© К.С. Пикель, А.С. Кубрина, 2016

УДК 550.3:
004.92

К.С. Пикель, А.С. Кубрина

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Описан механизм взаимодействия трехмерной модели шахтного поля с базой данных в формате MS SQL Server системы мониторинга состояния массива горных пород. Механизм разработан в виде модуля, написанного на языке программирования VisualBasic. Представленный механизм позволяет формировать различные запросы по времени, энергии, месту расположения событий, связанных с разгрузкой очагов повышенной напряженности массива горных пород и визуализировать их в режиме реального времени в пространстве трехмерной модели шахтного поля для выполнения анализа и определения степени опасности по угольному пласту в районах очистных и проходческих работах от гео-, газодинамических явлений.

Ключевые слова: трехмерная модель, база данных, гис технологии, очаги повышенной напряженности, гео-, газодинамические явления, мониторинг, массив горных пород.

Трехмерная геологическая модель является необходимой для представления изучаемого объекта в объемном виде.

Картографическое вертикальное решение Autodesk Map 3D позволяет в среде Autodesk не только вычерчивать планы и карты, но и создавать цифровые карты для ГИС. Будучи построенным на базе AutoCAD, Autodesk Map 3D имеет множество дополнительных возможностей.

Autodesk Map 3D может работать с данными, поступающими из различных источников. В частности, для представления геофизических событий в трехмерном пространстве организован способ доступа к данным измерений датчиков, хранящимся в базе MS SQL Server. Это позволяет визуализировать имеющиеся сведения, отображая их в графическом виде. Существует возможность отбирать и отображать данные по различным критериям, к примеру, по дате и времени, типу датчиков.

Эта возможность основана на функции создания данных пространственного типа, ориентированных на хранение пространственно-привязанной информации в MS SQL Server, первоначально появившихся в версии 2008 г. выпуска. Пространственные данные определяются как данные, представляемые

двумерными или трехмерными изображениями. SQL Server 2008 поддерживает двумерные изображения, а трехмерные добавлены в последующем выпуске 2012 г.

Пространственные данные подразделяются на геометрические данные (данные, которые могут использовать расчеты в евклидовой геометрии, тип Geometry) и географические данные (данные, определяющие географические положения и границы на поверхности земли, тип Geography).

Тип данных Geometry представляет собой плоскость с координатами *x* и *y*, в отличие от Geography, представляющего широту и долготу, то есть углы из центра к поверхности земли (эллипсоидальные координаты). Тип данных Geometry можно использовать для решения задач, для которых форма Земли не имеет значения, то есть сравнительно небольших в планетарных рамках плоских поверхностей.

Для представления геофизических событий в трехмерном пространстве используется хранение пространственных данных с использованием типа Geometry в СУБД MS SQL Server 2012. Данный выбор обусловлен особенностями исходного геологического отчета по месторождению и шахтному полю описания пластов, использующих евклидову геометрию.

Поскольку интерфейс разработчика MS SQL Server (Management Studio) не предназначен для использования конечным пользователем, СУБД имеет достаточно бедные возможности по отображению пространственных результатов в графическом виде – единственным встроенным средством визуализации данных на карте является вкладка Spatial Results. Вследствие этого, для отображения геоданных был выбран Autodesk Map 3D, как

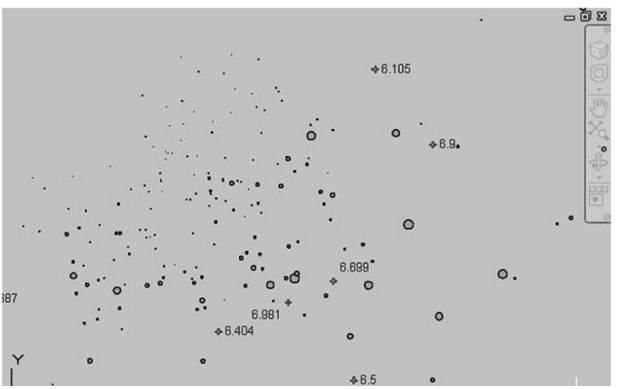

Рис. 1. Пример визуализации данных (без подложки)

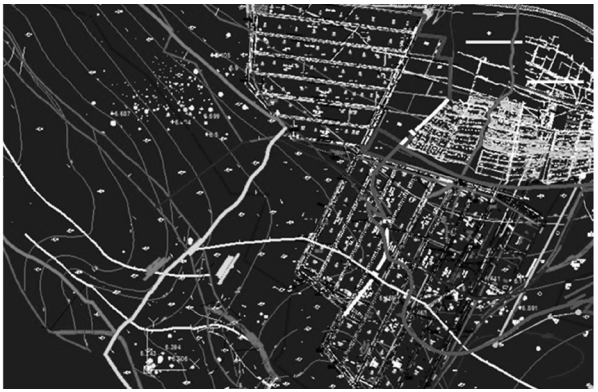

Рис. 2. Пример визуализации данных

наиболее привычное средство САПР для конечных пользователей проекта (рис. 1, рис. 2).

В Map 3D присутствует обязательная для ГИС и нетипичная для САПР функция – запросы. С помощью них можно:

- загружать в текущий чертеж данные из других чертежей;
- перед загрузкой фильтровать данные по пространственным критериям (внутри полилинии, ближе определенного расстояния от заданного объекта и т.д.), атрибутам (цвет, слой и т.д.) и объектным данным;
- изменять загруженные данные в текущем чертеже с сохранением в исходных чертежах.

Эта возможность позволяет использовать предварительно подготовленные в Autocad рабочие чертежи пластов для выборки из них необходимых слоев.

Эти функции могут быть весьма полезны при работе с чертежами AutoCAD большого размера или сложной структуры. Так, если имеется большой и тормозящий чертеж, а в нем нужно какое-то конкретное место или слой, данные можно извлечь в пустой чертеж с помощью запроса и работать с ними без тормозов и лишних слоев.

Таким образом, работая в Autodesk Map 3D, можно не только использовать его как полный аналог AutoCAD, но и выполнять запросы к слоям сторонних DWG-файлов и визуализировать внешние данные, хранящиеся, к примеру, в MS SQL server.

В Autodesk Map 3D с помощью прописанного модуля на VBA можно запрашивать в Combobox различные даты из таблицы dbo.SAFocuses (процедура GetDistinctDateFromADO()), по нажатию кнопки выполняется процедура cmdRun_Click(),

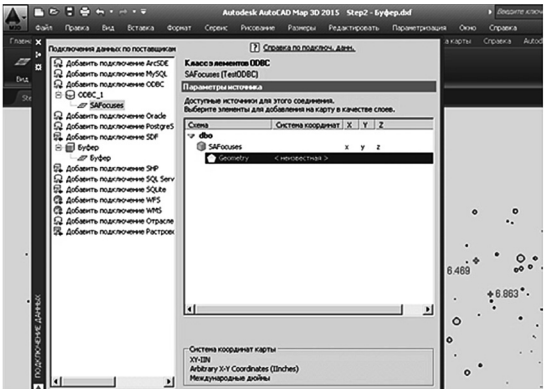

Рис. 3. Привязка данных к слою в MAP 3D

обновляя представление SAFByDate в базе данных mgsk по выбранной дате и перерисовывает слой в Map 3D, привязанный к этому представлению (рис. 3), что в дальнейшем облегчит работу при переводе плоскостного изображения в 3D.

AutoCAD Map 3D позволяет работать с данными САПР и ГИС, поступающими из различных источников. Описанные функции Autodesk Map 3D представляют собой лишь малую долю всех возможностей программы для представления геофизических событий в трехмерном пространстве. Использование этой программы дает возможность получать всю необходимую информацию о геофизических событиях, что позволяет принимать вовремя правильные решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кубрин С. С.* Комплексный синтезирующий геофизический мониторинг горного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. – С. 85–92.

2. *Захаров В. Н.*, *Кубрин С. С.*, *Фейт Г. Н.* Мониторинг напряженного состояния горного массива и геофизических процессов в нем при разработке угольных пластов опасных по гео- и газо-динамическим явлениям // Маркшейдерский вестник. – 2012. – № 4. – С. 53–56.

3. *Кубрин С. С.* Определение базового программного обеспечения комплексного мониторинга горного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 11. – С. 213–214.

4. *Захаров В. Н.*, *Кубрин С. С.*, *Фейт Г. Н.*, *Блохин Д. И.* Тензометрический мониторинг напряженного состояния горного массива при разработке угольных пластов опасных по гео- и газо-динамическим явлениям // Маркшейдерский вестник. – 2012. – № 5. – С. 43–44.

5. *Кубрин С. С.*, *Шек В. М.* Геоинформационные системы для исследования опасных геодинамических явлений // Горный информацион-

но-аналитический бюллетень. ОВ 5. Информатизация и управление. – 2013. – С. 103–112.

6. *Кубрин С.С.*, *Мазаник Е.В.*, *Кигалов Н.Н.* Автоматизированная система поддержки принятия геотехнологических решений и комплексного синтезирующего мониторинга // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ 1 Труды международного научного симпозиума «Неделя горняка-2014». – 2014. – С. 267–278.

7. *Сукманов А.И.*, *Зотов В.В.*, *Кубрин С.С.* Методика оценки состояния очистного комплекса шахты // Уголь. – 2012. – № 11. – С. 14–18. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Пикель Кристина Сергеевна – студент, e-mail: kristina.pikel@mail.ru, НИТУ «МИСиС»,
Кубрина Анна Сергеевна – аспирант, e-mail: kubrina.a@yandex.ru, Институт проблем комплексного освоения недр РАН.

UDC 550.3: 004.92

K.S. Pikel', A.S. Kubrina

INTRODUCTION OF GEOPHYSICAL EVENTS IN THREE DIMENSIONAL SPACE

The article describes the mechanism of interaction of three-dimensional model of a mine field to a database format MS SQL Server monitoring system of the rock mass. The mechanism is designed as a module written in the programming language VisualBasic. The proposed mechanism allows you to create various queries on time, energy, location of events related to the discharge of foci of high tension of the rock mass and visualize them in real time in the space of three-dimensional model of a mine field for analysis and determination of the degree of danger to the coal seam in the areas of coal face and tunnel operation from geological, gas-dynamic phenomena.

Key words: three-dimensional model, database, gis technology, foci of heightened tension, geo, gas-dynamic phenomena, monitoring, rock mass.

AUTHORS

Pikel K.S., Student, e-mail: kristina.pikel@mail.ru,
National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,
Kubrina A.S., Graduate Student, e-mail: kubrina.a@yandex.ru,
Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, 111020, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Kubrin S. S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 85–92.
2. Zakharov V. N., Kubrin S. S., Feyt G. N. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 4, pp. 53–56.
3. Kubrin S. S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 11, pp. 213–214.
4. Zakharov V. N., Kubrin S. S., Feyt G. N., Blokhin D. I. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 5, pp. 43–44.
5. Kubrin S. S., Shek V. M. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. OV 5. Informatizatsiya i upravlenie. 2013, pp. 103–112.
6. Kubrin S. S., Mazanik E. V., Kigalov N. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. OV 1 Trudy mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma «Nedelya gornyaka-2014». 2014, pp. 267–278.
7. Sukmanov A. I., Zotov V. V., Kubrin S. S. *Ugol'*. 2012, no 11, pp. 14–18.