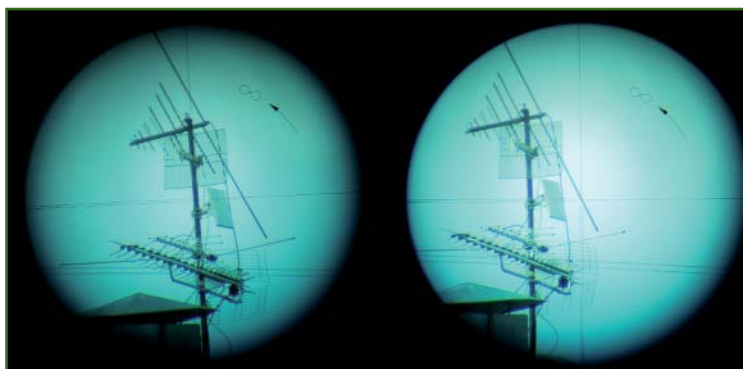


Рис. 2

Измерения на мачту и ус антенны



Рис. 3

Измерения на металлические трубы с низким коэффициентом отражения

в яркую солнечную погоду, при умеренной солнечной освещенности и в период облачности.

▼ Максимальная дальность измерения расстояний в безотражательном режиме

Все фирмы-производители оборудования указывают значение максимальной дальности измерения расстояния в безотражательном режиме для поверхности с коэффициентом отражения 90% (соответствует белой стене). Так как на практике такие условия достигаются крайне редко, исследования проводились по светлomu (бежевому) кирпичу, коэффициент отражения которого ниже 90% (рис. 1).

В результате многократных измерений было выявлено следующее. Максимальное значение дальности безотражательных измерений на светлый кирпич было получено в условиях

умеренно облачной погоды и составило 328,785 м. Учитывая паспортную характеристику 300 м по белой стене — результат весьма неплохой. В яркий солнечный день максимально возможная дальность измерений составила около 238 м по этой же цели.

▼ Измерения расстояний до объектов малого сечения

Для решения этой задачи в качестве целей использовались телевизионные антенны и их элементы (рис. 2).

Мачта антенны имела диаметр 5 см. В условиях пасмурной погоды максимально измеренное расстояние на эту цель составило 130 м, в жаркий солнечный день — свыше 90 м. Результаты измерений на ус антенны диаметром 1,5 см составили 90 и 60 м, соответственно.

▼ Измерения расстояний до объектов с низким коэффициентом отражения

В качестве такой поверхности были выбраны ржавые вентиляционные выходы и темные трубы (рис. 3). При измерении дальностей на эти цели в безотражательном режиме максимальное расстояние составило 100 м как в солнечный, так и в пасмурный день.

▼ Измерения расстояний до объектов, расположенных относительно тахеометра под острым углом

Угол падения лазерного луча дальномера на измеряемую поверхность значительно влияет на возможность измерения в безотражательном режиме. Во время исследований работы та-

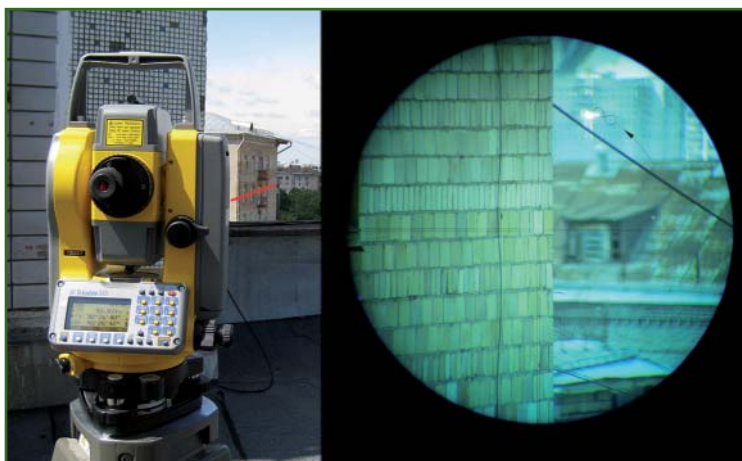


Рис. 4

Измерения на здание под острым углом



Рис. 5

Измерения на внешние и внутренние углы здания

хеометра Trimble M3 достигалось такое расположение прибора относительно цели, чтобы луч подходил к измеряемой поверхности под углом 15° (рис. 4).

Несмотря на такую величину острого угла, тахеометр уверенно измерял расстояния. При этом время, затрачиваемое на измерение расстояния (интервал измерений), зависело лишь от удаления цели, что объясняется физическими свойствами любого безотражательного дальномера.

▼ Измерения расстояний на внутренние и внешние углы зданий

Еще одним видом часто встречающихся измерений в полевых условиях или на строительной площадке являются измерения на внутренние и внешние углы зданий (рис. 5).

При выполнении данных исследований не ставилась задача выявить максимальную дальность измерений на цели. Тем не менее, были получены следующие результаты. Тахеометром уверенно измерялось

расстояние в 120 м на первую и вторую цель. Интервал измерений при этом составлял менее 2 с, что вполне удовлетворяет паспортным характеристикам и обеспечивает быстрое выполнение полевых работ.

Результаты испытаний показали значительное превосходство дальномеров тахеометров серии Trimble M3 над своим предшественником в безотражательном режиме измерения расстояний.

Новые тахеометры Trimble M3 в России представлены двумя моделями с угловой точностью 3" и 5".

RESUME

Results are given of the experimental testing the new reflectionless range meter of the Trimble M3 tacheometer series. The studies included estimation of the real range for distance measuring in the reflectionless mode together with the assessment of the possibility for reliable measuring distances to wires and television antennas with small section, to internal and outer corners of buildings, to surfaces with low reflectance, etc.

3-DAS-1

Цифровая камера для аэрофотосъемки

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

Превосходная радиометрия RGB 42bit

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

Автоматическая геопривязка снимков

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



Wehrli/Geosystem

www.vingeo.com

ПОЛЕВОЕ ТРАССИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГНСС

М.Б. Гувеннов (Нижегородский филиал ОАО «ГИПРОДОРНИИ»)

В 2008 г. окончил агрономический факультет Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии (НГСХА) по специальности «землеустройство». Во время обучения в НГСХА работал в ФГУП «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие» и в ФГУП «Госземкадастръемка» — ВИСХАГИ. После окончания НГСХА работал в ЗАО «Нижегородский Дорпроект». С 2008 г. по настоящее время — инженер 2-й категории отдела инженерных изысканий Нижегородского филиала ОАО «ГИПРОДОРНИИ». С октября 2009 г. — аспирант кафедры инженерной геодезии Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

В практике полевого трассирования инженерных сооружений линейного типа довольно часто возникает ситуация, когда невозможно с достаточной точностью определить направление на следующую по ходу вершину угла поворота трассы. Указанное обстоятельство может иметь место при полном отсутствии видимости на следующую вершину угла поворота, например, при трассировании через лес. Рассмотрим случай, когда указанная точка (ВУ-5) находится за лесным массивом, на откры-

той местности (рис. 1). Прорубить визирку от вершины угла ВУ-4 и выйти точно к вершине угла ВУ-5 невозможно без применения дополнительных измерений и вычислений.

Приведенный на рис. 1 пример взят из реального документа, входящего в состав материалов сбора исходных данных (СИД). Это один из нескольких вариантов ситуации, когда трассирование выполняется в условиях отсутствия видимости между вершинами углов поворота трассы.

На открытой местности определить местоположение вершины угла и отложить угол поворота, чтобы сменить направление трассы, не представляется сложным. При отсутствии точного направления на ВУ-5 пройти через лес несколько километров, закрепить трассу створными точками и с наименьшим отклонением выйти на вершину угла ВУ-5 практически невозможно.

Для решения этой задачи (опираясь на схему, приведенную на рис. 1) необходимо точно задать направление с ВУ-4 на ВУ-5 относительно направления с ВУ-4 на ВУ-3, т. е. отложить угол ϕ_4' , значение которого неизвестно, а затем отложить расстояние (точное значение

расстояния не требуется, его можно измерить после рубки визирок и закрепления створных точек).

Может показаться, что совершенно необязательно знать точное значение угла ϕ_4' , поскольку его можно измерить геодезическим транспортиром с точностью $0,5^\circ$ по карте масштаба 1:10 000, имеющейся в материалах СИД. Однако часто возникает ситуация, когда угол поворота должен быть определен значительно точнее. Например, если рядом с трассой проходит линия электропередачи, расположено озеро или, как в нашем примере, протекает река, направление которой на отдельном участке совпадает с направлением трассы (рис. 1). Согласно требованиям строительных норм и правил (СНиП), трассу необходимо провести так, чтобы она находилась на определенном расстоянии от естественных или искусственных объектов.

Для обеспечения данного требования необходимо, чтобы направление ВУ-4 — ВУ-5 заняло по азимуту строго определенное положение с минимальной величиной поперечного сдвига точки ВУ-5. Например, если предельный поперечный сдвиг ВУ-5 относительно ее истинного по-

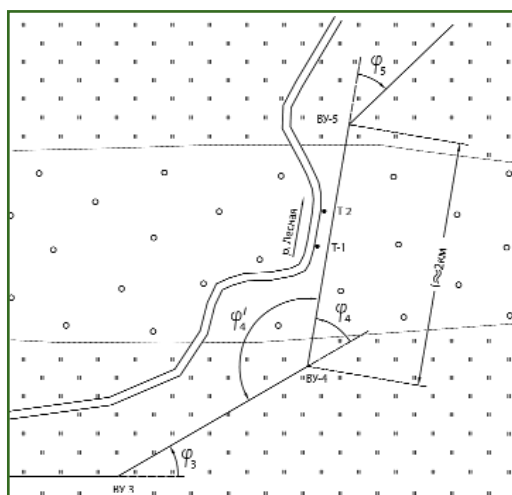


Рис. 1

Трассирование в условиях отсутствия видимости между вершинами углов поворота трассы (вариант 1)

ложения принять равным 10 см, а расстояние между ВУ-4 и ВУ-5 — 1 км, 2 км и 5 км, то горизонтальный угол Φ_4' должен быть измерен с точностью 21", 10" и 4", соответственно. Измерить с такой высокой точностью горизонтальный угол можно с помощью электронного тахеометра, имеющего среднюю квадратическую погрешность измерения угла 5" или 3", но никак не по карте масштаба 1:10 000. Кроме того, объекты местности при таком масштабе могут быть нанесены на карту с погрешностями, значения которых равнозначны расстоянию, на котором должна проходить трасса от естественных объектов и инженерных коммуникаций.

Таким образом, задача сводится к тому, чтобы с заданной точностью определить угол поворота трассы Φ_4 или разбивочный угол Φ_4' , отложив который, можно выйти на точку ВУ-5.

Предлагается данную задачу решать в два этапа.

Этап 1. По результатам измерений с помощью наземной аппаратуры глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) вычисляют плоские прямоугольные координаты трех вершин углов поворота трассы — ВУ-3, ВУ-4, ВУ-5, а также двух вспомогательных точек Т-1 и Т-2, которые необходимы для того, чтобы обеспечить отступ трассы линейного сооружения на регламентированное СНиП расстояние от естественных объектов или инженерных коммуникаций. При этом, точки Т-1 и Т-2 выбираются на местности в характерных местах интересующего нас естественного или искусственного объекта, в нашем случае — на береговой линии (рис. 1), а ВУ-3, ВУ-4, ВУ-5 — по материалам СИД (по карте масштаба 1:10 000). Получить плоские прямоугольные координаты указанных точек можно при помощи аппаратуры ГНСС: навигатора или геодезического приемника.

Определение координат точек при помощи навигатора GPS или ГЛОНАСС/GPS.

Координаты точек определяются в геоцентрической системе координат (WGS-84), которые можно перевести в плоские прямоугольные координаты при помощи любой программы по обработке спутниковых измерений, поддерживающей систему координат СК-42. В этом случае плоские прямоугольные координаты будут получены с точностью до 5 м, что, в принципе, вполне достаточно при условии, что точки Т-1 и Т-2 будут выбраны на местности с запасом 5–7 м в сторону от береговой линии.

Определение координат точек при помощи геодезических приемников GPS или ГЛОНАСС/GPS.

На район инженерных изысканий с использованием геодезических приемников ГНСС обычно создается опорная геодезическая сеть для привязки результатов топографической съемки трассы и строительных реперов к оговоренной в техническом задании заказчика системе координат. В этом случае координаты вершин углов поворота трассы: ВУ-3, ВУ-4, ВУ-5, а также вспомогательных контрольных точек Т-1 и Т-2 определяются с помощью геодезических приемников GPS или ГЛОНАСС/GPS относительно уже созданной (создаваемой) опорной геодезической сети. При этом, за счет относительного способа спутниковых измерений, может быть достигнута сантиметровая точность определения местоположения вершин углов поворота трассы и контрольных точек. Для решения поставленной задачи не принципиально, какая система координат будет использована для определения координат точек, главное, чтобы эта система координат была плоской прямоугольной.

Этап 2. Наиболее удобным способом решения поставленной задачи на данном этапе яв-

ляется графический способ. Он имеет явное преимущество перед аналитическим (решение обратной геодезической задачи), поскольку нагляден, прост и требует меньше времени на выполнение необходимых расчетов. Для этих целей предлагается использовать широко распространенную в проектно-изыскательских организациях программу AutoCAD.

Полученные при помощи аппаратуры ГНСС (навигатора или геодезического приемника) и программного обеспечения плоские прямоугольные координаты трех вершин углов поворота трассы и двух контрольных точек импортируют в программу. По этим координатам строится графическое изображение вершин углов поворота ВУ-3, ВУ-4, приблизительной вершины угла поворота ВУ-5' с соединяющими эти точки направлениями и двух контрольных точек Т-1 и Т-2 (рис. 2).

Средствами программного обеспечения AutoCAD выполняются измерения расстояний от контрольных точек Т-1 и Т-2 до направления ВУ-4 — ВУ-5'.

Если указанные расстояния удовлетворяют требованиям

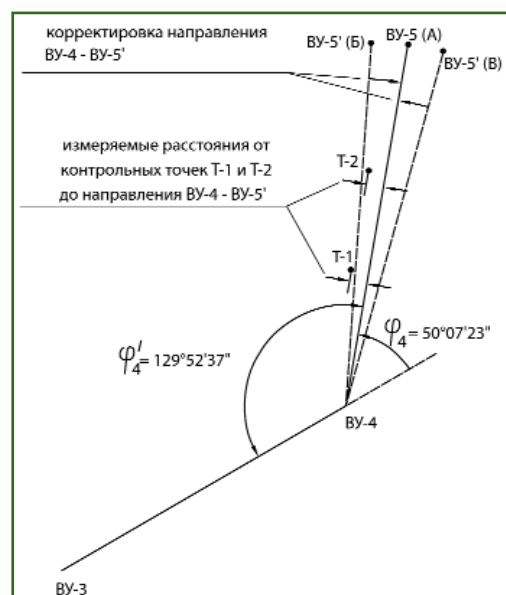


Рис. 2
Графическое решение задачи с помощью AutoCAD

**Рис. 3**

Трассирование в условиях отсутствия видимости между вершинами углов поворота трассы (вариант 2)

СНиП, то вершина угла ВУ-5' является искомой — ВУ-5 (А на рис. 2). Используя стандартные средства измерений AutoCAD определяется значение угла поворота трассы ϕ_4 , а также разбивочного угла ϕ_4' между двумя направлениями ВУ-4 — ВУ-3 и ВУ-4 — ВУ-5 с точностью до целых секунд.

Если указанные расстояния меньше (Б на рис. 2) или значительно больше (В на рис. 2) предусмотренного СНиП, то способом приближений средствами AutoCAD направление ВУ-4 — ВУ-5' корректируется до тех пор, пока расстояния от контрольных точек до корректируемого направления не будут удовлетворять требованиям СНиП. После этого измеряется значение угла поворота трассы ϕ_4 , а также разбивочного угла ϕ_4' с точностью до целых секунд.

В дальнейшем, при трассировании через лес к вершине угла ВУ-5, используется значение угла ϕ_4' . Для этого необходимо установить электронный тахеометр на вершину ВУ-4, выполнить ориентирование на ВУ-3 и отложить горизонтальный угол ϕ_4' . В этом случае положение визирной оси зрительной трубы электронного тахеометра будет направлено на вершину угла ВУ-

5. Прорубив по этому направлению визирку, закрепляют створные точки по направлению ВУ-4 — ВУ-5.

Следует отметить, что чем точнее определены координаты вершин углов поворота трассы и контрольных точек, тем точнее будет определен разбивочный угол ϕ_4' . Следовательно, если координаты вычисляют при помощи навигатора, то точность определения положения вершины угла ВУ-5 будет в пределах 5 м плюс погрешность за счет разбивки угла электронным тахеометром. Если координаты вычисляют при помощи геодезического приемника, то можно получить точность в пределах 5–10 см плюс погрешность за счет разбивки угла электронным тахеометром.

При трассировании через лес может возникнуть и другая ситуация, когда следующая по ходу вершина угла поворота трассы ВУ-5 находится в лесу, недалеко от реки (рис. 3). При этом методика решения задачи несколько изменится, поскольку необходимо точно определить уже два направления: ВУ-4 — ВУ-5 и ВУ-5 — ВУ-6. В целом этапы и способы решения задачи аналогичны первому рассмотренному случаю трассирования через лес.

В этом случае с помощью аппаратуры ГНСС получают плоские прямоугольные координаты четырех вершин углов поворота трассы: ВУ-3, ВУ-4, ВУ-5 и ВУ-6. Вспомогательные контрольные точки в данном случае не нужны, так как точка ВУ-5 одновременно является и вершиной угла поворота трассы, и контрольной точкой. Вершину угла поворота ВУ-5 выносят на местности (в лесу) на предусмотренном в СНиП расстоянии от береговой линии, закрепляют и измеряют ее координаты навигатором или геодезическим приемником. Если измерения координат выполняют навигатором, то предусмотренное в СНиП расстояние до береговой линии необходимо

увеличить на 5–7 м для компенсации возможной ошибки в определении координат навигатором. Местоположение вершин углов поворота трассы ВУ-3, ВУ-4 и ВУ-6 определяют в натуре, используя материалы СИД (карту масштаба 1:10 000).

Полученные таким образом плоские прямоугольные координаты четырех вершин углов поворота трассы импортируют в AutoCAD, строят графическое изображение четырех вершин углов поворота: ВУ-3, ВУ-4, ВУ-5 и ВУ-6 и соединяют эти вершины линиями. По трем направлениям с использованием стандартных средств измерения AutoCAD определяют значения углов поворота трассы ϕ_4 и ϕ_5 , а также разбивочных углов ϕ_4' и ϕ_5' до целых секунд (рис. 3).

Значения углов ϕ_4' и ϕ_5' используются в дальнейшем при трассировании через лес к вершинам углов ВУ-5 и ВУ-6.

Представленная методика была разработана автором статьи и успешно опробована специалистами отдела инженерных изысканий Нижегородского филиала ОАО «ГИПРОДОРНИИ» при изысканиях автомобильных дорог в Нижегородской и Пензенской областях.



Нижегородский филиал

603104, Нижний Новгород,

ул. Нартова, 6, корп. 6

Тел: (831) 220-06-80,

факс (831) 278-62-59

E-mail: info@nnv.giprodor.ru

Интернет: www.giprodor.ru

RESUME

An example of solving the task of the field locating engineering constructions of the linear type under the condition of the zero visibility between the vertexes of angles of the line turn using onground instruments of the global navigation satellite systems is given.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.В. Абросимов (Компания «Совзонд»)

В 1992 г. окончил географический факультет Удмуртского государственного университета по специальности «география». Работал руководителем вузовско-академической лаборатории Курганского государственного университета и Института географии РАН. В настоящее время — заместитель главного инженера компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

Б.А. Дворкин (Компания «Совзонд»)

В 1974 г. окончил географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». Работал в ПКО «Картография», ООО «Картография Хубер», ГИС-Ассоциации, Научном геоинформационном центре РАН. С 2008 г. по настоящее время — аналитик компании «Совзонд». Кандидат географических наук.

Эффективное управление водными ресурсами, проблемы рационального водопользования и оценки качества воды являются приоритетными задачами многих международных проектов. В России водохозяйственным вопросам также уделяется большое внимание, в том числе и на государственном уровне. Принятый в 2006 г. Водный кодекс РФ регулирует всю деятельность в сфере водных ресурсов. Водное законодательство России основывается на принципе значимости водных объектов в качестве основы жизнедеятельности человека и регулируется, исходя из представления о водном объекте как о важной составной части окружающей среды, как о природном ресурсе и, одновременно, как об объекте права собственности и иных прав.

Особенностью большинства естественных и искусственных водных объектов (реки, озера, каналы, водохранилища и т. д.) является их фактическая площадь и протяженность, а также неравномерное размещение на всей территории страны. Очевидно, что наличие информации об их точном местоположении,

взаимовлиянии и динамике изменений существенно влияет на качество принимаемых решений в сфере управления водным хозяйством.

Россия — одна из наиболее богатых природными водами стран мира. Суммарные естественные ресурсы и запасы пресных вод РФ оцениваются в 7770,6 км³ в год. На территории России находятся 2,5 млн рек, 2,7 млн озер, 2290 водохранилищ, объемом свыше 1 млн км³, 30 тыс. малых водохранилищ и прудов. Основное значение для водопользования имеют возобновляемые ресурсы речного стока, которые обеспечивают около 90% потребности в водных ресурсах населения и хозяйственного комплекса страны и оцениваются в размере 4279 км³ в год, и пресные подземные воды со статическим запасом воды свыше 15 тыс. км³. В России создан водохозяйственный комплекс, состоящий из 65 тыс. объектов. Они включают около 30 тыс. гидротехнических сооружений, регулирующих речной сток водохранилищ и прудов общим объемом более 800 км³, 37 систем межбассейнового перераспределения вод-

ных ресурсов по каналам общей протяженностью около 3 тыс. км и объемом стока, перебрасываемого в дефицитные районы, более 17 км³ в год.

Среди основных целей деятельности водохозяйственного комплекса страны можно выделить следующие:

- обеспечение мероприятий по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод;

- эксплуатацию водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений, обеспечение их безопасности;

- разработку схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, водохозяйственных балансов и составление прогнозов состояния водных ресурсов и перспективного использования и охраны водных объектов;

- обеспечение разработки и осуществления противопаводковых мероприятий, мероприятий по проектированию и установлению водоохраных зон водных объектов и их прибреж-

ных защитных полос, предотвращению загрязнения вод.

Вполне очевидно, что водное хозяйство — это сфера, в которой использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геоинформационных технологий трудно переоценить.

С помощью данных ДЗЗ и программных комплексов по их обработке можно решать многие важные задачи, в том числе такие как:

- инвентаризация водохранилищ и других водных объектов;

- постоянные наблюдения за состоянием дамб и других водозащитных и гидротехнических сооружений;

- оценка экологического состояния водных объектов, в том числе выявление загрязненных в результате аварийных сбросов и разливов вредных веществ участков водоемов, выявление источников загрязнения;

- изучение русловых процессов и картографирование микрорельефа дна на мелководье;

- прогнозирование и оперативный мониторинг наводнений, моделирование процессов затопления территории в результате наводнений;

- мониторинг состояния водохранных зон, несанкционированного строительства в их

пределах промышленных и жилых объектов;

- разрешение судебных споров, связанных с водопользованием и нарушениями Водного кодекса РФ;

- определение биологической продуктивности водоемов, выявление водных биоресурсов, решение рыбоводческих задач и многие другие.

Как видно из приведенного перечня задач, для их решения, в большинстве случаев, необходимо получать данные ДЗЗ из космоса постоянно, с заданным периодом наблюдений.

▼ Спутниковые системы мониторинга

Подчеркивая, что отдельные циклы мониторинга водных объектов можно реализовать на базе данных ДЗЗ с разных космических аппаратов (КА), отметим черты, которые должны быть присущи мониторинговой системе:

- максимально возможная (желательно ежедневная) периодичность съемки (может достигаться за счет особенностей орбиты, отклонения съемочной аппаратуры от надира, широкой полосы захвата);

- возможность осуществления съемки на заказ, когда заказчик определяет конкретный объект и дату съемки;

- наличие мультиспектральной съемочной системы для качественной оценки состояния водной массы и мониторинга водоохранной зоны.

Таким условиям в настоящее время отвечают три спутниковые системы: КА Terra и Aqua с радиометром MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) и группировка из пяти спутников RapidEye [1].

Для решения задач экологического мониторинга крупных водных объектов вполне подходят данные, получаемые с радиометра MODIS, которые находятся в свободном доступе, бесплатно и практически в режиме реального времени распространяются Геологической службой

США в сети Интернет. Радиометр MODIS имеет 36 спектральных каналов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном диапазонах и регулярно выполняет съемку любых территорий с пространственным разрешением 250 м, 500 м и 1 км. Для решения задачи оценки качества воды наиболее информативной является сине-зеленая область спектральных каналов MODIS. Низкое пространственное разрешение ограничивает широкое применение данной системы. Она пригодна только для мониторинга крупных водоемов и масштабных процессов, происходящих в них.

Лучший, на наш взгляд, выбор в плане мониторинга — использование группировки из пяти спутников RapidEye, которая позволяет выполнять съемку одного и того же района Земли с периодичностью 24 ч, покрывая ежедневно съемкой территорию площадью 4 млн км². Маневренность аппаратов, большие площади съемки, возможность ежедневного мониторинга, а также высокое пространственное разрешение (до 5 м) и широкая полоса съемки (77 км) делают использование данных, полученных от группировки спутников RapidEye, особенно перспективными для задач мониторинга в разных отраслях, включая водное хозяйство. Съемочные системы спутников, кроме четырех традиционных мультиспектральных каналов, располагают еще одним — «крайним красным» (0,69–0,73 мкм), что еще больше расширяет возможности применения этих снимков для мониторинга. Кроме того, высокое разрешение позволяет осуществлять мониторинг не только водной массы, но и береговых процессов, вплоть до локальных источников загрязнения. Так, например, мультивременной композит снимков RapidEye, приведенный на

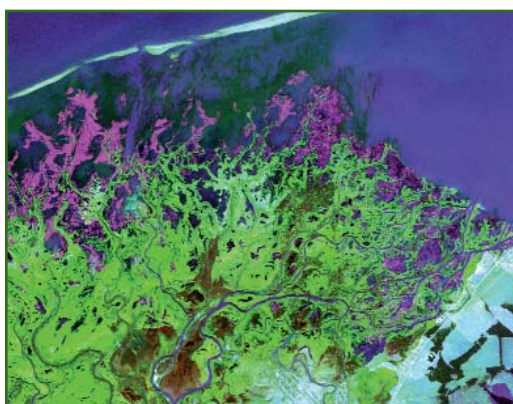


Рис. 1

Мультивременной композит снимков RapidEye с 24.05.2009 г. по 16.07.2009 г. дельты реки Селенга (Республика Бурятия; бассейн оз. Байкал)

рис. 1 отражает изменения в отложении влекомых наносов и распространении тростниковых зарослей в дельте реки Селенга.

Перспективен комплексный подход к мониторингу водоемов для решения практических задач с применением данных ДЗЗ. В качестве примера можно рассмотреть возможность решения задачи выявления основных техногенно-спровоцированных изменений водной массы и водосбора водоема-охладителя атомной электростанции.

С помощью данных космической съемки высокого разрешения, например, с КА GeoEye (пространственное разрешение в мультиспектральном режиме 1,6 м), решается задача подробной и актуальной фиксации объектов и явлений на интересующей территории, в частности, четкое определение положения береговой линии водохранилища в меженный период, точное установление площадных и линейных параметров водоема, выявление мелких по размерам, но важных, природных (овраги, промоины, карстовые западины, перелески, луговины и т. п.) и антропогенных (карьеры, ямы, свалки, фермы, строения, сады, лесополосы, пруды и т. п.) объектов в пределах бассейна. Повторяющиеся данные с космических аппаратов среднего разрешения Landsat и Terra/ASTER, а также низкого разрешения (радиометр MODIS) за несколько лет позволят изучить термический режим водоема и, на основе этого, создать подробные карты и временные модели распределения температур по поверхности водохранилища (рис. 2). На рис. 2а отчетливо заметен сброс теплых вод в юго-восточной части водохранилища, где располагаются энергоблоки АЭС.

Данные ДЗЗ RapidEye обеспечат изучение и картографирование распределения процессов эвтрофирования и распространения механического загрязнения, а также мониторинг состоя-

ния водоохранной зоны. Цифровые модели местности SRTM позволяют изучить процессы, происходящие в пределах водосборного бассейна, обеспечивающего водохранилище, послужат базой для картографирования стока, развития овражной эрозии, определения рисков заиления, засоления водоема и т. д.

Остановимся подробнее на использовании данных ДЗЗ из космоса при решении задач, представляющих, на наш взгляд, наибольший интерес.

▼ Инвентаризация водохранилищ и других водных объектов, мониторинг изменения их границ

Дешифрирование космических снимков с целью локализации водных объектов обеспечивает точное проведение границ

раздела «вода — суша». Это достигается за счет использования некоторых особенностей отображения водной поверхности на снимках. Вот несколько примеров. В видимом диапазоне спектра вода имеет более высокий коэффициент поглощения, а значит, на дневных снимках водные поверхности темнее, чем суша. В ближнем инфракрасном диапазоне отражательная способность воды ниже, чем в видимом, поэтому индекс вегетации NDVI для воды имеет отрицательные значения. Следует, однако, оговориться, что не все так просто. В водной массе многих озер и рек, несущих большие объемы аккумулятивного материала, присутствует значительное количество взвешенных органических и минеральных частиц, что приводит к разнообра-

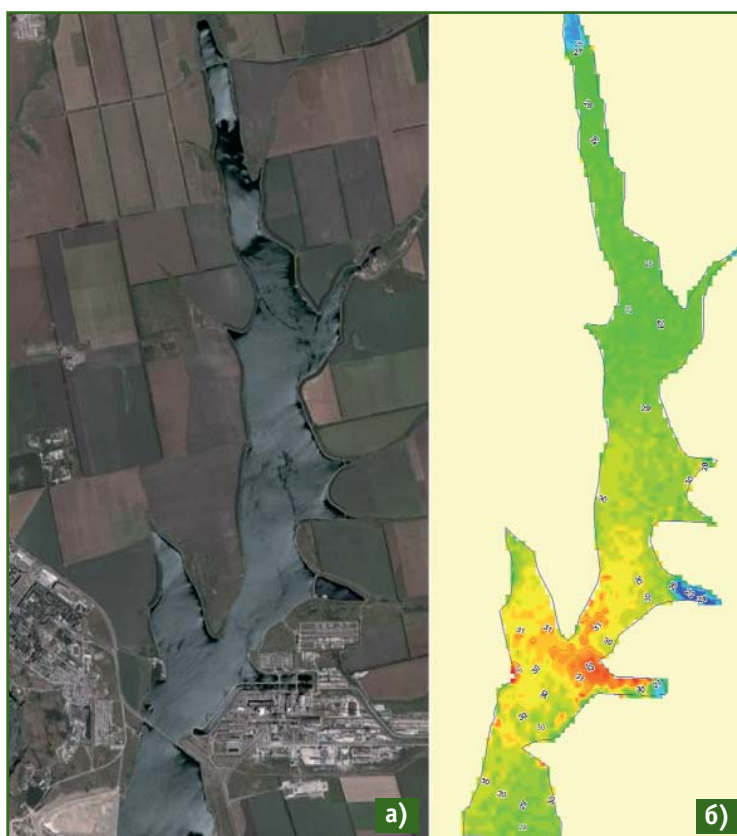


Рис. 2

Ташлыкский водоем-охладитель Южно-Украинской АЭС (Украина, Николаевская область):

а) улучшенное цветное изображение в естественных цветах с разрешением 0,6 м на снимке с КА QuickBird от 06.07.2006 г.;

б) температурные поля поверхностного слоя воды, построенные по тепловому каналу снимка с КА Landsat



Рис. 3

Нижнесвирская ГЭС на мозаике ОРТОРЕГИОН (реальное разрешение)

зию отраженных яркостей от акваторий различных водоемов, а также внутри акватории одного водоема, к «размыванию» береговой линии и, соответственно, к усложнению процесса дешифрирования.

Традиционно береговые линии водоемов определялись однократно в меженный период при обновлении картографической продукции. Космическая съемка позволяет не просто выполнить разовое установление границы водоема, но и осуществлять регулярное определение положения береговой линии водохранилищ и других водных объектов, отслеживать все изменения конфигурации водного зеркала с заданной степенью периодичности.

Перспективными для этих целей с точки зрения «цена — качество» являются данные с КА ALOS (Япония) [2]. Картографическая камера PRISM, которая установлена на спутнике, состоит из трех объективов, направленных «вперед», «в надин» и «назад» и обеспечивающих получение трех отдельных изображений с пространственным разрешением 2,5 м и шириной полосы съемки до 35 км. Наиболее революционным параметром, выделяющим эту съемочную систему среди других, является

высокая точность ортотрансформирования снимков по орбитальным данным, без использования данных о наземных опорных точках. Использование только RPC-коэффициентов, описывающих элементы внешнего ориентирования камеры и поставляемых вместе со снимками, позволяет получать ортотрансформированные изображения земной поверхности со средней квадратической погрешностью не хуже 10 м, что вполне удовлетворяет задачам создания и обновления топографических карт в масштабе до 1:25 000.

В настоящее время фотограмметрическая группа компании «Совзонад» завершила работы по созданию ортотрансформированной мозаики ОРТОРЕГИОН на большую часть территории Российской Федерации с разрешением 2,5 м и 10 м [3]. Предлагаемая мозаика, в частности, подходит для задач картографирования и инвентаризации водных объектов (рис. 3).

В случае периодической инвентаризации недостатком данных с КА ALOS является отсутствие возможности осуществлять съемку на заказ с заданной периодичностью. Это может быть компенсировано совместным использованием снимков ALOS/PRISM (создание базового покрытия) с данными периодической съемки со спутниковой системы RapidEye (регулярное дежурство береговой линии).

Серьезный интерес представляет также использование данных со спутников сверхвысокого разрешения нового поколения, например, с WorldView-1, WorldView-2, GeoEye-1 и др. Эти данные могут использоваться как для инвентаризации в масштабах 1:5000–1:10 000, так и для определения динамики меандрирования рек и тенденций плановых переформирований русловых мезоформ при проектировании и эксплуатации подводных трубопроводов и других

объектов. В результате сопоставления данных ДЗЗ разных лет выявляются опасные для таких объектов русловые процессы.

▼ Мониторинг состояния водозащитных и гидротехнических сооружений, водоохраных зон и выявление источников загрязнения

Задачи, включенные в данную категорию, объединяет преимущественное использование для их эффективного решения космических снимков сверхвысокого разрешения (не меньше 1 м на местности).

Данные ДЗЗ из космоса позволяют оценивать техническое состояние сооружений, проектировать новые объекты. Особенно перспективно применение таких данных для протяженных объектов как при строительстве, так и при эксплуатации, например, водоохраных дамб, гидротехнических сооружений в труднодоступных районах и т. д.

Немаловажное значение имеет постоянный оперативный мониторинг состояния дамб и плотин с целью своевременного выявления начинающихся процессов их эрозионного размыва, ветрового разрушения, образования каверн в результате развития карстовых, термокарстовых процессов, физического и химического выветривания.

Наконец, по космическим снимкам сверхвысокого разрешения можно наиболее уверенно выявить даже незначительные источники загрязнения в водоохраных зонах и непосредственной близости от них. Данные с КА WorldView-1, WorldView-2, GeoEye-1, QuickBird и IKONOS позволят, например, не только обнаружить молочно-товарную ферму в зоне водосбора (это можно сделать и по снимкам с разрешением в 5–15 м), но и дадут возможность оценить интенсивность ее функционирования, обнаружить места складирования отходов и тальвеги, по которым фекаль-

ные воды устремляются в водоем, причем установить данный факт не вероятно, а в реальности. Это же относится и к другим объектам животноводства, промышленным и канализационным стокам, местам несанкционированного складирования отходов всех видов и другим локальным источникам загрязнения (рис. 4).

В совокупности с информацией о площадных антропогенных воздействиях в рамках водосборного бассейна (распашка, выпас скота, мелиорация, рекреация, вырубка лесов и т. п.), которую можно обнаружить на снимках с более низким разрешением (2,5–15 м), обеспечивается получение объективной интегрированной картины состояния водосбора и водоохранной зоны, а также появляется возможность осуществлять прогнозы и планировать природоохранные мероприятия.

▼ **Мониторинг состояния водной массы, в том числе оценка степени механического, химического, биологического и теплового загрязнения акваторий**

Важным направлением применения данных ДЗЗ из космоса является мониторинг экологического состояния водных объектов. Технология такого мониторинга включает предварительную обработку космических снимков (радиометрическую калибровку, атмосферную коррекцию) и их автоматизированное дешифрирование (спектральные классификации, вычисление индексов, автоматическую векторизацию). Результаты дешифрирования оформляются в виде серий оперативных тематических карт и становятся информационной базой специализированных геоинформационных систем.

Экологическое состояние водного объекта характеризуется рядом признаков, которые лучше или хуже проявляют себя на космических снимках. Здесь

наиболее перспективны мультиспектральные снимки, по которым хорошо выявляются и количественно измеряются объемы механических взвесей и биогенных элементов. Для большинства водохранилищ актуальна проблема ухудшения свойств воды в результате эвтрофирования — резкого повышения биологической продуктивности зеленых водорослей (чаще всего антропогенно спровоцированного), приводящего к негативным последствиям для всей экосистемы водоема. Выявить наличие этого процесса и его стадии развития можно, изучая изменения спектральных характеристик на серии мультиспектральных снимков. Выборочные полевые исследования, проводимые на акватории, позволяют беспрепятственно перейти к численным показателям объема взвешенных частиц как в случае механического, так и биологического загрязнения.

Довольно часто возникает вопрос: можно ли по космическим снимкам определять химический состав водоема, оценивать содержание того или иного вещества в воде? Напрямую, на основе современной аппаратной и алгоритмической базы данных ДЗЗ — нельзя. Другое дело, когда речь идет о косвенных опре-

делениях, интерполяции. Здесь широкое поле для экспериментов: вышеописанное биологическое загрязнение водоемов обусловлено накоплением в водной массе соединений, так называемых биогенных веществ (соединений фосфора и азота), и само становится фактором резкого снижения содержания кислорода в воде, повышения pH, выпадения в осадок карбоната кальция, гидроокиси магния. Естественно, что содержание этих веществ имеет прямую или обратную пространственную корреляцию с объемом биологической взвеси и на основе выборочного отбора проб на химический анализ может быть оценено и зафиксировано картографическими методами по всей акватории водоема. Это же относится и к соотношениям концентраций механических взвесей, попадающих в водоем из промышленного стока с содержанием техногенных химических веществ, например, микроэлементов. Зная концентрацию взвеси и типичное содержание в ней того или иного элемента (определенную путем отбора проб), можно построить карту распределения конкретного элемента в приповерхностном слое воды.

В отличие от определения уровня химического загрязне-

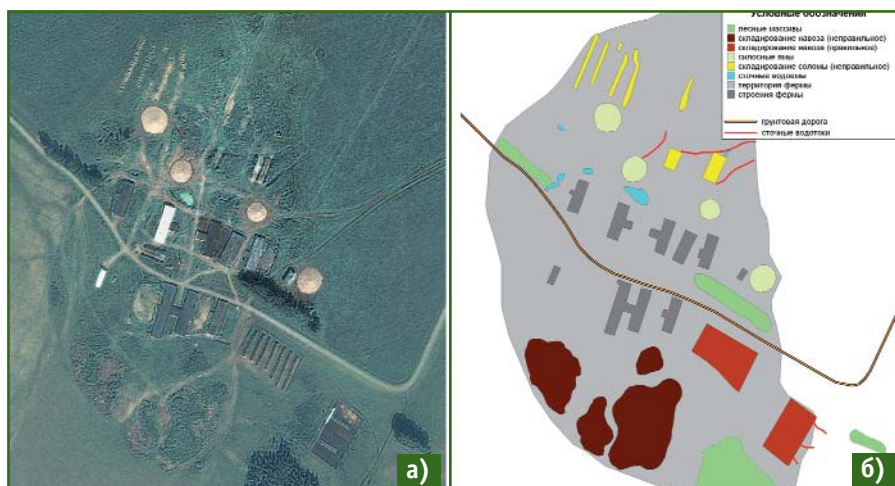


Рис. 4

а) Молочно-товарная ферма в бассейне р. Белая (Республика Башкортостан) на снимке с КА IKONOS (разрешение 1 м)
б) Источники загрязнения, выявленные по снимку

ния, задача теплового мониторинга водоемов теоретически представляется предельно простой. Фиксация излученной радиации в дальней инфракрасной зоне спектра (8–13 мкм) позволяет свободно переходить к числовым значениям температуры (для большинства функционирующих на орбите съемочных систем погрешность определения температуры не превышает 1–1,5°C). Столь радужная картина быстро рассеивается при переходе от теории к практике: оказывается, на околоземной орбите функционируют лишь четыре спутника, оснащенных радиометрами, позволяющими определять температуру. Из них только три — ASTER (КА Terra), TM и TM+ (КА Landsat-5 и Landsat-7) — обладают довольно высоким пространственным разрешением (90, 120 и 60 м, соответственно). К сожалению, стратегия съемки Земли данными космическими аппаратами не позволяет считать их мониторинговыми в прямом смысле этого слова. Они не осуществляют съемку конкретных участков по требованию заказчика, а работают по системе, заданной оператором. Таким образом, нельзя гарантировать получение снимков на конкретную дату, а опыт использования снимков с этих КА показывает, что в течение года можно обеспечить лишь 3–8-кратную периодичность съемки любого интересующего объекта внутренних вод суши (с учетом облачности), что обычно для мониторинга бывает недостаточно. Четвертый КА — с радиометром MODIS — в противоположность трем вышеперечисленным, позволяет осуществлять практически ежедневно (кроме облачных дней) тепловой мониторинг, за счет большой ширины захвата и низкого пространственного разрешения съемки (1 км на местности в тепловом диапазоне). Но низкое разрешение становится главным ограничением

при использовании этих снимков для мониторинга водных объектов, позволяя осуществлять наблюдение только за крупными водоемами и выявлять наиболее существенные по масштабам изменения.

▼ Оперативный мониторинг результатов наводнений и моделирование процессов затопления территории во время наводнений

Эта область является одним из важных направлений применения данных ДЗЗ, заслуживающих отдельного изложения. Здесь же коротко отметим, что, безусловно, мониторинг половодий можно осуществлять с применением оптико-электронных систем, которые были описаны выше. Однако богатый опыт, накопленный в данной сфере, показывает, что в районах наводнений практически всегда присутствует плотная облачность. Поэтому для решения этих задач предпочтительнее использовать данные с космических аппаратов, оснащенных радиолокационной аппаратурой, для которой, как известно, облачность не является помехой. КА TerraSAR-X (пространственное разрешение 1 м), RADARSAT-2 (3 м), COSMO-SkyMed-1-3 (1 м) как нельзя лучше подходят для этих целей [4]. Они оборудованы современными радарными с синтезированной апертурой, позволяющими выполнять съемку земной поверхности с беспрецедентным для этих систем пространственным разрешением [5]. Таким образом, радиолокационные данные позволяют полностью решить задачи мониторинга половодий, а частично и их прогноза.

Вышеизложенные примеры, безусловно, не исчерпывают богатые возможности использования технологий ДЗЗ в сфере решения разнообразных водохозяйственных задач. Они еще раз подчеркивают несомненную перспективность использова-

ния данных ДЗЗ в этой важной сфере.

▼ Список литературы

1. Дворкин Б.А. Новая перспективная группировка спутников RapidEye // Геопрофи. — 2009. — № 3. — С. 14–18.
2. Болсуновский М.А., Беленов А.В. Возможности картографической стереокамеры PRISM спутника ДЗЗ ALOS // Геопрофи. — 2006. — № 6. — С. 28–31.
3. Абросимов А.В., Беленов А.В., Дворкин Б.А. ОРТОРЕГИОН и ОРТРЕГИОН + МОНИТОРИНГ — продукция для картографирования и мониторинга земной поверхности // Геопрофи. — 2009. — № 4. — С. 9–15.
4. Никольский Д.Б. Современные тенденции в радиолокационном дистанционном зондировании Земли // Геопрофи. — 2008. — № 4. — С. 19–24.
5. Всемирная орбитальная группировка космических аппаратов ДЗЗ // Геоматика. — 2008. — № 1. — С. 60–62.



Тел: (495) 988-75-11,
988-75-22, 514-83-39
Факс: (495) 988-75-33
E-mail: info@sovzond.ru
Интернет: www.sovzond.ru

RESUME

There marked the main features the Earth remote sensing system should fit as a whole and for water bodies monitoring in particular. Types of the space systems meeting these requirements are listed. There are described examples of using various Earth remote sensing data for the inventory of water bodies' boundaries, state monitoring for water objects, water retaining and hydrotechnical structures, revealing pollution sources, assessing the degree of the water pollution as well as the flooding timely monitoring and simulation.

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ НА ПРИМЕРЕ СНИМКОВ С КА «РЕСУРС-ДК1»

Н.Л. Андреева (МИИГАиК)

В 2007 г. окончила факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «геоинформационные системы». В настоящее время — аспирантка МИИГАиК по специальности «аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия».

Н.Д. Беклемишев («Талка»)

В 1979 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математик». В настоящее время — ведущий программист группы компаний «Талка». Преподает в Московском государственном университете печати. Кандидат физико-математических наук.

В.Б. Кекелидзе («Талка-ТДВ»)

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

В.В. Костин («Талка-ГИС»)

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

В настоящее время для создания и обновления топографических карт и планов широко используются ортофотопланы, получаемые по материалам космической съемки. В отличие от аэрофотоснимков, обладающих продольным и поперечным перекрытиями с соседними снимками, космические снимки часто являются одиночными. По ним невозможно восстановить цифровую модель рельефа (ЦМР), необходимую для корректного выполнения процедуры ортотрансформирования этих снимков.

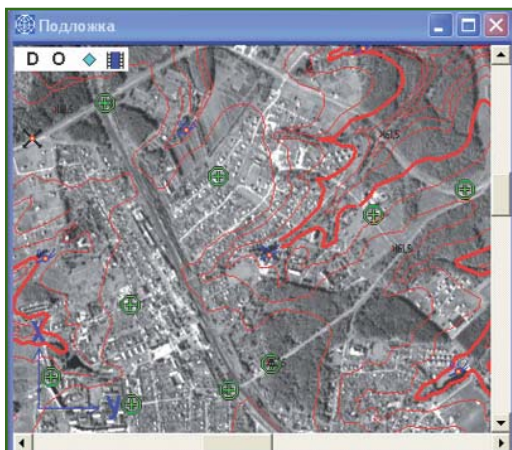
Цифровую модель рельефа космического снимка можно

получить, выполнив оцифровку горизонталей топографических карт на данную территорию. Однако не всегда такие карты имеются в наличии. На их приобретение и оцифровку требуются финансовые средства и дополнительное время. Кроме того, топографические карты могут быть созданы в другой системе координат.

В связи с тем, что во многих регионах периодически выполняется аэрофотосъемка и полученные материалы обрабатываются на цифровых фотограмметрических станциях, могут существовать проекты,

по которым можно создать ЦМР на требуемую территорию. Это может оказаться менее затратным, чем оцифровка рельефа по имеющимся топографическим картам.

Другой информацией, необходимой для ортотрансформирования космического снимка, являются элементы внешнего ориентирования камеры, с помощью которой получен данный космический снимок. Снимки с большинства космических аппаратов (КА), таких как IKONOS, QuickBird и аналогичных им, поставляются с RPC-коэффициентами, описы-

**Рис. 1**

Ортофотоплан с горизонталями, рассчитанными по цифровой модели рельефа

вающими элементы внешнего ориентирования камеры во время съемки и позволяющими выполнять внешнее ориентирование снимка в ПО «ЦФС-Талка».

Кроме того, при наличии опорных точек (хотя бы одной) можно провести дополнительное уравнивание пространственного положения снимка, что позволяет компенсировать систематические ошибки в прилагаемой модели внешнего ориентирования камеры [1].

В Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК) на кафедре «Вычислительная техника и автоматизированная обработка информации», основываясь на ЦМР, получаемой по материалам аэрофотосъем-

ки, и функциональных возможностях ПО «ЦФС-Талка», была разработана технология создания ортофотопланов по одиночным космическим снимкам. Специалисты Группы компаний «Талка» оказали практическую помощь при разработке этой технологии, проводя консультации и предоставляя необходимое программное обеспечение.

Предлагаемая технология включает следующие этапы:

- создание проекта в ПО «ЦФС-Талка» по материалам космической съемки;
- внешнее ориентирование космического снимка;
- импорт ЦМР;
- создание ортофотоплана по космическому снимку.

Рассмотрим данную технологию на конкретном примере. В качестве исходных данных использовался космический снимок с КА «Ресурс-ДК1» и материалы аэросъемки на территорию Заокского района Тульской области. Космический снимок был получен с КА «Ресурс-ДК1» в сентябре 2008 г. с разрешением 1,5 м в панхроматическом режиме.

Космический аппарат «Ресурс-ДК1» был создан Государственным научно-производственным ракетно-космическим центром «ЦСКБ-Прогресс» и выведен на орбиту 15 июня 2006 г. Оператором данных со спутника является Научный

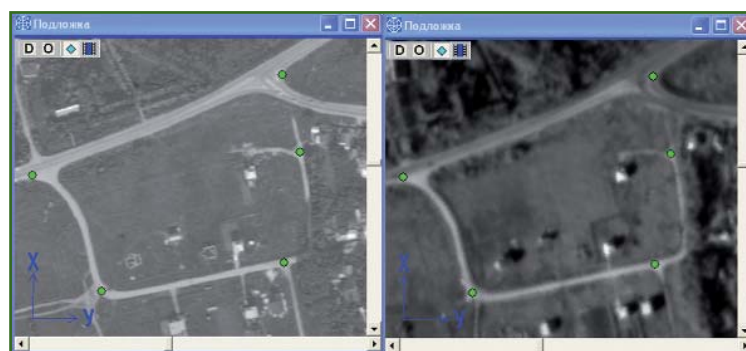
центр оперативного мониторинга Земли. Камера, установленная на КА «Ресурс-ДК1», позволяет получать цифровые изображения земной поверхности шириной от 4,7 до 28,3 км с пространственным разрешением 1 м в панхроматическом режиме (один канал) и 2–3 м в мультиспектральном режиме [2].

Создание проекта в ПО «ЦФС-Талка» начиналось с регистрации космического снимка с КА «Ресурс-ДК1» в проекте. Для того, чтобы проводить измерения и определять координаты объектов на снимке, в проект были введены данные о внутреннем ориентировании камеры.

Вместе со снимками с космического аппарата «Ресурс-ДК» поставляется модель внешнего ориентирования камеры в виде файла с расширением *.xml. В ЦФС «Талка» имеется задача «Импорт ориентирования Ресурс-ДК», позволяющая по прилагаемой к снимку модели внешнего ориентирования, методом наименьших квадратов, рассчитать RPC-коэффициенты. Используя значения этих коэффициентов, выполнялось внешнее ориентирование космического снимка с КА «Ресурс-ДК», аналогично обработке космических снимков с других спутников.

Для дополнительного уравнивания пространственного положения космического снимка в проекте применялись опорные точки, применявшиеся ранее для создания ортофотоплана по материалам аэрофотосъемки. Для этих целей используется задача «Блочная фототриангуляция для РПК-камер».

Цифровая модель рельефа, полученная по материалам аэрофотосъемки, импортировалась в проект со снимком с КА «Ресурс-ДК1», выполнялось ортотрансформирование космического снимка, а по ЦМР рас-

**Рис. 2**

Контрольные точки на ортофотоплане, созданном по аэрофотоснимку (слева) и космическому снимку (справа)

Результаты оценки точности ортофотоплана масштаба 1:5000, созданного по снимку с КА «Ресурс-ДК1»

№ точки	δX	δY	δS
1	-1,12	0,97	1,48
2	0,16	0,67	0,69
3	-0,50	-0,29	0,58
4	-0,13	1,23	1,23
5	-1,50	-0,37	1,54
6	-0,83	1,75	1,94
7	0,44	2,18	2,22
8	0,14	0,43	0,45
9	0,58	2,79	2,86
10	0,37	-0,25	0,45

считывались и строились горизонтали (рис. 1). Таким образом был получен ортофотоплан по космическому снимку с КА «Ресурс-ДК1».

Чтобы оценить точность готового материала, лист ортофотоплана был экспортирован в проект, созданный по материалам аэрофотосъемки. Для экспорта в проект выбранного листа ортофотоплана создавался файл привязки в формате ГИС MapInfo, имеющий расширение *.tab. Затем в проект (аэрофотосъемка), при помощи опции «Растры», добавлялся выбранный лист ортофотоплана, а привязка импортировалась из ГИС MapInfo. На открывшемся ортофотоплане (космическая съемка) в характерных местах (пересечения дорог, углы домов) были нанесены точки и измерены их координаты (рис. 2, справа). После отключения из показа добавленного раstra аналогичным образом определялись координаты тех же контрольных точек в проекте, созданном по материалам аэрофотосъемки (рис. 2, слева). По разностям координат контрольных точек δX , δY и смещению $\delta S = (\delta X^2 + \delta Y^2)^{1/2}$ проводилась оценка точности совпадения ортофотопланов. В связи с изменениями на местности, произошедшими за время между аэрофотосъемкой и космической съемкой, часть точек была исключена из

на, созданного по космическому снимку с КА «Ресурс-ДК1» и ЦМР, полученной по данным аэрофотосъемки, позволяют рекомендовать данную технологию для создания ортофотопланов крупных масштабов.

Список литературы

1. Grodecki J., Dial G. Block Adjustment of High-Resolution Satellite Images Described by Rational Functions // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. — January, 2003. — P. 59–68.



Рис. 3

Проверка совмещения контуров ортофотоплана, созданного по космическому снимку (слева) и по аэрофотоснимкам (справа)

обработки. Полученные результаты представлены в таблице. В результате оценки точности средняя квадратическая погрешность по координате X составила 0,72 м, а по Y — 1,38 м. Средняя квадратическая погрешность смещения оказалась равной 1,55 м.

Точность создания ортофотоплана по космическому снимку дополнительно проверялась по совмещению контуров на стыке соседних листов, один из которых был создан по материалам аэрофотосъемки, а второй — с использованием космического снимка (рис. 3).

Полученные результаты оценки качества ортофотопла-

2. Космические аппараты с оптико-электронными системами ДЗЗ // Геоматика. — 2009. — № 1. — С. 84.

RESUME

A technology of creating orthophotoplans based on a single high resolution space image using aerial survey materials together with the DPW-Talka software for the image orthophototransformation is considered. An example of the orthophotoplan creation using this technology for a space image from the «Resurs DK-1» spacecraft is given. Results of the obtained orthophotoplan quality assessment allow to recommend this technology for compiling orthophotoplans on large scales.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ «ВЫПРАВКА» В ПО GEONICS ЖЕЛДОР

Ю.А. Курило (Группа компаний CSoft)

В 2002 г. окончил факультет «Строительство железных дорог» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) по специальности «инженер путей сообщения». После окончания университета учился в аспирантуре на кафедре «Геодезия, геоинформатика и кадастр». С 2003 г. работал в ПЧ 12 Московской железной дороги, с 2004 г. — на кафедре «Геодезия и геоинформатика» МИИТ. С 2005 г. работает в компании CSoft, в настоящее время — главный специалист направления «Инфраструктура и градостроительство».

В.И. Чешева (Группа компаний CSoft)

В 1978 г. окончила Московский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева (в настоящее время — Московский государственный строительный университет) по специальности «инженер-строитель». После окончания института работала в Оргэнергострое, с 1980 г. — в Московском государственном проектно-институте, с 1992 г. — в Гипропищепром-3, с 1994 г. — в компании «ИнфАрс». С 1999 г. работает в компании CSoft («Автограф»), в настоящее время — директор направления «Инфраструктура и градостроительство». Кандидат технических наук. Доктор философии.

В отечественной практике планирования ремонтных работ на железных дорогах имеется труднореализуемая задача по установке железнодорожного пути в проектное положение в плане и по высоте (профиле). В программе GeonICS ЖЕЛДОР она реализуется с помощью модуля, получившего название «Выправка». Он позволяет преобразовывать заданный набор точек в геометрические элементы трассы (прямые, кривые и переходные кривые) с заданным коридором. При расчете элементов трассы в модуле «Выправка» имеются ограничения. К ним относится коридор сдвижек, позволяющий фиксировать сдвиги в точках, интервалы изменения радиусов, длин прямых и переходных кривых.

Основным преимуществом использования модуля GeonICS ЖЕЛДОР в среде САПР является графический интерфейс, так как положение оси железнодорожного пути можно сразу увидеть на реально существующем плане. Можно заранее, а также в процессе работы задать любую геометрию ограничений — так называемые контурные ограничения.

В модуле разработан эффективный алгоритм и программа решения задачи на основе эвристических численных методов. Это позволяет учитывать ограничения не только в точке, где была проведена съемка. Например, можно ограничить ширину коридора в точках, которые не попали в съемку.

«Выправка» может применяться для двух целей: для оценки существующей трассы, с минимальными сдвигами и, соответственно, с минимальным учетом ограничений и для проектирования, с максимальным соблюдением ограничений, причем всех, и относительно меньшим приоритетом сдвижек. Целью проектирования является расчет проектной трассы с полным соответствием нормативным требованиям. Здесь величина сдвижек до выхода из определенного коридора вообще не играет роли — 5 или 20 см. Стараются избежать сползания с земляного полотна, а оно может быть слева от пути на 0,2 м, а справа — на 2 м. На следующей точке может присутствовать обратная картина. В общем, необходимо обеспечить

те же контурные ограничения. И наоборот, предпочтительными могут оказаться сдвиги большей величины по сравнению с их отсутствием, при несомненном приоритете полного соблюдения всех ограничений.

Работу с модулем «Выправка» можно разделить на несколько этапов:

1. Подготовка данных.
2. Сглаживание.
3. Сегментация (собственно выправка).

Рассмотрим эти этапы более подробно.

▼ Подготовка данных

Подготовка данных — это предварительный этап, предназначенный для формирования (создания и редактирования) данных с параметрами точек и сохранения их в файл, с которым дальше будет выполняться работа — сглаживание и сегментация.

Можно использовать данные, полученные в результате обработки материалов инженерных изысканий методом стрел или методом Гоникберга, а также файлы, сформированные в модуле «Съемка» (см. Геопрофи.

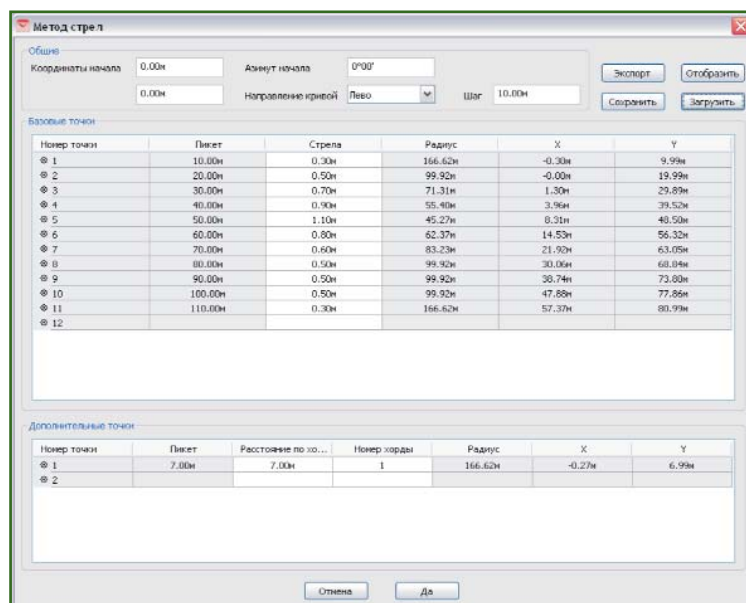


Рис. 1
Диалоговое окно «Метод стрел»

— 2009. — № 2. — С. 46–50).

Коротко остановимся на методе стрел и методе Гоникберга.

Метод стрел. Координаты точек, снятые методом стрел, можно перевести в прямоугольные (декартовы) координаты. Для этих целей из инструментального меню «Трассы — Выправка» доступно диалоговое окно «Метод стрел» (рис. 1).

В этом окне вводят параметры в раздел «Общие» и значения точек в таблицы «Базовые точки» и «Дополнительные точки».

Общие параметры включают:

- координаты начала первой точки (X и Y);
- азимут начала (до минут)
- азимут первой хорды, от которой начинается отсчет координат;
- направление кривой («право» или «лево»);
- шаг пикетажа — расстояние между пикетными точками.

В таблице «Базовые точки» в столбце «Стрела» вводят значения стрел, которые были измерены при съемке трассы с заданным шагом. В таблице «Дополнительные точки» указываются точки, шаг которых не равен заданному шагу. В столбце «Номер хорды» вводят номер хорды, а в столбце «Расстояние

по хорде» — расстояние до второй точки по этой хорде.

Если значения введены корректно, то автоматически вычисляется радиус кривизны в метрах для каждой точки и ее координаты.

Значения точек в таблицах можно:

- сохранить в файле или загрузить ранее введенные;
- экспортировать в файл, который будет входным файлом на этапе «Подготовка данных для выправки»;
- отобразить на чертеже в виде «геоточек», каждая из ко-

торых будет иметь собственный номер и расстояние от начала трассы (дополнительные точки отображаются с расширением «_доп»).

Метод Гоникберга. Координаты точек, измеренные методом Гоникберга, можно перевести в прямоугольные координаты. Для этих целей из инструментального меню «Трассы — Выправка» необходимо выбрать диалоговое окно «Метод Гоникберга» (рис. 2), используя которое вводят параметры в разделе «Общие» и значения точек в таблице.

Общие параметры включают:

- прямоугольные координаты начала (X и Y);
 - азимут начала (до секунд), т. е. азимут первой хорды, от которой начинается отсчет координат.
- В таблицу вводят:
- расстояние от начала трассы;
 - значение величины стрелы;
 - угол поворота (до секунд);
 - «лево» или «право» (в столбце «Направление кривой»).

Если значения введены корректно, то автоматически вычисляется радиус кривизны в метрах в каждой точке и ее прямоугольные координаты (X и Y).

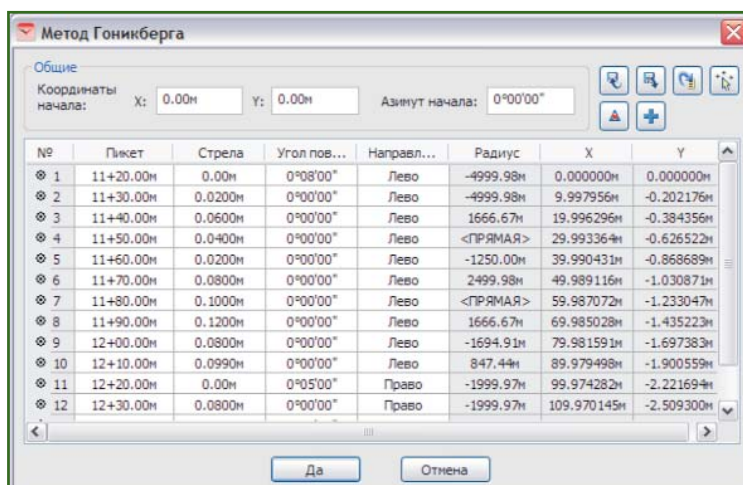


Рис. 2
Диалоговое окно «Метод Гоникберга»

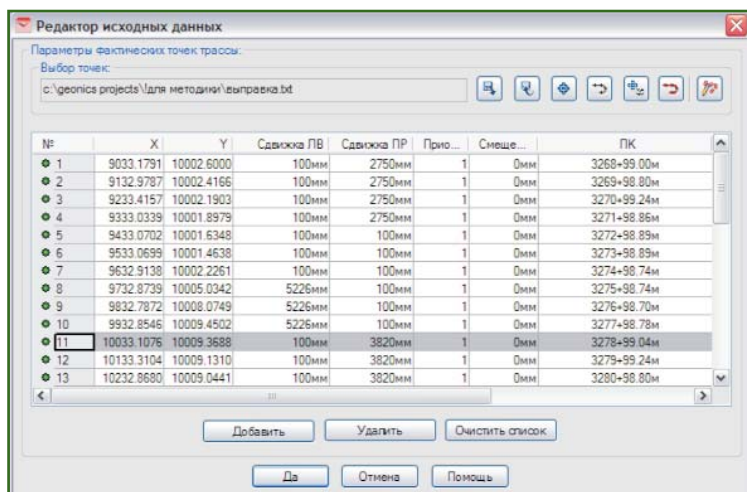


Рис. 3

Диалоговое окно «Редактор исходных данных»

Чтобы удалить какую-либо точку из таблицы, достаточно очистить значения всех редактируемых полей этой точки. Можно также добавить новую точку. Точка добавляется в конце таблицы, но после определения значения ее пикетажа, таблица автоматически сортируется по значениям пикетажа. При корректном вводе всех данных автоматически пересчитываются значения радиусов кривизны и прямоугольных координат.

Точки таблицы, также как и в методе стрел, можно:

- сохранить в файле или загрузить ранее введенные;

- экспортировать в файл, который будет входным файлом на этапе «Подготовка данных для выправки»;

- отобразить на чертеже (при этом точки отображаются на чертеже как «геоточки»).

Подготовка данных для выправки выполняется в диалоговом окне «Редактор исходных данных» (рис. 3), куда необходимо экспортировать или ввести подготовленные файлы с данными. В этом диалоговом окне доступны шесть комбинированных способов ввода параметров точек:

- автоматически из подготовленного файла фиксированного формата (основной способ, который доступен после обра-

ботки данных линейных изысканий);

- «вручную» с экрана компьютера;

- путем указания каждой точки в отдельности на чертеже (в том числе с привязкой к точкам, блокам и др.);

- указав примитив, — полилинию, 3D-полилинию, геополлинию (можно указывать несколько идущих подряд полилиний); при этом вводят значения только вершин;

- из «геоточек» — с фильтрацией по группам, номерам и т. д. (отбираются значения X, Y и описание);

- дискретизировав с заданным шагом существующую трассу.

Последний способ может применяться для проектирования второго пути. В этом случае достаточно задать сдвигку между железнодорожными путями и выполнить выправку.

Для указания коридора сдвижек можно воспользоваться командой «Редактор сдвижек», указав точку, либо диапазон точек на плане трассы с привязками, или, зная пикет, задать возможные сдвиги на участках в табличной форме.

В диалоговом окне «Редактор исходных данных» выполняется редактирование всех параметров точек. Кроме того, можно

добавлять точку после текущей и удалять точки.

Каждая точка имеет:

- номер по порядку;
- фактические координаты (X, Y);

- минимальную и максимальную сдвигку от желательного положения (коридор сдвижек);

- приоритет точки (для точек, сдвигки которых желательны по умолчанию, задают приоритет равный «0», а приоритет всех точек — «1», т. е., чем выше приоритет, тем меньше отклонение точки от результирующей трассы). Корректировку приоритета можно сделать прямо в данной таблице;

- описание;

- дополнительную сдвигку («смещение»). С помощью дополнительной сдвигки оси железнодорожного пути от снятой точки обеспечивается автоматическое проектирование плана второго пути.

Набор точек нужно сохранить в файл. Тем самым, фактически, присваивается имя варианту выправки, что можно использовать для организации варианта проектирования.

▼ Сглаживание

Второй этап процесса выправки — сглаживание — позволяет устранить влияние допущенных при съемке мелких неточностей и неровностей пути. Это поможет получить более гладкую исходную линию для последующей сегментации. Результат сглаживания существенно влияет на результат сегментации, т. е. выправки в целом, поэтому для получения приемлемого результата желательно просмотреть точки и убрать все некорректности (например, неестественные всплески на графике сглаженной кривизны, вызванные, как правило, погрешностями исходных точек или их большим количеством на малом интервале).

Для принятия решения о приемлемости результата сглажива-

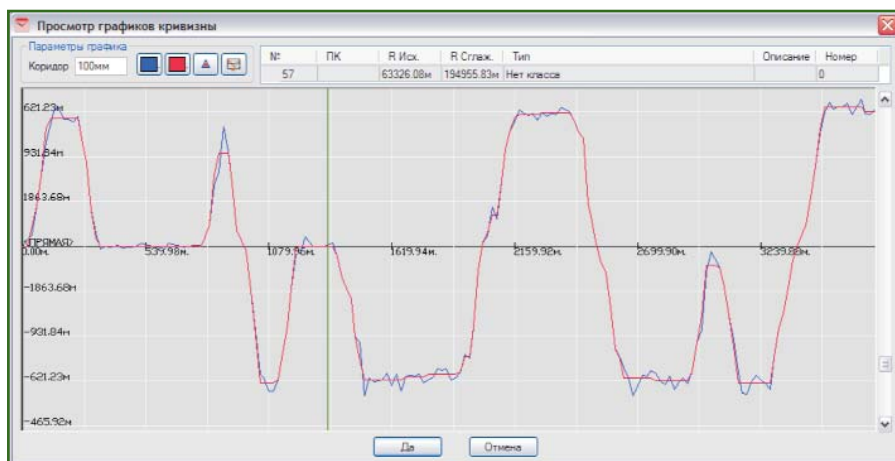


Рис. 4

Диалоговое окно для просмотра графиков сглаживания

ния в диалоговом окне «Просмотр графиков кривизны» (рис. 4) выводятся:

- график кривизны для исходных точек (приведен на рис. 4 синим цветом) — кривизна для каждой точки вычисляется как кривизна дуги, проведенной через текущую, предыдущую и последующую точки;

- график кривизны для сглаженных точек (приведен на рис. 4 красным цветом) — кривизна для каждой точки вычисляется аналогично, но только для сглаженных точек.

Основное, чего необходимо добиться в результате сглаживания — отсутствия «всплесков» на графике кривизны сглаженных точек.

Как видно на рис. 4, графики выводятся в одном окне: по горизонтали откладываются расстояния между точками с подпи-

сями их номеров (имен). На экране компьютера возможно отображение информации по выделенной точке на графике.

Для нормального восприятия графиков они сформированы с разными масштабами по горизонтали и вертикали (аналогично профилю), имеют сетку по горизонтали и вертикали с подписями делений. По желанию, можно менять масштабы отображения графиков.

Графики служат для оценки качества сглаживания, выявления возможных ошибок в координатах исходных точек, оценки правильности выбранных параметров сглаживания.

По результатам оценки качества сглаживания пользователь принимает решение о прекращении процесса сглаживания или необходимости повторить его еще раз.

Если выявлены ошибки в исходных данных, либо неудачно задан параметр (точность) сглаживания, возвращаются к этапу «Подготовка данных», устраняются недостатки и повторяют сглаживание.

Результатом сглаживания является файл сглаженных точек. Причем в этом файле сохраняется и исходный (входной) файл.

Сегментация

Третий этап выправки наиболее важный, поскольку он является завершающим и при его выполнении, собственно, и осуществляется выправка.

Под сегментацией понимается распознавание сегментов трассы — структурирование, выделение в ней набора элементов: прямых сегментов («тангенсов»), сегментов круговых кривых, сегментов переходных кривых («клотоид»), а также проверка соответствия этих элементов нормам проектирования. Начальное и конечное направления при расчете должны быть зафиксированы (неизменными) в процессе сглаживания. Это условие необходимо для сопряжения с соседними участками трассы.

В диалоговом окне «Результат сегментации» (рис. 5) можно просмотреть графики сдвижек и кривизны. В него встроен редактор трассы.

В этом окне имеется возможность выбирать сегментированные элементы из трассы. Это позволяет делить весь набор точек «выправки» на участки, выправлять каждый из них отдельно и по полученным данным создать общую трассу для всего набора точек, которую, при необходимости, можно повторно запустить на «выправку».

После вычисления базовых точек, от которых идет построение, находятся прямолинейные и дуговые участки трассы путем расширения их по точкам (максимально влево/вправо, соблюдая все ограничения и не выходя за пределы допустимых огра-

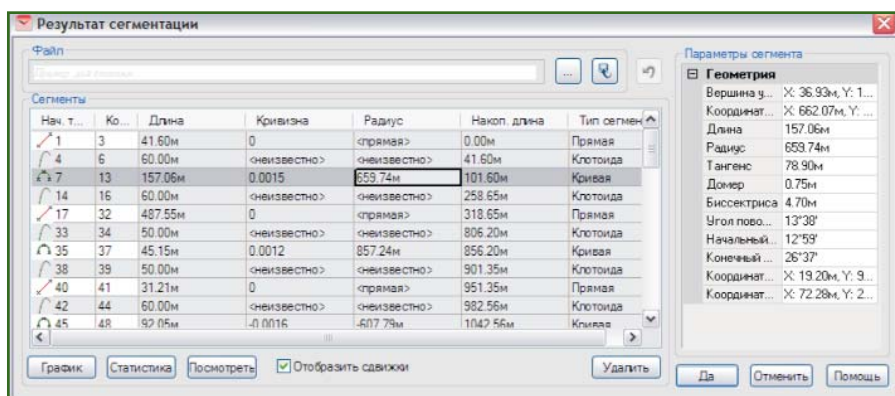


Рис. 5

Диалоговое окно «Результат сегментации»

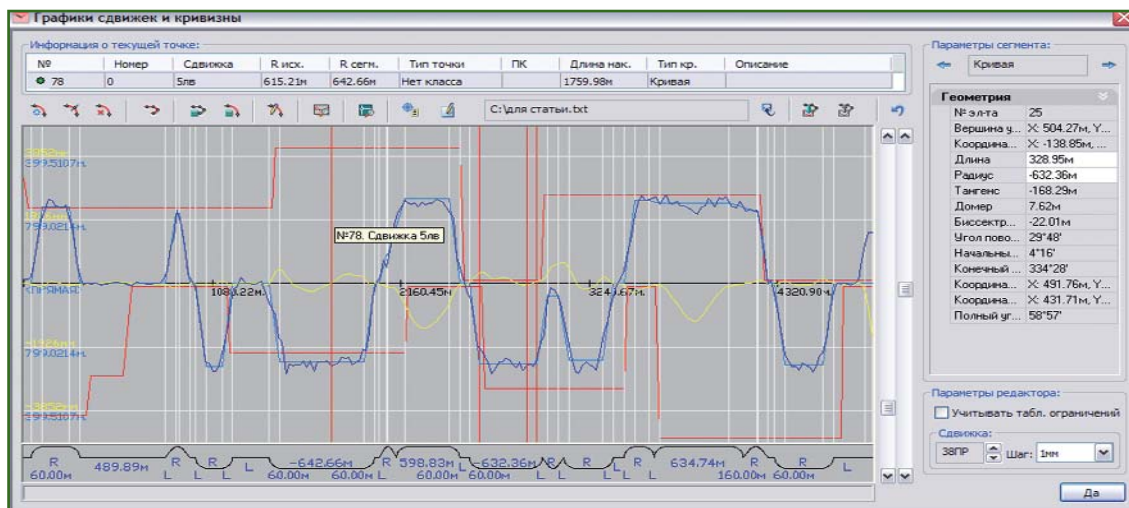


Рис. 6

Диалоговое окно «График сдвижек и кривизны»

ничений), дополнительные дуги, чтобы не оставлять нераспределенных участков.

Полученные элементы, в общем случае, не соединены, поэтому проводится сопряжение (с применением клотоид или без них). При сопряжении не могут быть учтены некоторые ограничения.

В процессе сегментации в первую очередь определяются дуговые и прямолинейные сегменты. Клотоиды образуются путем сопряжения отрезков и дуг, поэтому все операции редактирования не распространяются на клотоиды — они находятся автоматически.

Завершив процесс сегментации пользователь вручную может откорректировать результаты — убрать некоторые участки (например, небольшой длины), добавить новые, а также расширить и изменить старые с помощью того же редактора.

В диалоговом окне «График сдвижек и кривизны» (рис. 6) доступны команды, позволяющие:

- просматривать полученный результат непосредственно на плане трассы (геометрические элементы с подписями пикетажа и значений сдвижек в точках), а также полную информацию по каждому геометрическому элементу;

- управлять отображением данных на графиках и масштабировать различные элементы;

- добавлять, разбивать, удалять, редактировать с заданным шагом, округлением и учетом таблиц ограничений (категории трассы), сглаживать и оптимизировать различные геометрические элементы;

- сохранять полученные варианты;

- оптимизировать всю трассу, либо выбранный отдельный участок (в целях экономии времени), «откатывать» действия вплоть до исходного (сохраненного);

- редактировать непосредственно сдвиги на точках.

На рис. 6 показан пример предварительной сегментации (в автоматическом режиме).

По горизонтали приведены:

- сдвиги (желтый цвет);
- допустимый коридор (красный);
- график исходной кривизны (синий);
- график сглаженной кривизны (зеленый).

По вертикали показаны:

- границы сегментов (белый);
- выделенный сегмент (красный);
- исходные точки (серый).

После получения данных изысканий и их обработки в модуле «Съемка» и «Выправка» в

ПО GeonICS ЖЕЛДОР начинается этап проектирования.

Проектирование линейных объектов сопряжено с различными трудностями на всех этапах — от изысканий до разработки проектного решения. Например, при работе с пикетажем стоит вопрос о выборе системы пикетажа, так как даже на момент изысканий имеется два вида пикетажа: нанесенный изыскателями и имеющийся на местности. Далее, при проектировании, может добавиться еще несколько видов пикетажа (для различных вариантов), и чем дальше, тем больше.

В программе GeonICS ЖЕЛДОР доступно решение и этих проблем, поскольку имеется понятие работы в пикетаже главного пути.

RESUME

The «Vypravka» module has been foreseen in the GeonICS ZHELDOR software for solving the task of surfacing rails in the design position in both plane and height. It is marked that this module main advantage consists in the graphical interface providing for viewing the railway axis over the real plan while working as well as for specifying any geometry of the limitations. The module's operation sequence is described including the initial data preparation, smoothing and segmenting as well as the surfacing itself.

ДЕКАБРЬ

▼ Москва, 1–3*

Практический консультационный семинар **«Порядок распоряжения земельными участками и их использования: правовое регулирование, опыт и практика»**

РАГС при президенте РФ, Международная школа управления «Интенсив»

Тел/факс: (495) 436-05-21, 436-90-27

E-mail: fedoseev@ur.rags.ru, korneev@ur.rags.ru

Интернет: www.ipkr.ru, www.rags.ru, www.kadastr.ru

МАРТ

▼ 11–12*

Первая всероссийская конференция пользователей Leica

Geosystems «Технологии. Решения. Опыт»

Компания НАВГЕОКОМ

Интернет:

www.leica-conference.ru

МАРТ-АПРЕЛЬ

▼ Москва, 30–2*

7-й Международный промышленный форум **GEOFORM+ 2010**

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

Международная выставочная компания МВК, Росреестр, Ассоциация Транспортной Телематики, Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»

Тел/факс: (495) 925-34-97

E-mail: dnj@mvk.ru

Интернет: www.geoexpo.ru

АПРЕЛЬ

▼ Львов (Украина), 22–24*

15-я Международная научно-техническая конференция **«ГЕОФОРУМ 2010»**

Западное геодезическое общество УОГК, НУ «Львовская политехника»

Тел: (10032) 258-27-60,

(1038050) 370-64-02

Факс: (10032) 258-21-81

E-mail: ssavchuk@polynet.lviv.ua

Интернет: www.lp.edu.ua

▼ Новосибирск, 27–29*

VI Международная специализированная выставка и научный конгресс **«ГЕО-Сибирь»**

Сибирская ярмарка, СГГА

Тел: (383) 220-83-30, доб. 287

E-mail: nenash@sibfair.ru

Интернет:

www.geosiberia.sibfair.ru

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

4



ЧЕТВЕРТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ЗЕМЛЯ ИЗ КОСМОСА
НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

1–3 декабря 2009 г.
Россия, Москва

— отличная платформа для демонстрации последних инноваций, достижений, практических результатов в области применения космической информации

Центральные темы конференции:

- использование космических информационных технологий в региональном управлении в условиях экономического спада;
- охрана природы;
- Интернет и геоинформационные системы (ВЕБ&ГИС);
- интеграция науки, образования и бизнеса.

Оргкомитет:

119021, г. Москва, ул. Россоломо, 5/22 стр. 1

Тел./факс: +7(495) 739-7385

conference@scanex.ru

www.transparentworld.ru/conference

М е д и а п а р т н е р ы

Золотой спонсор



При поддержке





КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ ТОПОГРАФОВ И ГЕОДЕЗИСТОВ

Компания «Геометр-Центр» совместно с кафедрой геодезии Российского университета дружбы народов проводит курсы повышения квалификации в области геодезии, топографии и инженерной геодезии для сотрудников государственных, акционерных и частных компаний.

Курсы рассчитаны на специалистов, имеющих высшее профессиональное образование, которым требуется повысить квалификацию в области инженерно-геодезических изысканий, геодезического сопровождения строительства и геодезического мониторинга деформационных процессов, включая освоение работы с современным геодезическим оборудованием и программными средствами.

В настоящее время повышение квалификации проводится по двум программам.

1. Современные технологии и приборы для инженерно-геодезических изысканий и геодезического сопровождения строительства. Целью курса является изучение действующей нормативно-правовой базы инженерно-геодезических изысканий, освоение современных технологических схем создания инженерно-топографических планов и методов выполнения геодезических измерений по сопровождению строительства. В программе предусмотрено получение навыков работы с оптоэлектронными геодезическими приборами и программным обеспечением, а также знакомство с возможностями использования геодезических приемников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) при топографической съемке и выносе проекта в натуру, включая сети постоянно действующих базовых

станций ГНСС (ГЛОНАСС/GPS), и технологиями наземного лазерного сканирования.

2. Современные технологии геодезического мониторинга деформационных процессов. Программа предусматривает знакомство с методами, приборами и программным обеспечением, применяемыми при наблюдении за состоянием зданий, сооружений и природных объектов, включая автоматизированные системы непрерывного дистанционного наблюдения за деформациями, основанными на удаленном доступе к результатам мониторинга по технологии «клиент-сервер».

Курсы проводятся с отрывом от производства продолжительностью 36 академических часов (5 рабочих дней) или 72 академических часа (9 рабочих дней).

На курсы, проводимые в течение 5-ти рабочих дней, могут быть зачислены только специалисты, имеющие базовое высшее геодезическое образование, а на курсы с большей продолжительностью зачисляются также специалисты, имеющие высшее образование в смежных специальностях (строители, геологи, геофизики и т. п.).

Курсы проводятся с периодичностью один раз в месяц на базе учебного центра компании «Геометр-Центр» по адресу: Москва, Холодильный пер., д. 3, корп. 1 (м. Тульская). Обучение начинается на третьей неделе каждого месяца.

За четыре года на курсах прошли обучение специалисты таких предприятий и организаций, как: Инспекция Госархстройнадзора г. Москвы, ОАО «Вольскцемент», ОАО «Уралсталь», ОАО «Севкавгипроводхоз», ЗАО «Разрез Распадский»,



ОАО МП «Гидроспецфундаментстрой», ОАО «Самаранефтегеофизика», ООО «Служба строительного мониторинга», ОАО «Атомэнергoproject», ООО «Ноябрьскнефтегазproject» и др.

Более подробную информацию о программах обучения и календарных планах их проведения можно получить в компании «Геометр-Центр», контактное лицо — Гаврилова Ольга Витальевна, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела продаж и технической поддержки (e-mail: ogavrilova@geometer-center.ru)

О.В. Гаврилова
(«Геометр-Центр»)



Тел: (495) 955-28-51, 580-58-16
E-mail: info@geometer-center.ru
www.geometer-center.ru