

О.В. Беленко<sup>1</sup>, К.А. Мальцев<sup>2</sup><sup>1</sup>ТНПЦ "Гидромониторинг", ТГПУ  
glob18@newmail.ru<sup>2</sup>НИИМ им. Чеботарева

## ПРИМЕНЕНИЕ 3-х МЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Прогресс в развитии геоинформационных технологий очевиден: 3-х мерная визуализация картографического материала сейчас популярна. Такие карты уже представляют собой геоинформационную модель, так как отражают реальную топографию объектов. Трехмерная модель позволяет увидеть каждый объект, элемент в пространстве отдельно и во взаимосвязи с другими элементами и объектами.

В связи с этим возникает новое понятие и направление – виртуальное моделирование и картографирование и, как его практическое воплощение, появление карт нового типа – виртуальных. Добавление третьей координаты делает возможным не только реалистичное отображение объектов модели.

Просмотр данных в трех измерениях дает новый взгляд на данные, позволяет выявить те закономерности, которые были скрыты при их отображении на плоской карте, а построение трехмерных моделей обеспечит возможность дополнительного анализа.

В основе построения трехмерной гидрогеологической модели лежит технология создания цифровой матрицы высот (ЦМВ). В представленной работе сделана первая попытка построения структурных поверхностей подобных моделей по изолинейному векторному материалу.

Технология построения цифровой матрицы высот заключается в следующем. Исходным материалом для построения цифровых моделей являются векторные слои геологических структур.

Цифровая модель представляет собой регулярную сетку, в каждом узле которой содержится информация о его координатах и атрибутивная информация. Шаг сетки может определяться в зависимости от того, модель какой точности нужно получить. Очевидно, что если мы имеем исходные данные масштаба 1: 50 000, а шаг сетки зададим 100 м – получим цифровую модель поверхности, по точности соответствующую максимум масштабу 1: 100 000. При таком шаге элементы исходной поверхности размером менее 100 м не будут представлены на регулярной сетке.

Существующие методы построения ЦМВ в таких программах как Surfer, ArcView, ArcInfo не позволяют отразить всех особенностей рельефа. Предлагаемая методика учитывает специфику рельефа и нацелена именно на построение ЦМВ. Цифровая матрица высот представляет собой регулярную сетку высот, построенную по изолиниям. По изолиниям в Surfer этого сделать нельзя – нет методов, в ArcView они есть, но недостаточно корректны.

Нами предлагается программный продукт, позволяющий создать цифровую матрицу высот (глубин). Программа использует в качестве исходных данных изолинейный,

векторный материал в формате \*.mif.

Опишем общий алгоритм действия программного продукта. Изолинейный материал, подаваемый на вход программному продукту, растрируется специальным образом, то есть выясняется, через какие узлы сетки проходит та или иная изолиния с точностью до шага. Узлам результирующей сетки, через которые проходят изолинии, присваиваются значения атрибутивной информации векторного материала.

В результате описанного алгоритма мы создаем матрицу, частично заполненную информацией с изолинейного материала. Теперь необходимо восстановить информацию в узлах сетки, лежащих между изолиниями. Для этого пространство вокруг каждого узла делится на несколько секторов (в нашем случае 4 сектора), выясняется наличие ближайшей информации в каждом из секторов. Для этого используется матрица, полученная выше, и векторный материал. Получив необходимую информацию, методом линейной интерполяции рассчитываем значение в необходимом узле. В итоге формируется цифровая матрица высот, восстановленная по изолинейному векторному материалу.

Для работы с полученными поверхностями в последующем был создан 3D-визуализатор. Этот программный продукт написан в среде Delphi. Он имеет следующие возможности (рис. 1-3): вывод на экран геологических горизонтов по слоям в виде пирога; возможность изменения текстуры слоя из набора готовых растров; вращение слоев во всех плоскостях; возможность работы с базами данных объектов модели; построение геологических разрезов по горизонтальному и вертикальному маркеру; реализация возможности «облета» территории исследований, не выходя из помещения.

Какое же конкретное практическое применение будут иметь реализованные 3-х мерные технологии?

Сравним 2-х и 3-х мерные карты. Плоские карты не показывают взаимодействия между водоносными пластами и комплексами, их можно рассматривать только отдельно. На территории деятельности ОАО "Татнефть" все водоносные комплексы взаимодействуют между собой, поскольку между ними отсутствует регионально-выдержанный водоупор. Чтобы выяснить это взаимодействие между свитами и комплексами и нужна 3D модель. В плоскости приходится создавать отдельно целый комплекс карт. Используя 3-х мерное представление, мы имеем возможность анализировать более целостную модель.

Отсюда становится понятным, что на современном этапе гидрогеологических и экологических исследований целесообразно, по нашему мнению, переходить на применение трехмерной визуализации на локальном участке, с использованием всех преимуществ, которые наи-

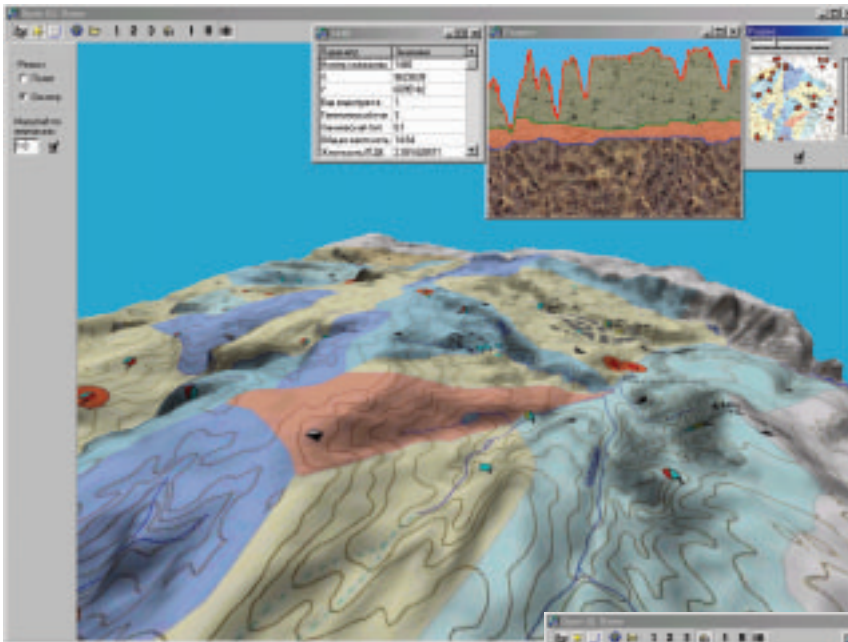


Рис. 1. Возможность изменения текстуры слоя из набора готовых растров (карта прогнозируемой концентрации хлоридов в подземных водах).

более полно сконцентрированы в банках данных с имеющейся информацией по геологическому строению и гидрохимии.

В будущих исследованиях предлагаемый программный блок (построение ЦМВ и визуализатор) с вышеперечисленными возможностями может найти следующие области применения:

1. Для реалистичного представления геологического строения, гидрогеологических горизонтов, что на порядок поднимает аналитические возможности исследований.

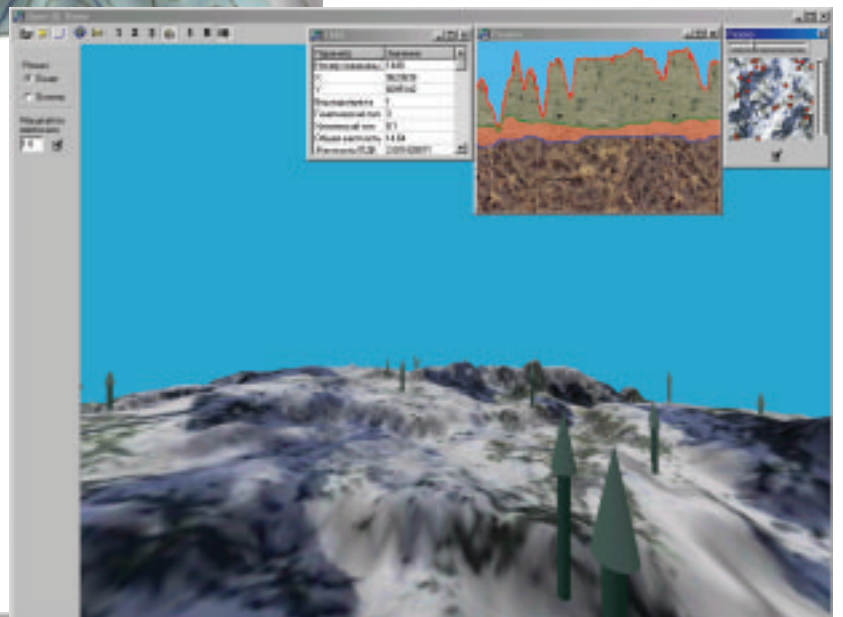


Рис. 2. “Облет” территории исследований (пунктов наблюдений, скважин), не выходя из помещения.

нам, годам) и по площади распространения на региональном и локальном уровнях любого масштаба, включая области питания отдельных водоисточников.

- Выявлять участки с различной степенью загрязнения подземных вод, площадь и масштабы загрязнения в зависимости от поставленных целей и задач.

- Выполнять прогнозные построения текущего характера и на перспективу, с отражением основных тенденций изменения состава и качества подземных вод.

- Моделировать развитие чрезвычайных ситуаций (затопление).

Лучше поняв взаимодействие всех составляющих гидрогеологической модели, мы будем иметь больше информации для принятия административных решений по реабилитации водоносных горизонтов.

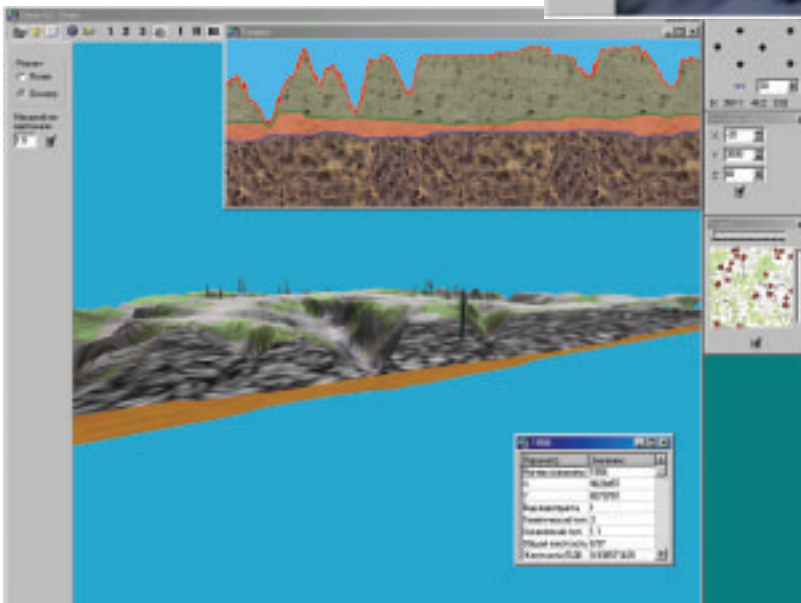


Рис. 3. Вывод на экран геологических горизонтов по слоям в виде пирога. Построение геологических разрезов по горизонтальному и вертикальному маркеру разрезов.