

вать – работать с ними как с локальными данными. Их также можно сохранить в локальных форматах для дальнейшего использования.

Система ArcGIS создана для взаимодействия с существующими корпоративными технологиями, прикладными программами и базами данных. Через использование открытых стандартов, таких как COM, XML и SQL, ArcGIS может взаимодействовать с корпоративными базами данных (с или без средств обработки пространственных данных), Web-серверами и системами для управления ресурсами предприятия, работы с клиентами и партнерами, управления земельными ресурсами и объектами недвижимости.

Подводя итог, следует отметить, что ArcGIS 8.1 является реальным прорывом в области ГИС. ArcGIS представляет собой современную, интегрированную, масштабируемую систему, призванную эффективно решать задачи, стоящие перед самыми разными пользователями. Предполагается, что при создании различных по масштабу ГИС-решений на уровне предприятия пользователи смогут задействовать множество мест ArcView, ArcInfo Editor, ArcExplorer, вьюер ArcIMS и прикладные серверы ArcSDE/ArcIMS, которые в комплексе окажут им значительную помощь и повысят продуктивность их деятельности.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ГРАФИН: НОВАЯ ВЕРСИЯ

А.В. Скворцов

Томский государственный университет, НПО «Сибгеоинформатика», г. Томск

1. Введение

Универсальная графическая информационная система Графин разработана для операционных систем Microsoft Windows 9x/NT. Для её функционирования необходимы персональный компьютер с процессором Pentium MMX 166 МГц или более мощный, 64 Мб оперативной памяти, быстрая видеокарта и 50 Мб свободного дискового пространства для полной установки системы.

Система Графин в настоящее время является коммерческим продуктом, распространяемым фирмой НПО «Сибгеоинформатика». Система позиционируется на рынке как продукт, занимающий промежуточное место между полнофункциональными геоинформационными системами и системами автоматизированного проектирования универсального назначения. Внешний вид системы Графин приведён на рис. 1.

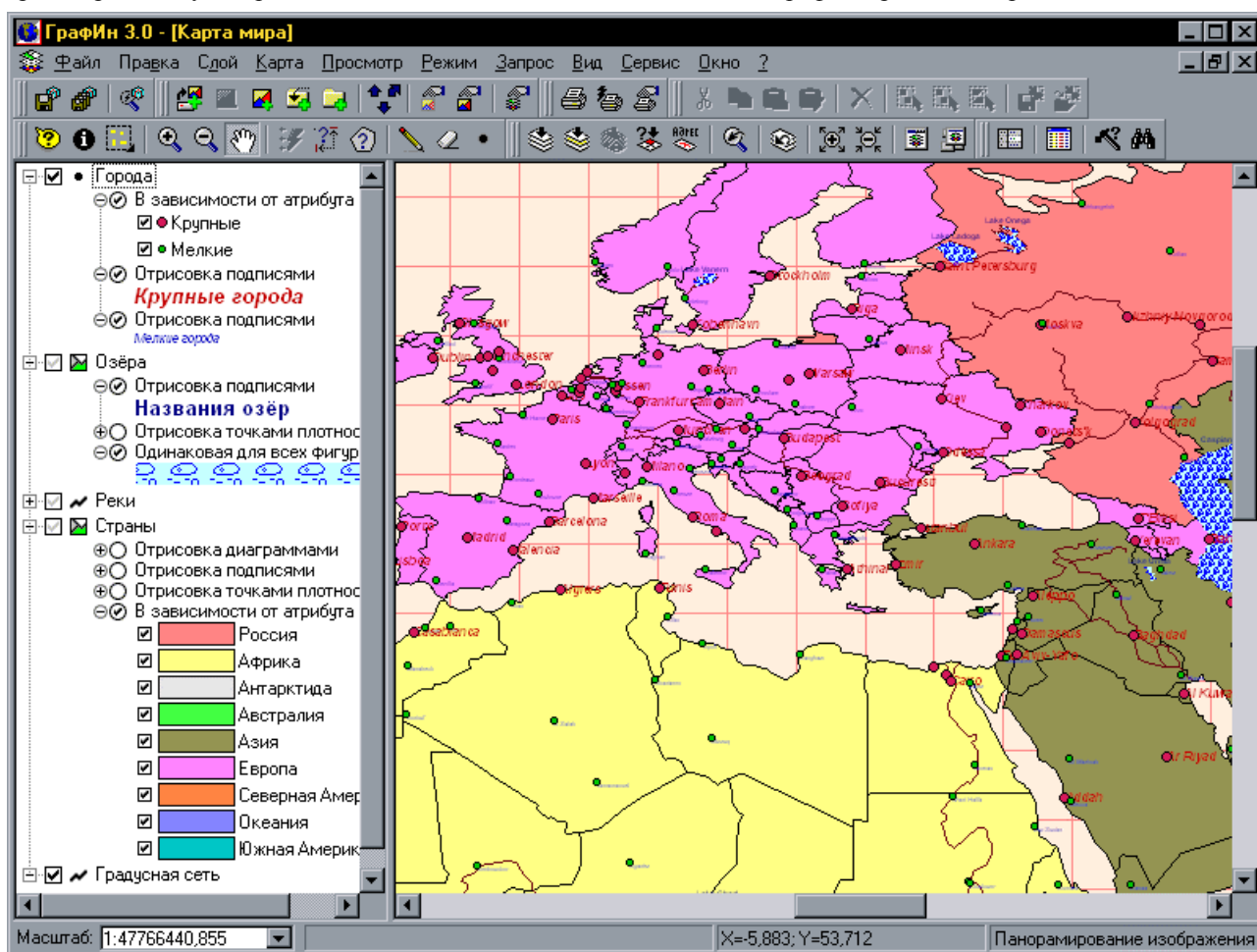


Рис. 1. Внешний вид системы Графин

В настоящее время выполнено более 100 инсталляций на компьютеры заказчиков.

2. Архитектура системы и структуры данных

Концептуально система ГрафИн состоит из ядра системы и различных проблемно-ориентированных надстроек. Ядро системы отвечает за базовые операции по манипуляции с абстрактными документами, слоями, визуализаторами векторных данных и т.п. В надстройках описываются конкретные реализации определённых типов документов, слоёв, специальные алгоритмы анализа и обработки графической информации.

В системе ГрафИн векторные данные (кроме данных SDE, хранимых на сервере) хранятся в памяти в виде динамических массивов для обеспечения прямого доступа ко всем объектам, при этом все объекты индексируются с помощью R-деревьев, что позволяет достичь при оперативной работе в системе скорости реакции, ранее недостижимой в коммерческих графических системах.

Атрибутное описание графических объектов хранится частично вместе с графикой в специальном внутреннем формате, зависящем от типа слоя графики, при этом для всех видов векторных данных предоставляется возможность присоединения по некоторому ключевому полю дополнительных таблиц, имеющих произвольный формат, поддерживаемый через стандартные программные интерфейсы BDE, IDAPI или ODBC. Просмотр и анализ атрибутов объектов при этом может выполняться с помощью штатных средств для работы с базами данных, в том числе с использованием языка запросов SQL.

Система ГрафИн может работать с растровой информацией, представленной в одном из 20 графических форматов, при этом максимальная эффективность достигается при использовании собственного пирамидального формата, когда скорость открытия и просмотра любого участка растрового изображения в любом масштабе практически мгновенна и не зависит от размера файла.

При работе на компьютере с такими документами, как карты, растровые изображения, документы OLE, текстовые документы, темы, редактируемые ех-шрифты, интерфейсы с базой данных и т.п., в настоящее время наиболее распространённым приёмом в программных системах является упорядочение документов в виде проектов.

В систему ГрафИн входит *менеджер проектов*, позволяющий удобно управлять всеми рабочими документами (рис. 2). С помощью менеджера проектов можно загружать проекты с диска, создавать новые, закрывать их, а также манипулировать документами внутри проекта. С его помощью происходит управление всеми документами и связанными с ними редакторами. В настоящее время в систему ГрафИн входят такие редакторы, как редакторы карт, текстовые, растровые, OLE-документов, тем, ех-шрифтов, отчётов из баз данных, интерфейсов баз данных и др.

3. Работа с картами и чертежами

В системе ГрафИн под термином *карта* подразумевается любой графический рисунок, созданный с помощью *редактора карт*. Вся графическая информация на картах состоит из упорядоченной совокупности графических *слоёв*. В пределах одного слоя обычно объединяются данные, имеющие некоторое семантическое сходство, например, карта города может быть разбита на слои районов, кварталов, домов, дорог, гидрологии, рельефа и т.д.

В системе ГрафИн стандартными являются следующие виды слоёв:

- *Папка слоёв*. Объединяет группу слоёв для удобства их совместной манипуляции, например для включения/отключения видимости всех слоёв, входящих в папку.

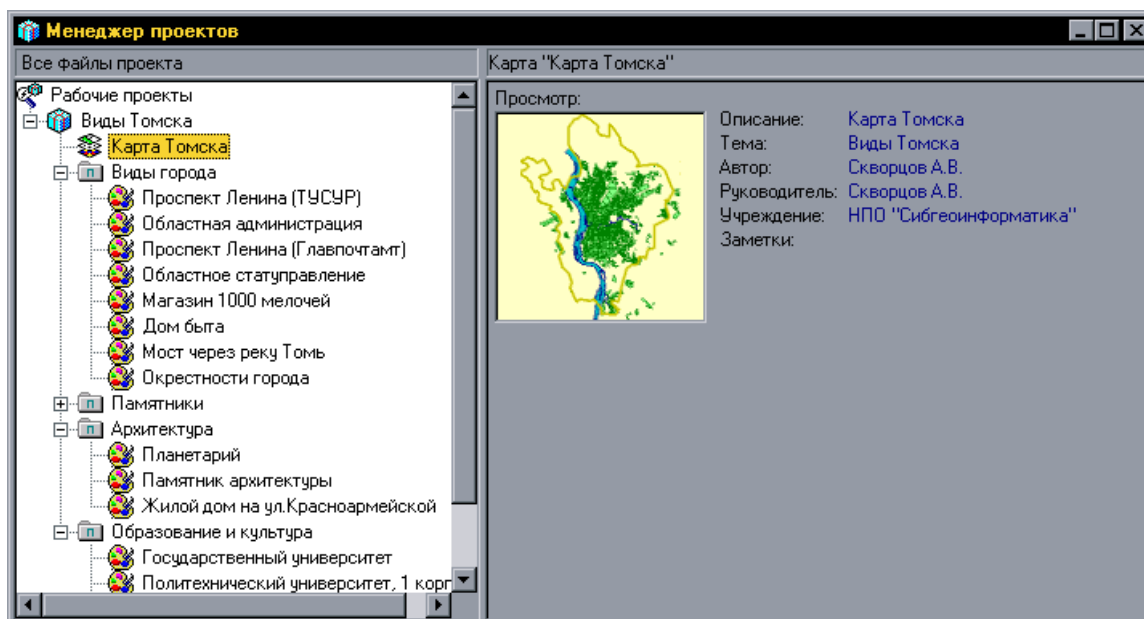


Рис. 2. Менеджер проектов.

- *Слой шейп-файла.* Слой векторной нетопологической графики бывает 4 типов: слой точек, полилиний, полигонов и мультиточек. В системе ГрафИн этот слой данных является базовым для представления геоинформационных данных.

- *Слой системы SDE.* Система SDE (Spatial Database Engine) от фирмы ESRI, Inc. – мирового лидера в области ГИС – предназначена для серверного хранения больших объемов пространственных нетопологических данных. Система SDE позволяет хранить на одном слое одновременно нескольких типов данных, таких как точки, полилинии, полигоны и мультиточки. Система ГрафИн позволяет использовать данные с этих слоёв наравне с другими источниками геоинформационных данных.

- *Слой покрытия.* Линейно-узловое топологическое представление (покрытие) предполагает описание множества объектов на плоскости в виде связанной совокупности узлов, дуг и регионов. Система ГрафИн позволяет создавать, редактировать покрытия, а также обмениваться данными с другими системами через обменный формат покрытия ARC/INFO.

- *Слой чертежа ГрафИн.* САПРовский слой векторной графики предназначен для создания таких сложных графических изображений, как технологические схемы, а также для создания элементов карт, не представимых точками, линиями и полигонами, например привязок коммуникаций к зданиям.

- *Слой растрового изображения.* Предназначен для представления в качестве растровой подложки на карте фотографий, сканированных изображений карт, схем и т.п. Система ГрафИн поддерживает 20 форматов растровых изображений, в том числе такие широко распространённые, как JPEG, GIF, TIFF, BMP и др.

- *Слой нерегулярной сети отсчётов (высот) поверхности.* Построенная по нерегулярной сети отсчётов модель поверхности может использоваться для моделирования рельефа местности или других непрерывных скалярных полей.

- *Слой регулярной сети отсчётов.* Регулярная модель данных применяется для моделирования категориальных или непрерывных полей, например рельефа местности, загрязнений окружающей среды, полей видимости, бассейнов стока.

- *Слой рамки.* Рамка предназначена для подготовки карт и схем к печати. С помощью этого слоя можно задать стандартное рамочное и зарамочное оформление карт и чертежей стандартных и нестандартных масштабов.

Большое разнообразие различных поддерживаемых видов данных позволяет системе ГрафИн создавать и эффективно работать с комбинированными графическими изображениями, что ранее было недоступно в пространственных системах ГИС и САПР.

4. Визуализация векторных данных

В системе ГрафИн информация отображается с помощью *визуализаторов*, т.е. алгоритмов, отрисовывающих точки, линии или полигоны в соответствии со своими настройками. Каждому слою шейп-файла может быть сопоставлено любое количество *визуализаторов*, что позволяет комбинированно отображать сразу несколько параметров. Например, для слоя стран на карте мира можно было бы отобразить разным цветом страны, затем точками плотности показать плотность населения, подписями указать названия стран, а также расставить диаграммы, характеризующие развитие разных отраслей промышленности в этих странах.

В системе ГрафИн имеется широкий спектр стандартных визуализаторов, позволяющих создавать весьма выразительные тематические карты.

1. *Отрисовка фиксированным условным знаком.* Каждый условный знак может характеризоваться такими параметрами, как его тип, размер, поворот, цвет.

2. *Отрисовка условными знаками в зависимости от значений атрибутов* (по конкретным значениям, по диапазонам значений, по условному выражению).

3. *Отрисовка подписями.* Автоматическое подписывание объектов позволяет быстро создавать простые, но информативные карты. При подписывании объектов возможно задание текста подписи, логического условия подписывания, расположения подписи относительно объекта, угла вращения подписи, признаков удаления одинаковых и пересекающихся подписей.

4. *Отрисовка диаграммами.* По заданным сериям числовых данных, которые определяются как выражения от атрибутов векторных объектов, заданным типам, размерам диаграмм, признакам масштабируемости, на карте в центре объекта изображаются диаграммы, характеризующие соотношение указанных в сериях параметров объектов (например, для городов или регионов можно изобразить соотношение отраслей промышленности в данном городе или регионе).

5. *Отрисовка точками плотности.* Случайно набросанные на полигоне некоторые точечные условные знаки позволяют по их плотности распределения визуальнo качественно оценить некоторые параметры (например, плотность населения стран на карте мира).

6. *Отрисовка изолиниями.* Подписывание изолиний значениями их высот общепринято в бумажной картографии. В системе ГрафИн можно подписывать произвольные линии и полигоны, например линии рек.

7. *Отрисовка сплайнами.* Сглаживание линий и границ полигонов при их отображении позволяет даже при недостаточной точности исходных данных получать визуальнo красивые результаты.

8. *Отрисовка выпуклостями.* Режим специальной выпуклой отрисовки позволяет создавать изображения с объемным эффектом.

5. Универсальная технология отображения условных знаков

При создании разнообразных графических изображений в системах ГИС и САПР возникают задачи отображения некоторых геометрических объектов, например точек, линий, полигонов, специальных объектов, условными обозначениями в соответствии с требованиями предметной области. Для решения данной задачи в системе ГрафИн была разработана универсальная технология ех-шрифтов (Extended Fonts – расширенные шрифты), включающей ех-символы, ех-линии и ех-заливки. Эта технология обладает следующими возможностями:

- Технология позволяет отображать большинство условных знаков (точечных, линейных и полигональных), применяемых в задачах автоматизированного проектирования, картографирования, ведения кадастров и т.д.
- Адресация конкретного знака в системе производится через пары (имя шрифта; номер элемента).
- При отсутствии требуемого шрифта в системе он автоматически заменяется некоторым другим шрифтом, заданным по умолчанию.
- Для условных знаков задаются размеры, угол поворота, признак зеркальности, цвета, имеющиеся текстовые параметры знака.
- Условные знаки могут быть автоматически масштабируемыми либо фиксированного размера. Для условных знаков фиксированного масштаба обеспечивается возможность задания размеров, исключающих неправильное масштабное отображение знаков.
- Условные знаки создаются с использованием разнообразных графических примитивов, таких как точки, полилинии, полигоны, кривые Безье, прямоугольники, окружности, дуги, секторы, текстовые надписи (фиксированные заранее или настраиваемые пользователем при конкретном его использовании), растровые изображения, а также с использованием любых цветов в пределах одного знака (фиксированных и настраиваемых). В условных знаках, предназначенных для создания технологических схем, в которых важна топология, можно задавать точки контактов, по которым производится коммутация схем.
- Условные знаки для технологических схем могут иметь несколько состояний (например, для элементов технологических схем состояний типа «включен/выключен»).

6. Модуль цифрового моделирования рельефа

Любая работа с рельефом требует наличия модели поверхности. В системе ГрафИн модель строится по входным данным, среди которых, различают:

- Точки, представляющие замеры высот на поверхности.

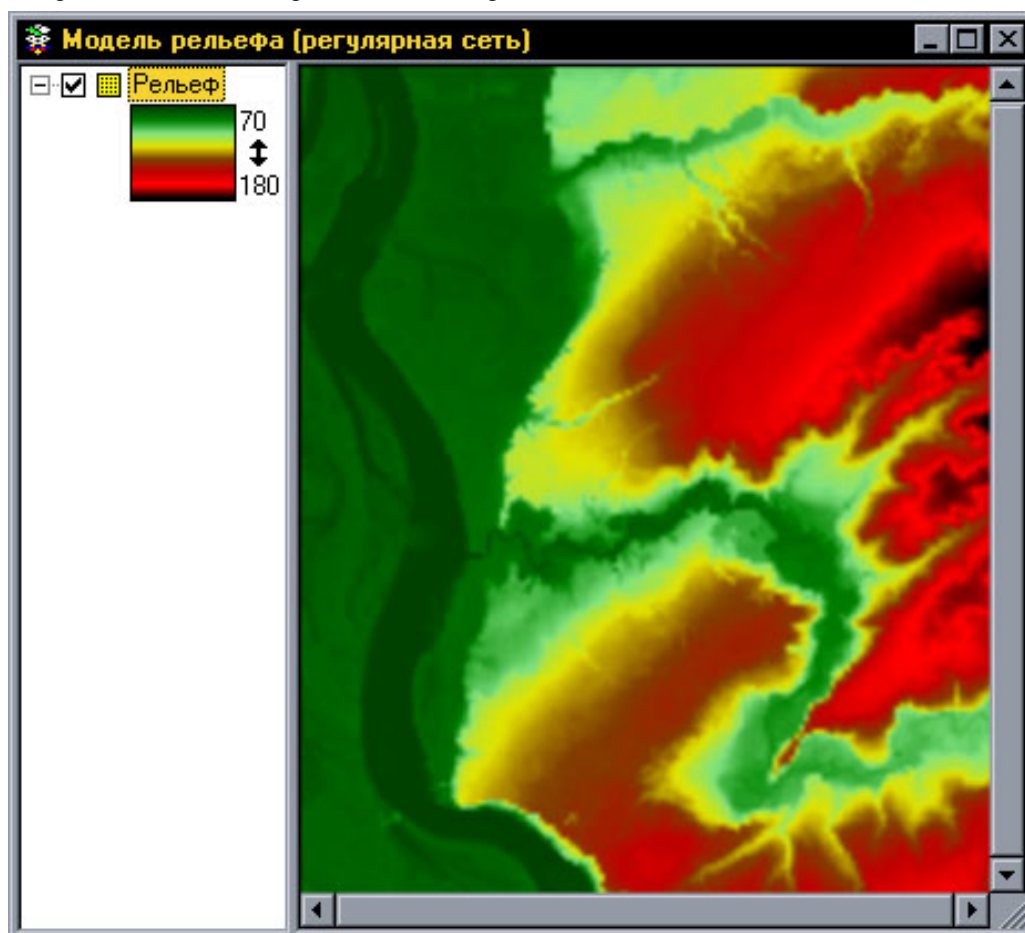


Рис. 3. Пример регулярной модели рельефа в системе ГрафИн.

• *Линии*, соответствующие обычно каким-либо изменениям в гладкости или непрерывности поверхности (часто их называют структурными линиями рельефа – breaklines). Такие линии описывают различия в поведении поверхности по обе стороны от них. Примерами могут служить береговые линии, линии оврагов и обрывов, дамбы, линии инженерных построек и т.д.

• *Полигоны*, определяющие области, вне которых отсутствует достоверная информация по поверхности. Их задание часто предупреждает генерацию ошибочных данных по рельефу вне региона. Полигоны также используются в качестве *областей интересов (оболочек)* для получения модели поверхности внутри заданных регионов.

Система ГрафИн поддерживает два вида моделей рельефа, построенных по регулярной (рис. 3) и по нерегулярной сети отсчётов (рис. 4).

В качестве регулярной сети используется двумерная матрица точек, равномерно отстоящих по осям X и Y, каждая из точек при этом характеризуется своей высотой. В качестве модели, построенной по нерегулярной сети отсчётов, применяется треугольное разбиение плоскости в виде триангуляции Делоне с ограничениями. Система ГрафИн позволяет переходить от одной формы представления поверхности к другой в зависимости от характера решаемой задачи.

Для работы с рельефом в систему ГрафИн входит следующий набор функций:

- построение модели рельефа по входным данным в виде сети регулярных и нерегулярных отсчётов, структурных линий рельефа и полигонов;
- отображение модели рельефа на двумерной карте в качестве слоя и в трёхмерном виде;
- интерполяция высот в любой точке модели рельефа;
- вычисление расстояний и площадей по поверхности;
- построение разрезов вдоль любой заданной на карте ломаной;
- построение изолиний и изоклин;
- построение полосовых контуров, соответствующих изолиниям и изоклинам;
- вычисление объёмов земляных работ (балансового объёма и объёма перемещаемых масс грунта) при формировании горизонтальных площадок на выделенном участке поверхности;
- конвертирование моделей рельефа в другие форматы.

7. Подготовка карт к печати

Задача получения качественных твёрдых копий (оттисков) карт и чертежей является важной частью любой графической системы. Для этих целей в системе ГрафИн определены *слои рамок* разных видов.

Слой *рамки* позволяет создавать рамки стандартных видов, а также наносить на рамку дополнительное оформление в виде надписей, легенд, фрагментов других карт и чертежей, масштабных линеек, специальных символов, линий, полигонов и т.д. Однажды настроенная для некоторого участка карты рамка может свободно передвигаться по карте, позволяя распечатывать в заданном оформлении и масштабе требуемые области карты (рис. 5).

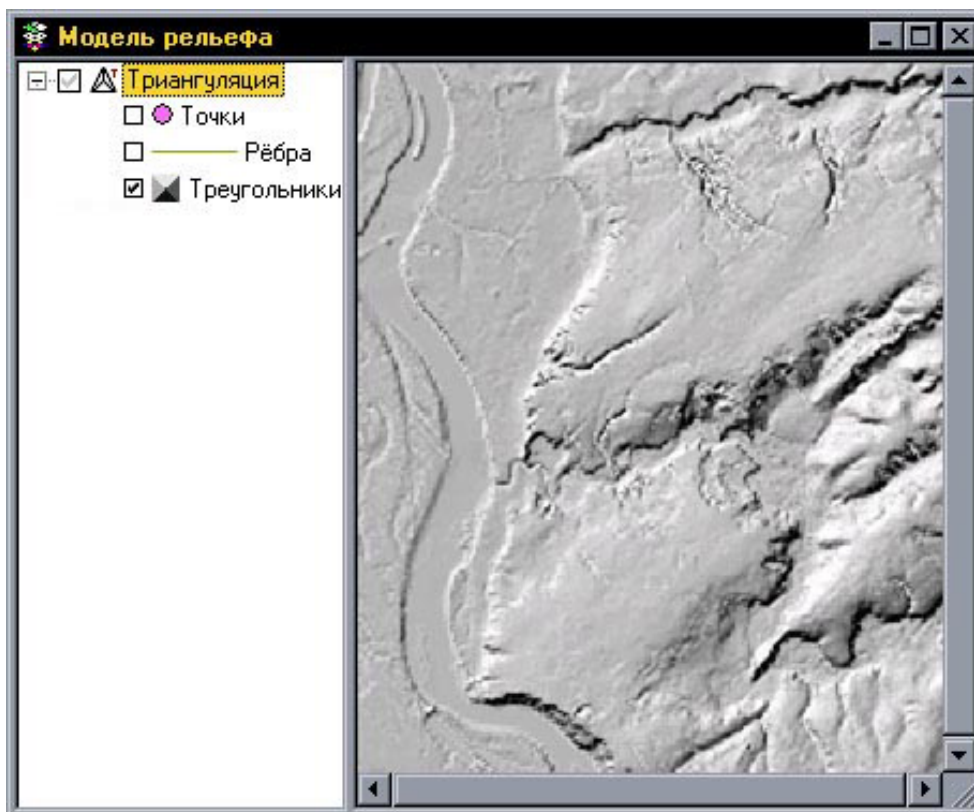


Рис. 4. Пример триангуляционной модели рельефа в системе ГрафИн.

В системе ГрафИн стандартно определены следующие виды рамок:

- *Простая рамка.* Для данной рамки можно задать стиль рамки, её цвет, наличие тени, размеры полей, а также текст надписей сверху и снизу.
- *Рамки крупномасштабных планшетов.* Данные рамки предназначены для печати планшетов стандартных масштабов 1:500, 1:1 000, 1:2 000 и 1:5 000 в соответствии с требованиями картографии. Для таких рамок можно задать масштаб планшета, его имя, а также имена соседей.
- *Чертёжная рамка.* Эта рамка предназначена для оформления чертежей. Для них можно задать стиль рамки, размер бумаги для печати, задать поля принтера и поля для оформления печати.

8. Интерфейс прикладного программирования

Все основные части системы ГрафИн оформлены как классы, которые можно расширять по своей функциональности с помощью технологии встраиваемых модулей и интерфейса прикладного программирования. Например, опытный пользователь может создать свой тип документа проекта, тип слоя карты, тип визуализатора векторных пространственных данных, а также другие типы объектов системы.

Если же пользователю не хватает функциональных возможностей имеющихся объектов системы, то можно создать процедурные расширения, оформляемые как дополнительные кнопки на панели инструментов или пункты меню.

Система ГрафИн имеет несколько основных возможностей для расширения системы и разработки на её базе прикладных систем.

Первый способ заключается в разработке модулей расширения на языке Borland Delphi 3.0 в соответствии с определённым протоколом, при котором используются библиотеки функций и классов системы ГрафИн. Этот способ предоставляет полный доступ ко всем возможностям графической оболочки и позволяет создавать расширения, не уступающие по возможностям и производительности модулям ядра системы ГрафИн.

Другой способ заключается в использовании ActiveX-интерфейса прикладного программирования системы в соответствии со спецификацией ActiveX фирмы Microsoft, являющейся в настоящее время стандартом

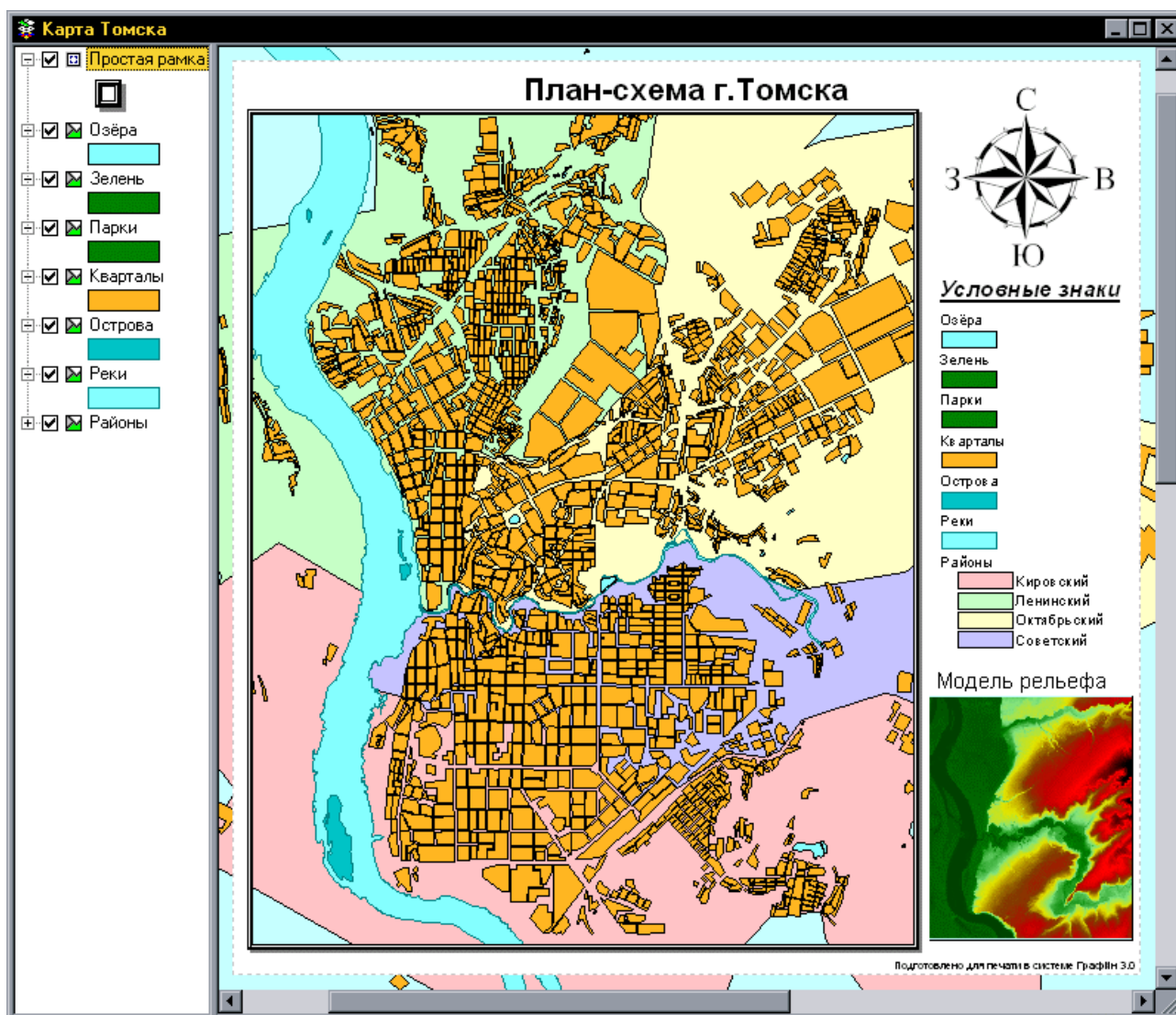


Рис. 5. Пример оформления карты с помощью слоя рамки.

де-факто для программ, работающих в среде Windows. В системе ГрафИн все основные части программы поддерживают этот интерфейс, что позволяет использовать систему ГрафИн или её части в программах на любых языках, поддерживающих ActiveX-управление.

Библиотека ActiveX-объектов ГрафИн может использоваться в прикладных программах тремя основными способами.

В первом случае управляющая программа на любом языке программирования создаёт объект «Graphin.Application», при этом загружается ядро системы ГрафИн. После чего через ActiveX-интерфейс оболочка может быть настроена для использования в соответствии с требованиями конкретной задачи.

Во втором случае управляющая программа создаёт объекты, не требующие загрузки оболочки ГрафИн. Например, для создания некоторого шейп-файла можно создать экземпляр «Graphin.ShapeFile», после чего использовать методы полученного объекта.

Кроме того, в систему ГрафИн встроена поддержка системы Visual Basic for Applications компании Microsoft. Поэтому в третьем случае возможно написание и исполнение макросов на языке Visual Basic прямо внутри системы ГрафИн.

Иерархия ActiveX-объектов ГрафИн в настоящей версии системы составляет более 100 классов, каждый из которых имеет в среднем 20 методов и свойств. Их полное описание приведено в приложении к руководству программиста системы ГрафИн.

ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФОВ В СРЕДЕ ГИС MAPINFO PROFESSIONAL

Р.В. Ковин, Н.Г. Марков

Томский политехнический университет

1. Введение

Известно, что трехмерные объекты, такие как рельефы (поверхности), к наиболее распространенному виду которых относится физический (топографический) рельеф земной поверхности, требуют при работе с ними в геоинформационной системе (ГИС) особых форм представления и средств обработки [1]. Существует ряд способов представления и моделирования рельефов. Наиболее распространенными способами цифрового представления рельефа являются регулярное представление и представление в виде триангуляционной сети. Одним из основных способов картографического изображения рельефа является изолинейное представление [2]. Обработка, иногда говорят анализ цифровой модели рельефа (ЦМР), позволяет получить производные данные, такие как, например, углы наклона и экспозиции склонов. Задачи трехмерной визуализации рельефа также являются актуальными в среде ГИС.

В настоящее время большинство геоинформационных систем (ГИС) работают только с планарными объектами, эти системы не имеют развитых средств для работы с ЦМР. Однако в наиболее продвинутых ГИС ведущих компаний (ESRI (США), Intergraph (США) и т.п.) появились средства для создания и анализа ЦМР в виде дополнительно включаемых в ГИС специальных программных модулей. К сожалению, в такой широко известной ГИС, как MapInfo Professional 4.0 средств для работы с ЦМР до последнего времени не существовало, в MapInfo Professional 5.0 возможности для анализа ЦМР развиты крайне слабо.

В работе рассматривается система SurfMapper 1.0, созданная в Томском политехническом университете, которая является дополнительным модулем к ГИС MapInfo Professional. Она позволяет создавать ЦМР и анализировать их. Дается сравнительный анализ возможностей этой системы подобными комплексами программ, которые разработаны для среды ГИС MapInfo Professional другими фирмами.

2. Цифровые модели рельефов

Для работы с ЦМР в среде ГИС необходимы следующие *инструментальные* средства:

- для создания рельефов;
- для визуализации рельефов;
- для редактирования рельефов;
- для хранения рельефов;
- для анализа рельефов.

Рельеф – это поверхность, трехмерный объект, а ГИС MapInfo Professional 4.0 работает с планарными объектами. Поэтому для представления рельефов в основном используют изолинейный способ, а для описания изолиний применяют векторные примитивы – полилинии. Каждой полилинии в качестве атрибута сопоставляется уровень сечения изолинии. Таким образом, рельеф может представляться в ГИС MapInfo Professional 4.0 в виде векторного слоя.

Для создания рельефа в виде изолиний используют средства векторного редактора ГИС MapInfo Professional 4.0 или функции импорта данных из других систем. Часто для составления карт рельефа на местности производятся замеры высот или значений других параметров. Как правило, такие замеры выполняются в точках, положение которых нерегулярно. Поэтому средства для создания рельефов также должны позволять *восстанавливать* рельеф по нерегулярной сети значений параметров. Средства для анализа рельефа, в первую