

## **СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ НА РЕШЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

В настоящее время невозможно представить себе исследование в области природопользования, не использующее в той или иной мере геоинформационные системы (ГИС) и технологии. Можно выделить несколько классов программного обеспечения, обычно именуемых ГИС и различающихся по областям приложения и технологии обработки геоинформации.

Первый класс такого программного обеспечения – полнофункциональные инструментальные ГИС. Это системы общего назначения, для которых предметная область не имеет существенного значения. Сюда же примыкают специализированные модули к полнофункциональным ГИС, дополняющие базовый набор функций и вносящие расширенные возможности анализа пространственных данных. Многие ГИС общего назначения представляют собой набор модулей, отвечающих за различные функции.

Следующий важный класс – специализированные ГИС. Они жестко привязаны к предметной области и нацелены на решение возникающих в ней задач, живут в ее языке и терминологии. Они имеют более узкие рамки развития и не содержат многих функций, присущих системам общего назначения. Даже, если методы и функции, включенные в специализированную систему, подходят для другой предметной области, используемые принципы визуализации, интерфейс и язык будут сильно затруднять ее использование.

Имеется также целый набор программных средств, имеющих дело с пространственными данными, выполняющими некоторые ГИС-функции и зачастую именуемых ГИС, но не являющихся таковыми в узком смысле этого слова. Так обособился целый класс векторизаторов растровых изображений, есть средства пространственного моделирования, задача которых – моделировать пространственное распределение различных параметров (рельефа, зон экологического загрязнения, участков затопления при строительстве плотин и другие), имеются специализированные базы данных и пакеты прикладных геолого-геофизических программ, оснащенные визуализаторами пространственных данных, наконец, имеются специальные средства обработки и дешифрирования данных зондирования Земли.

Рассмотрим задачу создания специализированной на решении геологических задач ГИС, выполняющей соответствующие функции, но не дублирующей описанные выше узкоспециализированные пакеты. Задачи природопользования характеризуются тем, что

базируются на информации, привязанной к поверхности или недрам Земли. Исходная информация для этих задач поступает практически отовсюду. Все шире используются результаты космо- и аэросъемки в различных областях спектра. Собираются геофизические данные (магниторазведка, гравиразведка, электроразведка, сейсмика). Результаты наземных изысканий выливаются в геологические и геохимические карты. Богатый материал для анализа получают путем бурения скважин.

Многообразие типов исходных данных, используемых для изучения Земли, влечет за собой многообразие методов их представления и обработки. Любые пространственные объекты можно представить набором координатных и атрибутивных данных. Координатные данные описывают форму и местоположение пространственных объектов, атрибутивные – его информационную составляющую. Может быть двумерное и трехмерное представление объектов. Двумерные (плоские) объекты получают путем проецирования или сечения трехмерных объектов. Двумерные объекты представляются в растровом и векторном видах. В растровом виде обычно хранятся первичные данные или данные, после первоначальной обработки (например, аэро- и космоснимки). Примыкает к растру представление в виде равномерной сети. Такая сеть обычно содержит данные о параметре, непрерывном по всему пространству, например, данные гравиразведки. Из общего списка плоских данных выделяются разрезы, поскольку они расположены в плоскости, перпендикулярной поверхности Земли.

Для трехмерных объектов выделяют несколько типов моделей: каркасная, поверхностная, твердотельная, трехмерная сеть. Трехмерная сеть является аналогом двумерной сети и также содержит данные о параметре, непрерывном по всему трехмерному пространству. Отметим, что в настоящее время не существует корректной формы «векторного» представления объемной информации. Часто встречающиеся представления, похожие на трехмерные, являются по сути дела изображениями поверхностей, описываемых какими-либо функциями (некоторым  $X$  и  $Y$  соответствует единственный  $Z$ ), а поверхности геологических тел таковыми не являются. Кроме того, обычно ощущается резкая нехватка информации даже для гипотетического построения трехмерной геологической картины.

На основе анализа функционирующих в отрасли геоинформационных систем можно сделать несколько выводов о их применимости для решения задач природопользования. Большинство полнофункциональных ГИС делает упор на качественную визуализацию данных, привязанных к поверхности Земли, ограничиваясь при этом стандартным набором функций для анализа данных. Кроме того, довольно редко ГИС сочетают в себе анализ векторных и растровых данных. Что касается трехмерных

данных, то они чаще всего используются в качестве иллюстраций, а предлагаемые элементы анализа трехмерных данных весьма скудны. В специализированных ГИС предлагается более глубокий анализ данных для прикладных задач. Минусом многих специализированных ГИС является немодульная структура, что не позволяет расширять круг решаемых задач. Ни одна из ГИС не предоставляет функции визуализации и обработки полного набора типов геологических данных.

Геоинформационная система, специализированная на решении геологических задач, должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Система должна быть рассчитана на использование в качестве входной информации полного набора материалов разноуровневого исследования Земли: растровых и векторных изображений карт, и разрезов, материалов дистанционного зондирования Земли, результатов геофизических, геохимических, геоэкологических и др. съемок, фактографических данных разнообразных типов, привязанных к пространственным объектам.
2. Должно быть обеспечено функционирование эффективной интеграции пространственных данных, полученных различными способами, их преобразование в распространенные картографические проекции, как отечественные, так и международные. При этом необходимо обеспечивать преобразование данных из одной формы в другую, их пространственное совмещение, формирование обобщенного набора атрибутивных данных и совместную обработку различных исходных материалов в одной геоинформационной оболочке, обеспечивающей прямые и обратные связи между системами управления пространственными и непространственными данными.
3. Кроме исходных данных система должна обеспечивать расчет и обработку широкого спектра производных характеристик. В частности, в системе должен присутствовать интерфейс между цифровыми моделями карт и разрезов и базами фактографических (цифровых) данных, позволяющий рассчитывать по картам широкий спектр прогнозно-поисковых и аналитических характеристик, необходимых для решения прикладных задач природопользования.
4. Модули по решению содержательных задач должны вызываться из ГИС-оболочки, которая должна представлять из себя комфортную среду функционирования этих модулей, а результаты решения задач – интегрироваться с исходными данными и использоваться наравне с ними в дальнейшей работе.
5. Процесс решения содержательных задач следует проводить на основе интерактивной технологии, сочетающей экспертные знания, заложенные в систему,

со знаниями и представлениями о задаче конкретного пользователя. Интерфейс системы должен быть рассчитан на носителя геологических знаний и представлений и не должен предполагать специальных математических или технологических навыков.

6. Система должна быть открыта и легко наращиваема новыми возможностями по обработке пространственной и фактографической информации для обеспечения функциональной полноты прикладной части системы без перегрузки ее однотипными функциями.

В настоящее время в отрасли нет работающих систем, в полной мере отвечающих выставленным требованиям. Не говоря о полнофункциональных инструментальных ГИС, ориентированных на специально подготовленный персонал, а не на конечного пользователя-геолога, специализированные ГИС, функционирующие в отрасли также не дают возможности оперирования и интеграции всех видов указанных выше данных.

В связи с этим во ВНИИгеосистем разрабатывается новая версия специализированной геоинформационной системы. Такая система должна оперировать информацией, локализованной как на поверхности Земли, так и по разрезам, не обязательно плоским, скважинам, а также по объему. Понятно, что эта информация не может визуализироваться совместно (из-за различной локализации), но должна быть обеспечена синхронизация информации различных видов.

Система оперирует с двумерными данными, представленными в векторной, растровой и сеточной формах, а также с трехмерными сеточными данными. Данные всех векторных слоев хранятся в SHAPE формате для облегчения взаимодействия с широко используемыми в отрасли инструментальными ГИС фирмы ESRI. Атрибутивные данные векторных слоев хранятся в DBF формате. В частности здесь может храниться текст в шрифте Unicode, в котором можно найти все символы, используемые при обозначении геологических подразделений. Растровые данные хранятся в файлах TIFF формата без сжатия с файлом географической привязки TVF. Сеточные данные (одномерные, двумерные и трехмерные, равномерные и неравномерные) хранятся в собственном формате ТОС4 (таблица объекты-свойства). Этот формат отличается от формата ТОС3, использовавшегося в ГИС ИНТЕГРО, тем, что таблица не представляет собой единый файл, а является множеством файлов: имеется файл-заголовок и отдельный файл для записи каждого свойства, при этом разным свойствам могут соответствовать записи разной длины (1, 2, 4Б). Это приводит к экономии дисковой и оперативной памяти и значительному увеличению скорости многих операций по сравнению с ТОС3, но, в то же

время, логически таблица остается единой, что унифицирует и облегчает решение многих геологических задач.

Каждая карта состоит из общих настроек карты и набора картографических слоев. Общие настройки карты включают в себя разнообразную информацию, в том числе географическую привязку карты (в системе имеется возможность работы в самых разнообразных географических проекциях) и флаг изотропности карты (указывает на то, является ли она картой поверхности или разреза). Этот флаг носит такое название, поскольку карта поверхности и разрез используют различную лупу: изотропную для поверхности и не изотропную для разреза. Для совместного визуального анализа карт материалов служит синхронизация различных окон. При этом активному курсору, движущемуся по одной из карт соответствует пассивный курсор, следующий за ним по другим картам, в том числе и по картам иной пространственной локализации (см. рис. 1, в верхней части которого отображается гравитационное поле и линия профиля, а в нижней – сейсмический разрез по этому профилю).

На рис. 2 показана возможность работы системы с трехмерными объектами.

Как уже отмечалось выше, названия геологических подразделений, набранные шрифтом Unicode хранятся в атрибутивной таблице. В отличие от большинства аналогичных систем, они адекватно визуализируются не только в качестве подписей на карте, но и в самой таблице, так что для геолога становится значительно более удобной работа с промежуточными данными.

Для оформления выходной геологической карты во ВСЕГЕИ разработана электронная база знаков (ЭБЗ). Однако геологу было бы удобно работать с промежуточными картами, в том числе и с редактированием карт с использованием того же самого стилевого оформления. Для обеспечения этой потребности в рамках системы разработан редактор сложных стилей (рис. 3), позволяющий имитировать стили из ЭБЗ.

На рис. 4 представлен фрагмент геологической карты.

Отдельной достаточно сложной задачей является подготовка карты к печати. Необходимо отметить, что все известные геоинформационные системы справляются с этим значительно хуже, чем графические редакторы. Поэтому мы отказались от решения этой задачи. Вместо этого разработан послыйный конвертор в Adobe Acrobat, сохраняющий стилевое оформление карты. Предлагается экспортировать в него рабочий макет карты и проводить ее дооформление и подготовку к печати уже в графическом редакторе.

Таким образом, на сегодняшний день создана специализированная на решении геологических задач геоинформационная оболочка. В настоящее время в ее рамках

создается объектовый картографический редактор, рассчитанный на пользователя-геолога. Далее необходимо будет оснастить эту систему блоками, предназначенными для решения основных геологических задач, таких как геологическое картопостроение, прогноз полезных ископаемых, изучение глубинного строения Земли и т.д. Эти блоки в том или ином виде присутствуют в ГИС ИНТЕГРО, однако их перенос в новую систему потребует значительного изменения интерфейса и расширения функциональности.

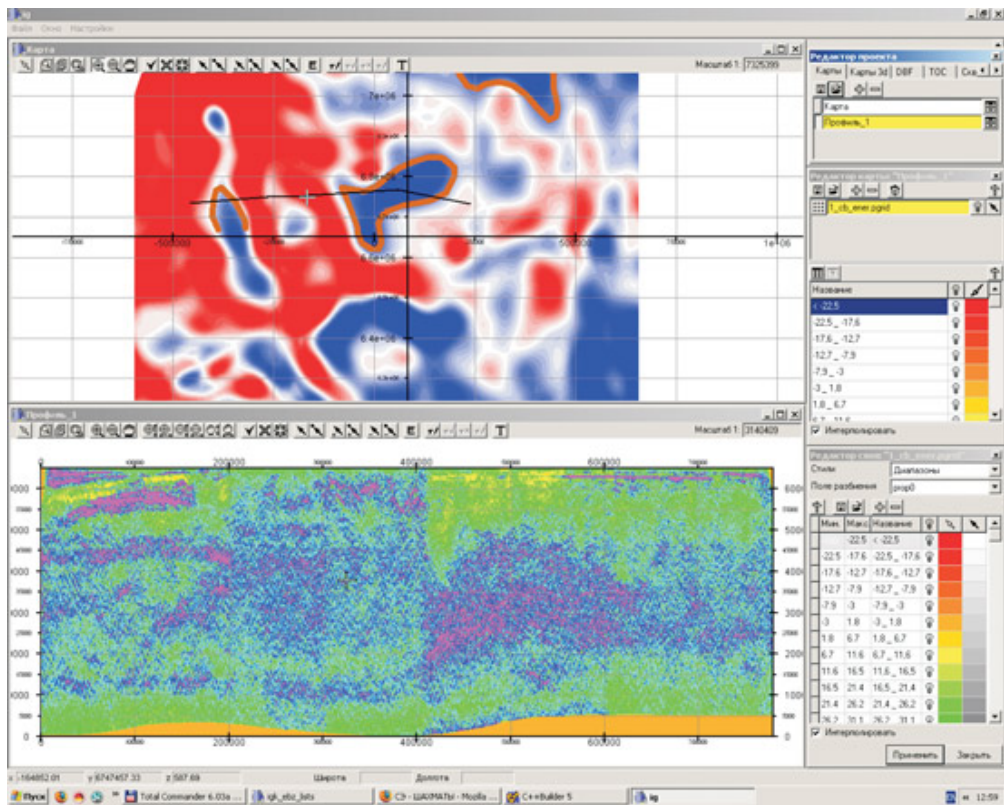


Рис. 1.

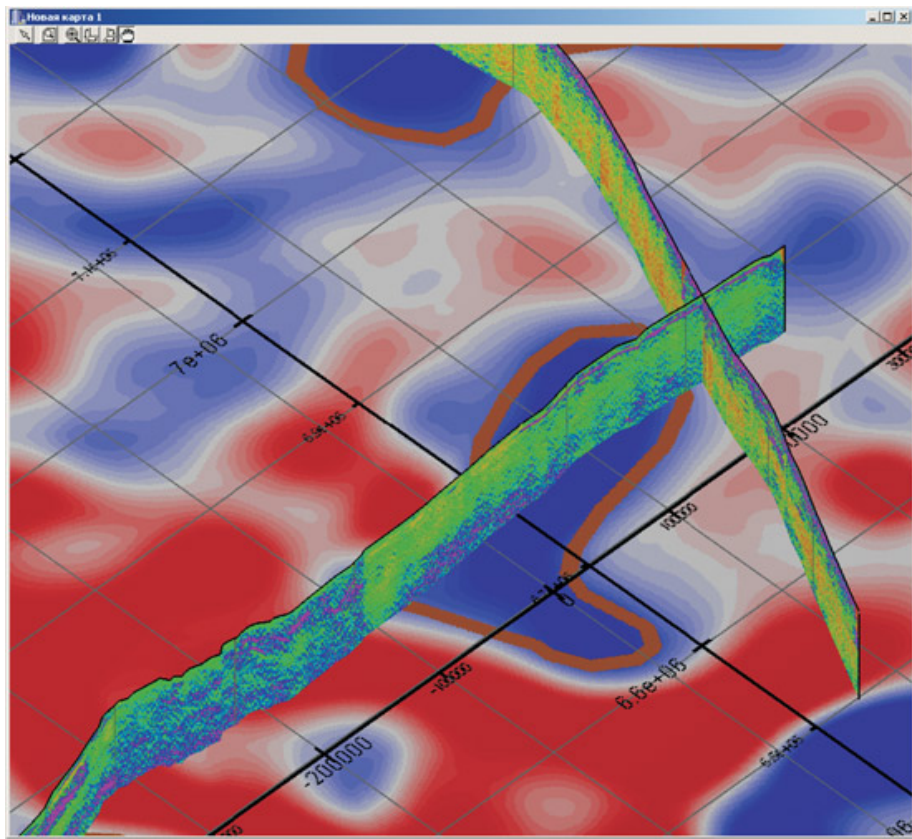


Рис. 2.

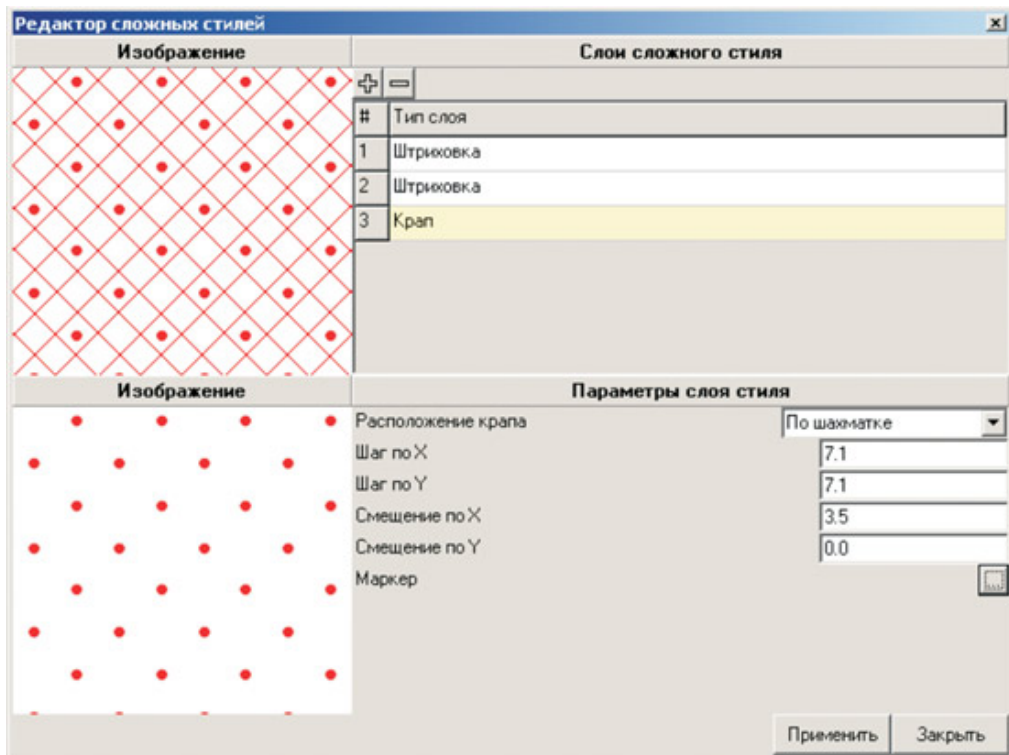


Рис. 3.



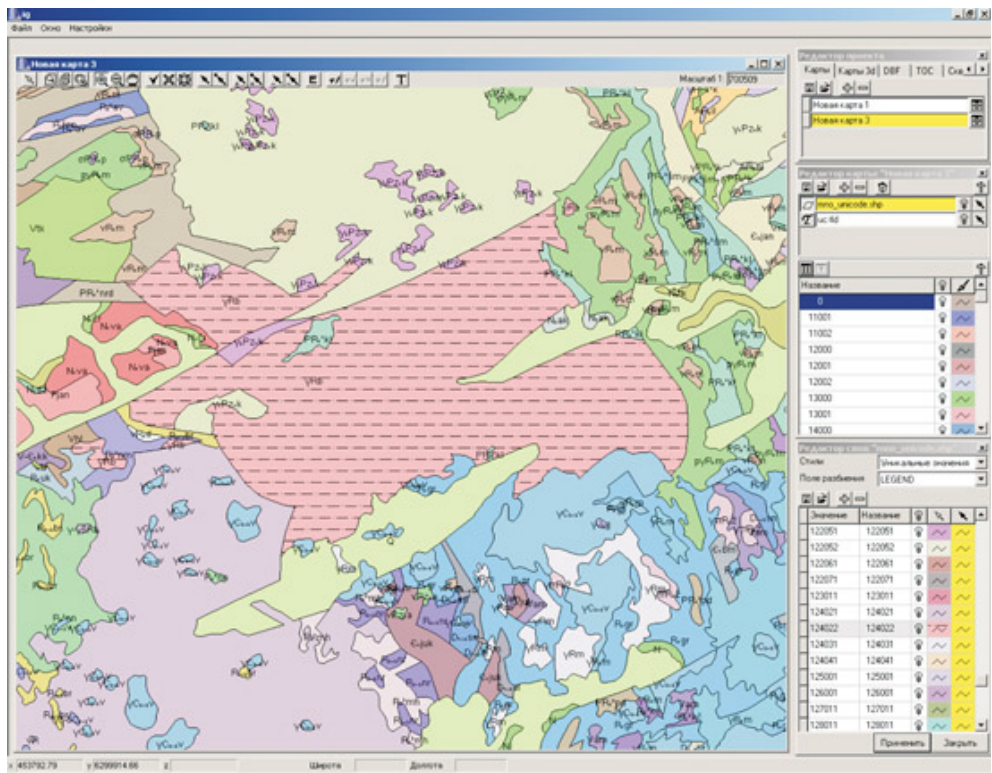


Рис. 4.