



# ПОЛЕВАЯ ГЕОИНФОРМАТИКА

*Применение  
современных  
геодезических  
приборов  
и программных  
средств  
для создания и  
ведения ГИС*

**Ч**асто приходится слышать, что геоинформатика — наука в основном кабинетная, что создавать и поддерживать ГИС можно и в лабораторных условиях. Отчасти это верно, но только для крупномасштабных ГИС уровня страны, крупного региона или природной области. Что же касается городов, районов и отдельных предприятий, правильнее, на мой взгляд, говорить о полевой геоинформатике — ведь в этом случае решающее значение приобретают достоверность и актуальность содержащейся в ГИС информации, а значит возникает необходимость ее постоянного обновления. Руководитель, решающий задачу создания геоинформационной системы, должен прежде всего определиться с тем, какие инструменты выбрать, или, другими словами, на что дать деньги. Потратить меньше и использовать устаревшее, но исправно работающее оборудование или заплатить больше и приобрести новое, современное? Если же покупать новое, то какое именно? Чтобы ответить на все эти вопросы, потребуется внимательно изучить рынок геодезического оборудования и программного обеспечения для создания и поддержки ГИС. А уточнить выбор в зависимости от задач и воз-

можностей вашей организации поможет эта статья, в которой мы рассмотрим самые современные комплексы средств сбора данных, их ввода и обработки в ГИС-пакетах, публикации в сетях.

## **Сбор данных для ГИС**

Сбор данных — первый и, наверное, самый важный этап создания ГИС. От точности, достоверности и актуальности собранных данных всецело зависит эффективность всей системы. Ошибки этого этапа обходятся дорого, поэтому стоит использовать электронные геодезические приборы (GPS-приемники, тахеометры, цифровые нивелиры), которые позволяют исключить такие характерные для работы с оптическими приборами источники ошибок, как снятие отсчета, диктовка, запись, перенос данных из полевых журналов в вычислительную ведомость, вычисления. Не стану перечислять все преимущества электронных приборов, отмечу лишь самые существенные: резкое повышение производительности труда и сведение "человеческого фактора" (а следовательно, и числа ошибок) к минимуму. Немаловажно и то, что результаты измерений электронными приборами изначально представлены в цифровом виде, то есть пригодны для использования в

программном обеспечении. Более того, немалая часть задач, которые до сих пор требовалось решать в камеральных условиях (уравнивание теодолитных ходов, преобразование координат, вычисление площади и т.д.), автоматически выполняется с использованием встроенного программного обеспечения. Таким образом, электронное геодезическое оборудование наилучшим образом соответствует задачам сбора и обновления данных для мелкомасштабных ГИС на территориях, подверженных различным изменениям.

Как известно, в основе большинства ГИС лежит карта или план местности. Обычно или используют готовую карту/план, переводя ее в цифровой вид и обновляя по мере необходимости, или, производя полевые съемки, создают основу. В обоих случаях для получения и обновления электронной карты используется геодезическое оборудование. Рассмотрим подробнее случай создания основы для ГИС "с нуля", по результатам полевых измерений.

## **GPS — наиболее эффективный инструмент создания геодезического обоснования**

Организациям, занимающимся получением карт труднодоступной или малоосвоенной местности, необходимо создавать и развивать гео-



дезические сети как обоснование для дальнейших тахеометрических съемок. В этих целях применяются GPS-приемники геодезического класса. Использование таких приборов в режиме статики (прибор-"база" находится на закрепленной точке с известными координатами, а "мобильный" прибор перемещается по определяемым точкам, производя измерения на каждой в течение нескольких часов), позволяет получать координаты пунктов с миллиметровой точностью. Одно из главных достоинств приемников GPS — возможность производить измерения в любое время и в любую погоду. Условие прямой видимости до отражателя/рейки/вешки — бич всех оптических приборов! — для GPS значения не имеет: измерения можно производить приемниками, находящимися на расстоянии десятков километров друг от друга. Если учесть еще и то, что многие приемники управляются при помощи одной-двух кнопок и не требуют специальной подготовки от оператора, то не составит труда представить, как вырастет производительность труда и какие средства можно сэкономить только на оптимизации численности персонала (система из двух GPS-приемников может обслуживаться одним оператором).

Используя поставляемое с приборами GPS программное обеспечение, вы можете обработать результаты измерений, уравнивать полученные геодезические сети и вычислить координаты пунктов для последующих тахеометрических съемок.

Решить задачу создания геодезического обоснования позволяет использование недорогих и многофункциональных комплектов одно- и двухчастотных GPS-приемников производства фирмы Trimble.

Большой популярностью пользуются надежные и хорошо зареко-



Рис. 1. GPS-приемник геодезического класса Trimble 4600LS

мендовавшие себя в работе приемники Trimble 4600LS (рис. 1): одночастотный GPS-приемник геодезического класса, работающий от батареек типоразмера С (343) и не нуждающийся во внешнем источнике питания (потребляемая мощность 1 Вт). Прибор имеет герметичную ударопрочную конструкцию и эффективно применяется в GPS-съемках на коротких и средних базисных линиях.

### Электронный тахеометр — оптимальный выбор для полевых съемок и кодирования информации

После измерения координат точек геодезической сети, ее уравнивания и получения ведомости координат переходят к съемке местности. Максимально сократить издержки и повысить производительность труда при топографических съемках позволяют электронные тахеометры: с их помощью можно не только измерять углы и расстояния, но и кодировать полевую информацию, как бы "оцифровывая" объекты на поле. Определив (в зависимости от задач, которые планируется решать с использованием создаваемой ГИС) перечень объектов, подлежащих картографированию, создают таблицы, в которых каждый объект получает уникальный идентификатор. Загрузив с помощью программного обеспечения коды объектов в прибор, оператор в процессе съемки просто выбирает на дисплее тахеометра код нужного объекта и измеряет его координаты. При выгрузке данных из прибора в компьютер геодезист получает не только "голые" координаты, но и коды измеренных объектов. В дальнейшем эта информация значительно облегчит процесс создания карт в ГИС-пакетах.

Но возможности электронных тахеометров не ограничиваются одним только производением топографических съемок. В зависимости от встроенного в прибор программного обеспечения можно решать задачи, возникающие при проведении дорожных работ (вынос поверхности дороги), выполнять архитектурные обмеры. Безотражательные модели тахеометров позволяют производить измерения до объектов, на которые трудно или невозможно установить отражатель, осуществлять съемку до-

рог, не перекрывая движение. Особый интерес представляют приборы для роботизированных измерений с автоматическим поиском отражателя, рассчитанные на выполнение этих работ одним человеком.

Выбор такого дорогостоящего прибора, как электронный тахеометр — дело весьма ответственное, тут трудно обойтись без консультаций специалиста.

Безусловным лидером среди производителей электронных тахеометров является фирма Nikon. Ее новая линейка тахеометров DTM/NPL-302, DTM-502 не только не уступает лучшим моделям других фирм, но и по некоторым параметрам намного их превосходит. При оценке прибора для топографических съемок важна не только точность — исключительно существенны объем памяти и дальность измерений до отражателя. В этом плане приборы Nikon обладают просто выдающимися показателями (табл. 1, рис. 2-4). Новые модели тахеометров Nikon отличаются большим объемом памяти (внутренняя память на 10 000 точек, возможность создавать и хранить в памяти прибора до 32 проектов), большой дальностью измерения на однопризменный отражатель, надежной защитой от попадания влаги и пыли. Прибор выпускается как в обычном, так и в морозоустойчивом исполнении. Продолжительность работы батареи — до 27 часов при непрерывном использовании. И DTM/NPL-302, и DTM-502 оснащены большим графическим экраном. Все эти замечательные качества делают тахеометр Nikon оптимальным вариантом для использования в суровых природных условиях и при больших объемах полевых съемок.

Среди приборов того же класса популярны тахеометры серий TTS3300 (Trimble) и SET500/600 (Sokkia).

Возможности тахеометров значительно расширяют безотражательные дальнометры, имеющие весьма обширную сферу применения:

- измерения в архитектуре (детальные измерения фасадов строений);
- инженерные измерения (мосты, башни и т.д.);





Рис. 2. Тахеометр Nikon DTM-352



Рис. 3. Приборная панель тахеометра Nikon DTM-352

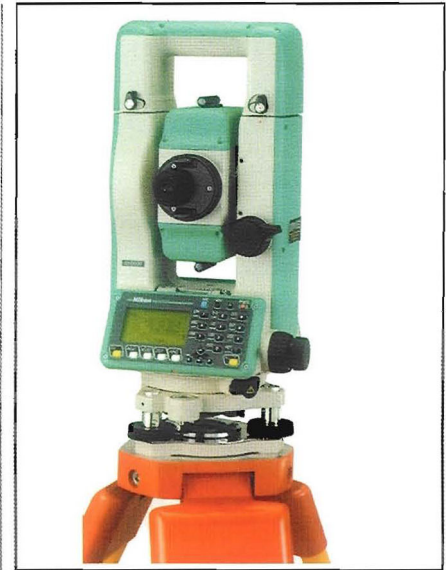


Рис. 4. Тахеометр Nikon DTM-502

- туннельные работы;
- измерения недоступных объектов (места с высокой температурой или повышенной взрывоопасностью);
- мониторинг деформаций крупных объектов (высотные здания, башни и т.д.);
- производство работ при монтаже конструкций;
- производство съемок для расчета объемов земляных работ (котлованы, карьеры и т.д.).

Если сравнивать технические характеристики тахеометров, в которых предусмотрена возможность измерений без отражателя, то здесь, безусловно, лучшими окажутся NPL-352/332 – новейшие разработки фирмы Nikon. Безотражательными дальномерами может также комплектоваться большинство тахеометров Trimble (серии TTS 3300, TTS 3600, TTS 5600).

При полевых съемках наиболее эффективны модели, предназначенные для работы в роботизированном режиме. Лидеры в этой категории приборов – моторизированные тахеометры серии TTS5600 (Trimble). Эти тахеометры построены по принципу "конструктора": базовую модель можно со временем оснастить дополнительными возможностями (сервопривод, система слежения за

отражателем, модуль для безотражательных измерений), повысить точность и дальность измерений, адаптировать прибор для работы при температурах до -35°C.

Такие приборы рассчитаны на работу с одним человеком: тахеометр устанавливается на точку, а геодезист перемещается по точкам с отражателем. Прибор отслеживает его перемещения и по команде с пульта управления, закрепленного на отражателе, производит измерения и записывает их в память.

Рост производительности труда при использовании прибора с сервоприводом составит 30%, с системой слежения за отражателем – 50%, с возможностью роботизированных измерений – 80%, а для безотражательных моделей рост составит 100%.

Составленная по материалам полевых съемок карта местности служит основой создаваемой ГИС. На эту основу в дальнейшем будет наноситься атрибутивная информация.

### Специализированные GPS-приемники – лучшее решение для обновления данных в ГИС

Для сохранения достоверности и актуальности информации, содержащейся на карте, необходимо ее постоянное обновление. При глобальных изменениях территории

может потребоваться повторная тахеометрическая съемка отдельных ее участков. Что же касается отображения небольших изменений, доведения координат новых объектов и их атрибутов в существующие базы данных, то эти задачи призваны решить GPS-приемники, ориентированные на сбор и обновление информации для ГИС. К таким приборам относятся системы Pathfinder Pro XR/XRS, GeoExplorer3 и совсем недавно появившийся на рынке карманный приемник GPS Pathfinder Pocket, работающий с PDA-устройствами, производства фирмы Trimble (рис. 5). Приемники такого класса компактны, позволяют замерять точечные, линейные и площадные объекты, записывать сопутствующую этим объектам атрибутивную информацию, имеют относительно невысокую точность (0,5-5 м), не требуют выполнения длительных измерений на каждом объекте. Основными их преимущест-

Таблица 1

Сравнительные технические характеристики тахеометров Nikon и Trimble

Характеристики	DTM-302	NPL-302	DTM-502	Trimble 3300	Trimble 3600
Угловая точность	5"	5"	1-3"	3-5"	2-5"
Линейная точность	3+2 мм	3+2 мм	2+2 мм	5+3 мм	2+2 мм
Дальность по одной призме	2300 м	5000 м	2700 м	3000 м	2500 м
Встроенная память	10 000 точек	10 000 точек	10 000 точек	1900 точек	Зависит от панели
Русификация	Да	Да	Да	Да	Да
Измерения без отражателя	Нет	Да	Нет	Да (DR)	Да (DR)
Адаптация на -30°C	Да	Нет	Нет	Да	Да
Защита от воды	IPX6	IPX6	IPX6	IPX3	IPX4
Цена	\$7000-7900	\$8000-9200	\$9700-10500	\$6000-7600	\$9200-13100
Дополнительно			Створочный указатель Lumi-Guide	В стоимость входит полный комплект необходимых аксессуаров	



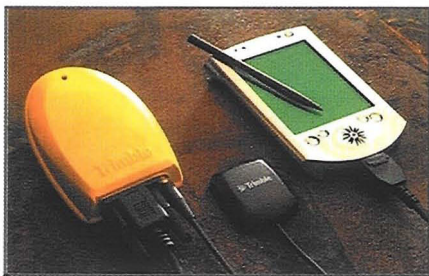


Рис. 5. GPS-приемник Pathfinder Pocket (Trimble)

ва — высокая мобильность и быстрота определения координат. С такими приборами можно работать в реальном масштабе времени, обмениваясь информацией при помощи радиомодемов. Данные с GPS-приемников обрабатываются в программном пакете Pathfinder Office и экспортируются во все распространенные форматы ГИС и САПР. Все перечисленные преимущества наряду с невысокой ценой делают приемники такого типа оптимальными для картографирования природных ресурсов, исследования окружающей среды, создания и обновления баз данных коммунальных и городских служб.

### Работа в реальном масштабе времени

Поистине безграничные возможности открывают перед изыскателями комплексы для работ в реальном масштабе времени. Крупнейшие производители геодезического оборудования, в том числе Trimble, стремятся объединить под одной торговой маркой все виды электронных геодезических приборов. Это позволяет полностью автоматизировать геодезические и изыскательские работы с помощью оборудования одной фирмы, избежав возможных нестыковок и несовместимостей форматов данных. Более того, появилась возможность, используя специальное радиоэлектронное оборудование, производить измерения и получать координаты в реальном времени, объединив в единую систему GPS-приемники и роботизированные электронные тахеометры. Обмениваясь данными при помощи радиомодемов, приемники GPS измеряют и вычисляют координаты узлов геодезической сети, которые в свою очередь используются как станции тахеометрической съемки. Именно такой подход к

полевым работам позволяет достичь максимальной отдачи при минимальных затратах времени и сил. Особенно эффективен он в ситуациях, когда требуется быстро произвести съемку местности со слабым геодезическим обеспечением (районы Крайнего Севера, Сибирь).

### Продукты Autodesk — лучший выбор для обработки полевых измерений, создания и публикации карт

Следующий этап подготовки данных для создания ГИС — передача данных полевых измерений для обработки в ГИС-пакеты. При выборе программного обеспечения следует руководствоваться соображениями его совместимости с используемым оборудованием и тем ПО, в котором, возможно, будут использоваться данные ГИС. Для мелкомасштабного картографирования особое значение приобретают возможности ГИС-пакета, касающиеся черчения и редактирования графических элементов карты. Мировой лидер по этому показателю — программа AutoCAD от компании Autodesk. Все отраслевые решения этой компании, в том числе и касающиеся ГИС, включают AutoCAD и, соответственно, располагают всеми его возможностями. Говоря о лучших программных средствах обработки результатов полевых измерений, построения и анализа пространственных моделей местности, прежде всего следует назвать Autodesk Land Desktop с дополнительными модулями Autodesk Survey и Autodesk Civil Design. Программа Autodesk Land Desktop представляет собой оптимальное решение для всех специалистов, на разных этапах работающих с ГИС: геодезистов, картографов, гидрологов, ландшафтных архитекторов, проектировщиков, геологов и экологов. Эти специалисты зачастую параллельно работают над проектом и совместно используют его данные. При этом каждый специалист может работать, исходя из своих задач и потребностей: в его распоряжении непротиворечивый набор инструментов для ввода данных и удобного доступа к ним. Единая платформа позволяет Autodesk Land Desktop свободно обмениваться данными с другими desktop-решениями от Autodesk.

Первый этап работы с результатами полевых измерений — импорт данных из приборов в программу их обработки. Здесь самые широкие возможности предоставляет Autodesk Survey: эта программа поддерживает свыше 60 различных типов электронных приборов, включая накопители данных, тахеометры и цифровые нивелиры. Если же точки съемки были снабжены соответствующими описателями, то при импорте они отрисовываются на разных слоях различными символами и соединяются ситуационными линиями. Легко добиться, чтобы они отрисовывались соответствующими типами линий (заборы, коммуникации, границы ландшафтов). При поставке Autodesk Land Desktop нашей компанией поставляется и набор топографических знаков, соответствующих российским нормам: после рутинификации Autodesk Land Desktop это один из важнейших шагов в деле его адаптации для российского пользователя (рис. 6). В базовом модуле Autodesk Land Desktop есть специальная утилита, которая позволяет переносить данные в программу напрямую из приборов фирмы Trimble.

При построении цифровой модели рельефа (ЦМР) и создании топографической карты необходим базовый модуль пакета Autodesk Land Desktop. Исходными данными для построения ЦМР могут служить любые комбинации данных проекта: точечные данные и группы точек, контуры и ASCII-файлы точек. Богатые возможности визуализации и анализа трехмерных поверхностей позволяют выполнять в Autodesk Land Desktop работы любой сложности, связанные с пространственным проектированием. Программа оптимальна и для решения задач, связанных с кадастром: она предоставляет всё необходимое для работы с земельными участками.

Autodesk Civil Design расширяет возможности базовой программы в области проектирования гражданских объектов, транспортных сооружений, разработки строительных площадок и гидрологического анализа. Проектирование дорожных работ, профилирование, расчет санитарного и ливневого дренажа, анализ стока, проектирование водоемов и очистных систем — все эти функции, заложенные в Civil Design,



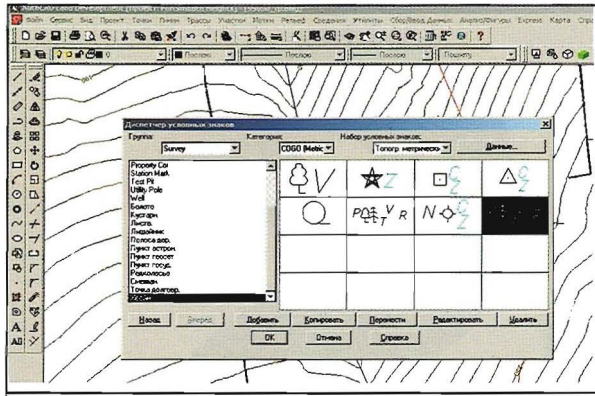


Рис. 6. Диспетчер символов в Autodesk Land Desktop R2

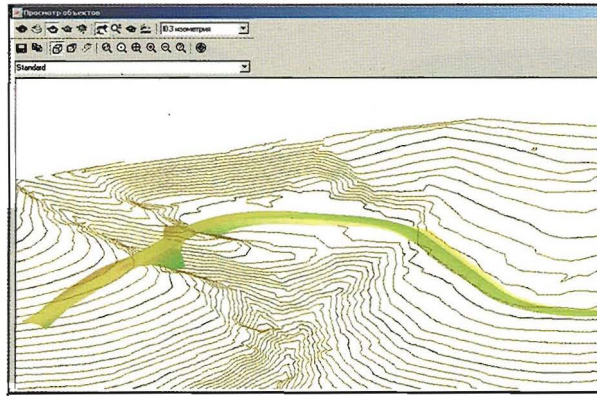


Рис. 7. Визуализация поверхностей в Autodesk Land Desktop: горизонталь и 3D-границы

значительно расширяют инструментарий проектирования и анализа объектов на местности (рис. 7).

Если перед создателями ГИС не стоит задача всестороннего анализа ЦМР, оптимальным инструментом картографирования становится программа Autodesk Map, возможности которой, как известно, включены в Autodesk Land Desktop. На сегодня Autodesk Map представляет собой наиболее мощное решение для автоматизированного картографирования и ГИС. Программа обеспечивает широкие функциональные возможности создания и редактирования карт, интеграции и обмена данными, формирования запросов и топологического анализа данных. Одно из ярких достоинств Autodesk Map – прямое подключение большого числа баз данных, в том числе Microsoft Access, Oracle, SQL server, dBASE, Excel. Наряду с мощным инструментарием построения запросов это обеспечивает хранение больших массивов данных в специализированных программных пакетах. По мере надобности к ним осуществляются запросы, посредством которых можно, например, создавать тематические карты с нанесенными легендами. Еще одна сильная сторона программы – возможность построения разного рода топологий и выполнение к ним запросов (нахождение кратчайшего пути в топологической сети, определение зоны влияния разного рода событий). Autodesk Map – открытая система, средства импорта и экспорта которой обеспечивают интеграцию с файлами большинства ГИС-пакетов. Множество удобных для картографа функций (поддержка большого количества проекций, воз-

можность работы с наборами карт, развитые средства редактирования, оформления и печати) делают эту программу оптимальным средством автоматизированного тематического картографирования.

После создания основы ГИС и наполнения ее атрибутивной информацией требуется организовать эти данные, обеспечив к ним удобный доступ заинтересованных служб. Для решения этой проблемы наилучшим образом подходит Autodesk MapGuide – программный пакет, предназначенный для создания и поддержки мощных сетевых приложений с возможностью управления векторными и растровыми картографическими данными. Autodesk MapGuide состоит из трех модулей:

- *Autodesk MapGuide Server* обслуживает картографические данные, предоставляя возможность их просмотра тем пользователям, у которых установлен Autodesk MapGuide Viewer;
- *Autodesk MapGuide Author* служит для создания и подготовки картографических данных в формате, пригодном для публикации;
- *Autodesk MapGuide Viewer* обеспечивает возможность интерактивного контроля над опубликованной информацией и работы с отдельными фрагментами карт.

Autodesk MapGuide открывает перед разработчиками ГИС-систем поистине безграничные возможности создания интеллектуальных управляемых сетевых приложений для работы с картами. Такие приложения позволяют в реальном времени передавать картографическую информацию (посредством стандартного браузера для работы в Internet), взаимодействуя с любыми ГИС-сер-

верами. Используя возможности Autodesk MapGuide, землеустроители, например, могут увидеть, какие из земельных участков города заняты промышленными зонами или сколько жилых домов подключено к указанной линии водопровода, а инженеры-электрики – выделить требующие обслуживания линии уличного освещения в том или ином районе и быстро распечатать карты на выбранные участки...

Проанализировав аппаратные и программные средства для создания ГИС, нетрудно сделать вывод, что построить и поддерживать полноценную ГИС можно только с использованием передовых технологий. Безусловно, на первом этапе такой подход потребует значительных капиталовложений, но вложенные средства окупятся сторицей.

**Андрей Жуков**  
"ИНФАРС"

Тел.: (095) 775-6585

E-mail: zhukov@infars.ru

Internet: <http://www.infars.ru>

#### Коротко об авторе

Андрей Владимирович Жуков окончил в 2000 году МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности географ-картограф. В настоящее время – ведущий специалист отдела автоматизации градостроения ЗАО "ИНФАРС".

