

Digitals —

землеустройство, геодезия и картография в едином программном продукте

Автор

Александр Бондарец,
ООО «Аналитика» (Винница)

Созданный много лет назад как пакет для цифровой картографии, *Digitals* уже более десяти лет активно используется в землеустройстве. Его массовое применение началось в эпоху раздела колхозных земель на паи в конце 90-х годов. С той поры программа активно развивалась и дополнялась новыми возможностями, превратившись в итоге в полноценную землеустроительную ГИС.

- Мощное картографическое ядро позволяет использовать в одной карте тысячи растровых изображений и сотни тысяч векторных объектов в условных знаках.

- Поддержка полной технологической цепочки от обработки геодезических измерений до распечатки техдокументации.

- Запись и чтение файлов в форматах популярных ГИС.

- Нетребовательность к ресурсам и простота в освоении.

- Квалифицированная поддержка разработчиков.

Это основные факторы, обеспечившие распространение программы в Украине и за ее пределами. Несколько тысяч организаций, от небольших геодезических фирм до областных центров ГЗК, институтов землеустройства и аэрогеодезических предприятий сделали эту программу своим рабочим инструментом.

In4 — это просто

Формировать кадастровый обменный файл из готовых данных могут многие программы. А вот создать его «с нуля» по данным полевых геодезических измерений или результатам аэрокосмической съемки можно только в *Digitals*. Причем для этого не потребуются дополнительных сторонних программ.

ПЕРВАЯ ВЕРСИЯ

Первая версия *Digitals* появилась в 1992 году и предназначалась для дигитализации цифровых карт с бумажных оригиналов при помощи дигитайзера. Отсюда пошло название программы. Программа также применялась для стереосоставления карт по аэроснимкам на аналитических стереоплоттерах «Стереонаграф» и *Leica SD20* (совместно с ЦНИИГАиК, Россия)

Давайте рассмотрим процесс формирования обменного файла в *Digitals*. Предположим, геодезист выполнил измерение поворотных точек участка и расположенных на нем строений. Затем загруженный с электронного тахеометра файл измерений поступает в программный модуль *Geodesy*, в котором выполняется уравнивание хода. В результате уравнивания мы получим набор координированных пикетных точек, по которым нужно построить контуры. Сбор объектов в *Digitals* — это несложная процедура, доступная даже начинающему пользователю. Достаточно выбрать из списка необходимый слой (угодые, участок, квартал, смежник) и собрать контур, указывая готовые пикетные точки. Вырезание всех вкрапленных угодий при помощи «петель», как этого требует стандарт In4, выполняется автоматически одной командой. Созданный участок с угодыями, кварталом и смежниками представляется в виде иерархического списка. Древовидный список позволяет проконтролировать геометрическую правильность и вложенность объектов, а также баланс площадей. В случае если сумма площадей внутренних объектов не совпадет с площадью внешнего, это будет отображено специальным значком.

Использование готовых пикетов — это лишь один из способов формирования метрического блока файла In4. Дополнительные функции засечек позволяют добавлять точку по промерам, откладывать расстояние вдоль створа или по заданному направлению, строить перпендикуляры, делить и объединять полигоны и многое другое.

После создания метрической части необходимо заполнить семантические данные: код КОАТУУ, паспортные данные владельца, реквизиты техдокументации и так далее. Благодаря гибкой настраиваемой системе шаблонов многие значения автоматически рассчитываются при помощи формул либо заполняются заранее заданными значениями. Данные для группы участков также можно вставлять из таблиц и текстовых файлов.

Когда все данные внесены, выполняется команда сохранения в формат In4. Созданный обменный файл при сохранении автоматически проверяется. При наличии ошибок открывается окно модуля проверки обменных файлов. Программа проверяет не только баланс площадей и правильность заполнения каждого дескриптора, но также их взаимное соответствие. Такая проверка позволяет снизить вероятность возврата обменного файла, сдаваемого в центр ГЗК.

Несмотря на то, что имеются единые правила заполнения файлов, существуют различные дополнительные требования в разных регионах. Поэтому

модуль проверки сделан полностью настраиваемым. Все правила описаны в так называемом сценарии проверки — текстовом файле, который может редактироваться пользователем. Такой сценарий формально описывает необходимые требования к обменному файлу, являясь единым шаблоном для центров ГЗК и землеустроительных предприятий.

Вы все еще ведете журнал?

Программа *Geodesy*, входящая в пакет *DigitalS*, выполняет обработку данных электронных тахеометров. Она поддерживает большинство популярных приборов. При появлении на рынке новых моделей, их поддержка оперативно добавляется. При этом остается возможность вводить измерения вручную, но все же использование электронных тахеометров значительно ускоряет процесс. После выполнения измерений прибор подключается к компьютеру для считывания с него данных. Полученный файл открывается программой *Geodesy* и при этом проверяется на наличие грубых ошибок. Далее вводятся координаты опорных точек и выполняется уравнивание измерений. В результате мы получим координаты всех пикетных точек и протокол уравнивания хода.

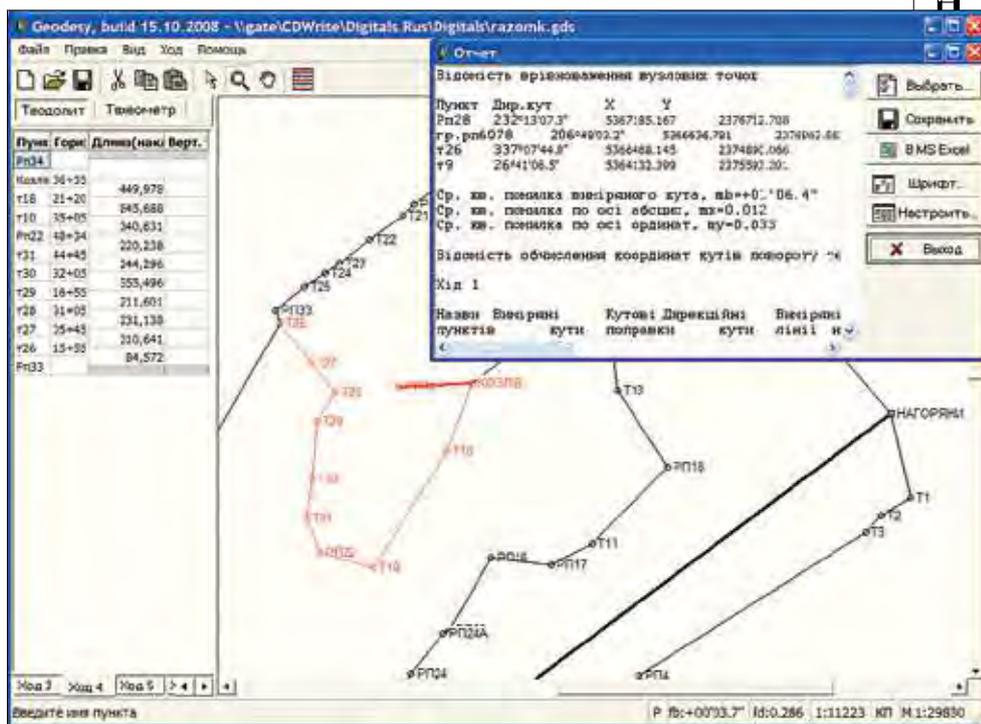
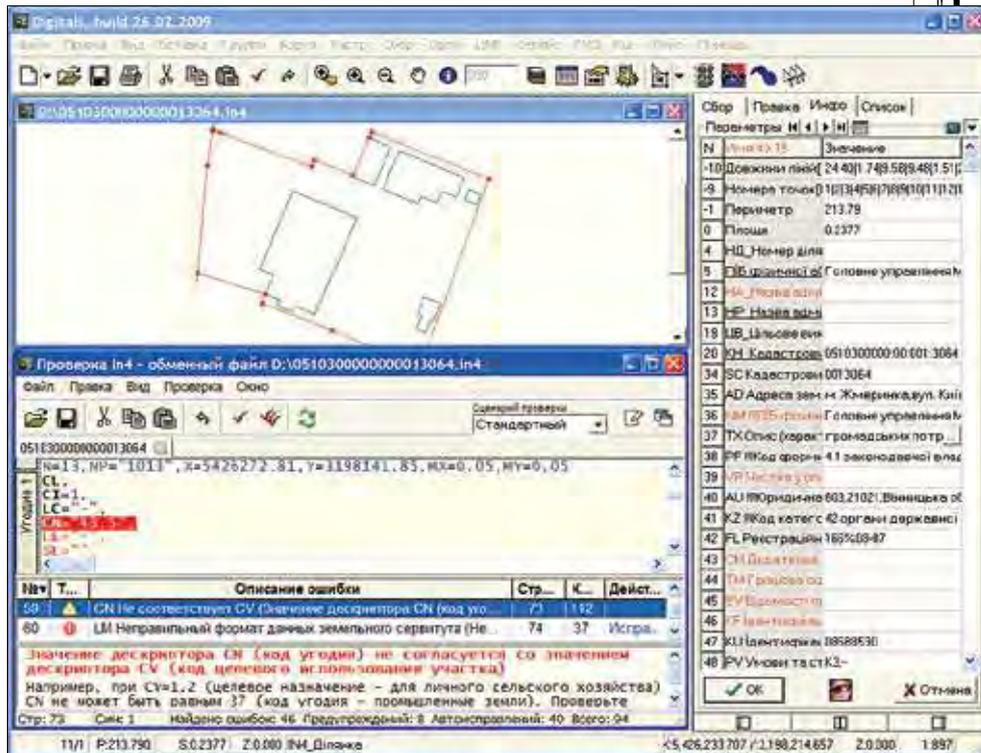
При ручном вводе измерений следует воспользоваться закладками «Теодолит» для описания ходов и «Тахеометр» для ввода измерений пикетных точек. Координаты точек рассчитываются автоматически в процессе ввода и отображаются на графической схеме.

Кроме линейно-угловых сетей, программа позволяет работать с нивелирными сетями и решать прямые и обратные геодезические засечки.

Рассчитанные пикетные точки передаются в графический редактор *DigitalS*, где выполняется дальнейшая обработка.

Земля в иллюминаторе

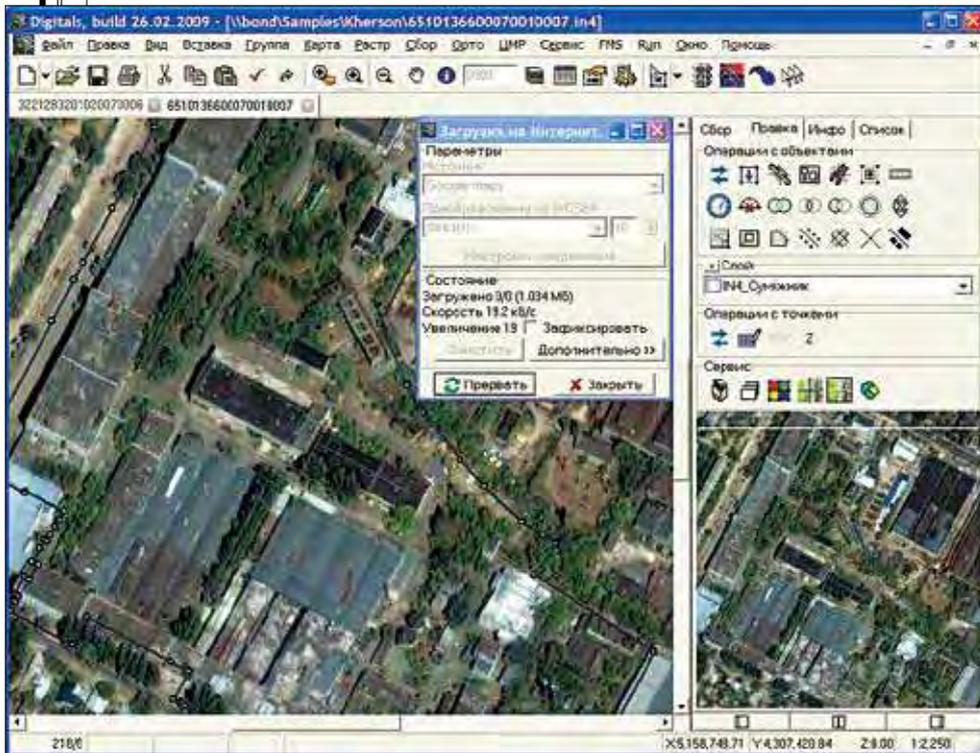
Компания *Keyhole*, позже поглощенная *Google*, совершила ре-



волюцию, разработав технологию глобального доступа к космическим снимкам через Интернет. *Google*, в свою очередь, сделала эту технологию доступной, предоставив бесплатный сервис просмотра карт и снимков — *Google.Maps*. Затем в игру включилась *Microsoft* с аналогичным сервисом *Virtual*

Earth. Эра Интернет-картографии началась.

DigitalS позволяет загружать снимки с упомянутых сервисов непосредственно в открытую карту, накладывая только что созданный обменный файл на изображение земной поверхности. Снимки при этом «на лету» трансформируют-



фотограмметрическим методом. Оснащенный дополнительным модулем для стереообработки, пакет превращается в цифровую фотограмметрическую станцию «Дельта», обеспечивающую полный цикл обработки аэрофотосъемки. Для стереонаблюдений применяют специальный 3D-монитор или обычный монитор со стереоскопом. Для целей демонстрации подойдет анаглифический режим, который можно использовать на любом мониторе при наличии очков с красным и зеленым светофильтрами.

Программное обеспечение *Delta/DigitalS* позволяет обрабатывать снимки всех известных аэросъемочных камер, как аналоговых, так и цифровых, создавая цифровые карты, мозаичные ортофотопланы и цифровые модели рельефа.

В каждом деле главное — отчет

Как не стремится современное общество полностью перейти на электронный документооборот, но результат работы геодезиста и землеустроителя, как правило, должен быть представлен на бумаге и скреплен соответствующими печатями и подписями.

В *DigitalS* для распечатки отчетной документации применяется модуль *Reports*. Это мощная программа, основанная на ядре *Fast Report 4*, однако ее использование является очень простым. Нужно лишь выделить в редакторе *DigitalS* участок, вызвать меню «Генератор отчетов» и выбрать в списке нужный документ для печати. Программа сама позаботится о том, чтобы все необходимые данные автоматически перенеслись из описаний участков, кварталов и угодий в создаваемый документ. Документом может быть каталог координат, экспликация, регистрационная карточка или пояснительная

ся в заданную систему координат и вставляются в карту в виде растровой подложки с сохранением их геодезической привязки. Оба сервиса используют преимущественно данные со спутника *QuickBird*, имеющего максимальное разрешение 61 см. Правда точность их привязки значительно ниже и обычно не превышает нескольких метров. Причиной этого является использование в *Google* Марс упрощенной модели эллипсоида, которая неточно описывает фигуру Земли и «общемировой» модели рельефа — довольно грубой ЦМР. Однако эти ошибки обычно систематические, поэтому невязки чаще всего можно ликвидировать и корректно наложить векторный слой на космический снимок.

Для повышения точности привязки снимков в *DigitalS* служит специальный инструмент, позволяющий совместить загружаемые изображения с вашей картой, опознав имеющиеся на ней контуры. Все скачанные снимки записываются в специальную папку и могут затем использоваться повторно без подключения к Интернету. Создав общую сетевую папку на сервере предприятия, можно организовать единое хранилище загруженных

снимков. Это позволит сэкономить трафик и время работы — ранее скачанные снимки будут мгновенно подгружаться к карте.

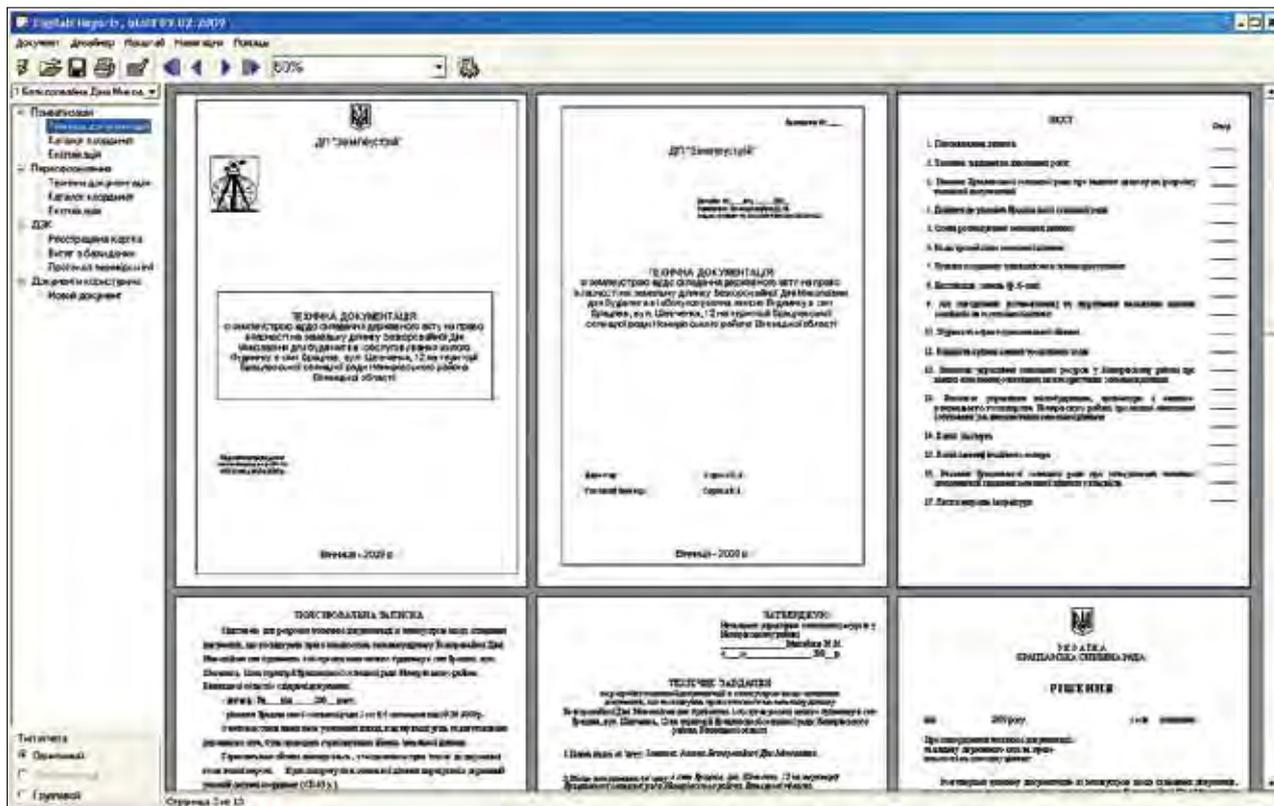
Под крылом самолета

Точность определения координат по космическим снимкам, по самым оптимистическим прогнозам, не превышает одного метра. Поэтому их можно использовать лишь для общего контроля местоположения участков и в качестве подложки для индексно-кадастровых карт. Однако заказав аэрофотосъемку и используя метод стереоскопических измерений, можно определять координаты с точностью 10 см, сократив объем полевых работ до минимума.

DigitalS справляется с этой задачей. Ведь он изначально был разработан именно для создания карт

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

В 1995 году в НПП «Геосистема» на базе *DigitalS* была разработана цифровая фотограмметрическая станция «Дельта», которая пришла на смену аналитическим стереоплоттерам «Стереонаграф», позволяя на компьютере *Pentium-100* работать со стереопарой цифровых снимков высокого разрешения (с размером пиксела 10 мкм).



записка. Документ обычно не требует редактирования и сразу готов к печати или экспорту.

Шаблоны документов в *Reports* полностью настраиваемые и могут редактироваться. Все шаблоны используют единую базу данных наименований, адресов и прочих реквизитов различных утверждающих организаций. Вам достаточно один раз внести туда данные для тех населенных пунктов, районов и областей, в которых вы работаете. При формировании технической документации на земельный участок программа автоматически выберет и подставит нужные реквизиты в зависимости от его расположения в пределах административно-территориальной единицы и, соответственно, кода КОАТУУ.

Помимо стандартных шаблонов, имеющихся в поставке программы, также можно создавать свои собственные. Предположим, вам часто приходится готовить к печати однотипные документы, что нередко встречается в землеустроительной практике. Вот тут приходит на помощь модуль *Reports*. Встроенными средствами редактирования

создается шаблон будущего документа. Добавляются подписи, таблицы, изображения. В местах, где нужно вставить данные из обменного файла, записываются формулы. Простейшая формула просто подставит, например, значение дескриптора NM из обменного файла. Более сложные формулы выполняются склонение по падежам, манипуляции со строками, расчет математических выражений и т. д. Кроме того, для сложной обработки можно написать собственную подпрограмму. Если же программирование и формулы вас пугают, вы всегда можете обратиться к разработчикам, прислав им образец требуемого документа.

Всему свое место

Переход между системами координат и от одной картографической проекции к другой требует глубокого знания геодезии и математической картографии. Между тем, сейчас эта проблема стала особенно актуальной в связи с повсеместным распространением спут-

никовых геодезических измерений и с ростом требований к точности определения координат.

Digitalis обеспечивает математически строгий пересчет между всеми популярными системами координат. Возможен пересчет из СК-42 в СК-63 и обратно в разных зонах, переход от прямоугольных координат СК-63 к географическим (широте, долготе), от географических — к *UTM* и т. д. Возможен пересчет в любую местную систему координат с известными параметрами. Все описания систем координат, включая параметры эллипсоида, коэффициенты Гельмерта и другие данные, хранятся в настроечном файле, позволяя добавлять и использовать любые другие системы.

Возможен как явный пересчет координат, так и пересчет координат на лету, для совмещения карты в одной системе с космическими снимками или сканированными картами в другой. Это позволяет совмещать разнородные источники и выполнять оцифровку объектов в требуемой системе координат независимо от того, в какой системе была выполнена привязка растра.

Третье измерение

Мы привыкли видеть плоские карты, как на бумаге, так и на экране компьютера. Такие карты несут достаточно информации для целей землеустройства, однако мало пригодны для инженерных целей, экологического мониторинга, водного хозяйства, горного дела и многих других применений. Традиционно рельеф выражают в виде горизонталей, однако гораздо нагляднее он может быть представлен в виде трехмерной модели.

Карты в DigitalS всегда являются трехмерными в том смысле, что каждая точка содержит значенные высоты. Чтобы увидеть карту в объеме, достаточно включить соответствующий вид. Модель рельефа может быть представлена в виде регулярной сетки или сплошной поверхности. На поверхность можно наложить изображение местности. Это позволяет обнаружить ошибки в модели

СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЕЙ

В 1998 году НПП «Геосистема» совместно с ООО «Аналитика» выпустили первую версию DigitalS для землеустройства. Были добавлены функции распеаования по площади и по стоимости (с учетом бонитетов агрогрупп), а также распечатки государственных актов при помощи настраиваемых шаблонов.

рельефа и представить, как данная местность выглядит в реальности.

Программа также позволяет по результатам аэрофотосъемки создавать фотореалистичные трехмерные модели карьеров, зданий и городов.

Когда карты становятся большими

Основной функцией географической информационной системы является хранение и обработка значительных объемов геометрической и атрибутивной информации. Эта информация может накапливаться как в обычных файлах,

так и в специализированных хранилищах — SQL базах данных. Если необходима параллельная коллективная работа нескольких пользователей над одной картой, тогда база данных — это единственно верный выбор.

DigitalS позволяет хранить карты и в файлах, и на серверах баз данных. Поддерживаются две известные СУБД: Microsoft SQL (коммерческая) и PostgreSQL (бесплатная). Для PostgreSQL существует расширение PostGIS, содержащее функции для работы с пространственными данными и совместимое со стандартом OpenGIS. Это важная особенность, благодаря которой DigitalS записывает координаты объектов и другую информацию в стандартном формате. А значит, работать с ней сможет любая клиентская программа, поддерживающая стандарт OpenGIS.

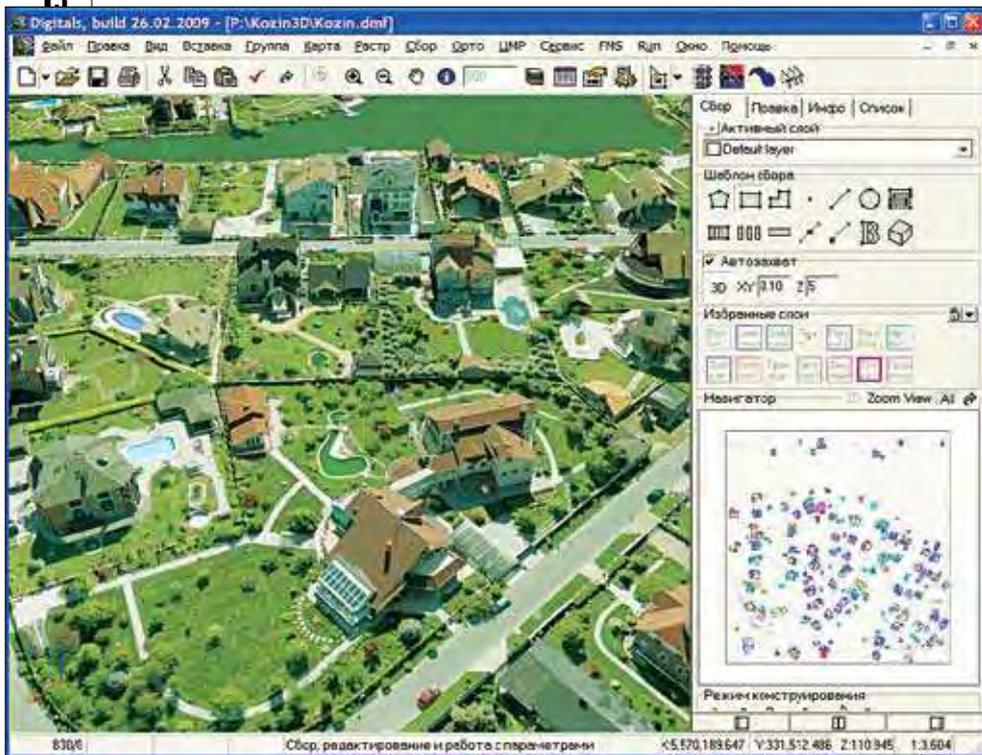
Для пользователя работа с SQL-версией карты почти ничем не отличается от работы с обычной картой. Однако администратор может централизованно на уровне сервера ограничить доступ к данным на основе прав пользователей. Предположим, имеется база данных по земельным участкам на всю область. Исполнители имеют право лишь добавлять объекты, но не могут удалять или изменять их. Кроме того, исполнитель не сможет добавить участок в базу, если он находится в другом районе или пересекается с другими участками.

Это схема работы областного центра ДЗК. Множество пользователей работают с одной картой, но в силу заданных ограничений не могут случайно либо умышлено повредить данные. Сервер базы данных следит за их целостностью, а также защищает данные от повреждения при внезапных отключениях питания и других сбоях.

ПЕРВАЯ ВЕРСИЯ ДЛЯ WINDOWS

В 1996 году развитие DOS-версии DigitalS было прекращено и началась разработка Windows-версии Delta/DigitalS для создания цифровых карт фотограмметрическим методом.

Первая версия DigitalS для Windows вышла в 1997 году.



Раньше карты были бумажными

Наследие целой эпохи — это архивы старых карт и планов, которые нужно ввести в компьютер для их использования. На начальном этапе достаточно их отсканировать. Однако использование отсканированных (растровых) карт не всегда удобно, так как они занимают много места и их практически невозможно редактировать. Поэтому для полноценного использования необходимо перевести карту в векторную форму, оцифровав все ее контуры. Однако ручной сбор контуров на насыщенной карте или плане может занять неоправданно много времени. Для ускорения массовой оцифровки бумажных карт был создан специальный модуль *Topotracer*.

Topotracer — это простая в освоении программа, выполняющая полуавтоматическую векторизацию сканированных карт и планов. Например, для сбора горизонтали необходимо указать лишь начальную точку и направление, а программа автоматически оцифрует ее до разрыва или пересечения с другим объектом. Затем нужно указать программе следующее направление векторизации и трассировка горизонтали продолжится.

Модуль позволяет векторизовать горизонтали, точечные контуры растительности и грунтов, распознает положение пикетов и подписей к ним. Программу можно использовать не только для топографических карт, но и для векторизации различных схем и планов.

Если векторизовать не получается

Порой даже автоматическая векторизация занимает чересчур много времени, и тогда сканированные бумажные карты приходится использовать в исходном растровом виде. То же самое относится и к ортофотопланам.

Для *Digitals* это не является проблемой, так как программа изначально создавалась для работы не только с векторными картами, но и со значительными массивами растровых изображений. Программа позволяет выполнять трансформирование и сшивку растров, а также вставку в карту большого количества карт и ортофотопланов, загружаемых «на лету» из внешних файлов.

Растровое изображение состоит из множества точек — пикселей. Наиболее популярными форматами хранения растров являются *TIFF* и *JPEG*. В *Digitals* активно используется наиболее прогрессивная разновидность формата *TIFF* — блочный *TIFF* (*TIFF Tiled*). Что он собой представляет? Представьте себе пол, покрытый кафельной плиткой. Каждая плитка содержит фрагмент большого изображения. В *TIFF Tiled* изображение хранится поблочно в виде отдельных фрагментов. Это значительно ускоряет вывод на экран, позволяя выборочно загружать с диска только те фрагменты, которые требуются в данный момент. Кроме того, этот формат позволяет использовать *JPEG*- и *ZIP*-сжатие. При этом каждый блок сжимается отдельно и его можно распаковать и вывести на экран, не затрачивая время на распаковку всего

файла. Программа поддерживает спецификацию *GeoTIFF*, позволяя хранить данные о геодезической привязке карты или ортофотоплана непосредственно в заголовке растрового файла.

Также для ускорения вывода используется пирамида масштабов. Пирамида масштабов — это набор заранее созданных уменьшенных копий исходного изображения, в котором каждая следующая копия в два раза меньше предыдущей. Уменьшенные изображения находятся в одном файле с исходным изображением и могут быть удалены в любой момент для экономии дискового пространства. При наличии пирамиды программе не нужно каждый раз сканировать большое исходное изображение, когда требуется показать его в уменьшенном масштабе. Достаточно загрузить готовую копию нужного масштаба. Таким образом, визуализация и масштабирование изображений значительно ускоряется за счет загрузки многократно меньшего объема данных.

Все вышесказанное не означает, что вы не сможете использовать изображения в других форматах. Программа также поддерживает *BMP*, *JPEG* и классический *TIFF*. Однако для ускорения обработки рекомендуется преобразовать изображения в формат *TIFF Tiled*. Сделать это можно в групповом режиме при помощи программы *DIPedit*.

DIPedit — это нетребовательный к ресурсам редактор растровых изображений. В нем можно настроить яркость, контраст, цветовой баланс изображения, создать или удалить пирамиду, вырезать нужный фрагмент, изменить разрешение, сохранить в другом формате и т. д. Большинство операций можно выполнять в групповом режиме.

Заключение

В одной статье сложно описать даже основные возможности программы, которая много лет развивается, постоянно дополняясь новыми функциями. *Digitals* представляет собой универсальный инструмент, способный решать множество самых разных задач. И это инструмент, растущий вместе с запросами пользователей от обработки геодезических измерений и создания технической документации на один земельный участок, до ведения дежурных планов крупных городов и индексно-кадастровых карт масштаба области. Встроенный язык скриптов позволяет опытным пользователям еще больше расширить функциональность программы и максимально автоматизировать решение собственных типовых задач.

ПЕРВАЯ ВЕРСИЯ

Официальный сайт *Digitals* <http://www.vinmap.net>

Форум пользователей программы

<http://www.geosystema.net/forum>

Цифровая сканирующая аэрофотокамера «3-DAS-1»

<http://www.vingeo.com/Rus/das.html>

Картографический планшетный сканер формата A1

<http://www.vingeo.com/Rus/planscan.html>