

УДК 519.876.5

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Степанов Ю.А.

Новокузнецкий институт (филиал) «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк

Ключевые слова: компьютерное моделирование, визуализация, дискретная модель, экологические показатели, электронная карта.

Аннотация. В статье рассмотрена технология визуализации результатов компьютерного моделирования показателей, характеризующие состояние окружающей среды от воздействия техногенеза угольных предприятий. Используя заранее подготовленный шаблон «префаб» появляется возможность построения трех мерного изображения распространения загрязнителей с использованием тематических электронных карт. Предлагаемый способ визуализации позволяет повысить наглядность представления экологической ситуации в исследуемом районе.

VISUALIZATION OF THE RESULTS GEOINFORMATIONAL MODELLING OF ENVIRONMENTAL INDICATORS

Stepanov Yu.A.

Novokuznetsk Institute (branch) "Kemerovo state University", Novokuznetsk

Keywords: computer modeling, visualization, discrete model, environmental indicators, electronic map.

Abstract. The article considers the technology of visualization of the results of computer modeling of indicators characterizing the state of the environment from the impact of technogenesis of coal enterprises. Using a pre-prepared prefab template, it is possible to construct a three-dimensional image of the spread of pollutants using thematic electronic maps. The proposed method of visualization can improve the visibility of the environmental situation in the study area.

В районах расположения предприятий по добыче и переработке минерального сырья одним из основных источников загрязнения природной среды являются техногенные массивы. Миграция загрязняющих веществ с этих территорий происходит под влиянием внешних и эндогенных факторов, а их величина базируется на учете геофизической, геохимической, геодинамической и ресурсной оценки [1]. Из этого следует, что в экологических ГИС применяются в первую очередь динамические модели. В силу этого большую роль в них играют технологии создания тематических электронных карт.

В результате проведения вычислительных экспериментов формируется массив данных, который в большинстве случаев представляется в табличной или текстовой форме. Однако такой формат довольно сложен для восприятия и требует большего времени для интерпретации получаемых результатов, что в ситуациях оперативного управления может быть неприемлемым. В связи с этим целесообразно представлять результаты исследования в формате

трёхмерного компьютерного геоизображения, построенные на основе триангуляции получаемых пространственных сведений.

Триангуляция трехмерного представления результатов моделирования, показателей загрязнения от воздействия техногенеза, позволяет более детально разобрать точки и зоны пересечения областей распространения загрязняющих веществ [2]. Использование такого метода дает возможность проанализировать полученные сведения не только с точки зрения влияния на покрытие географической площади, но и оценить масштабы объемов загрязнений, т.е. учесть влияние различных природных явлений, движение воздушных масс и т.п.

Использование компьютерных средств трехмерной визуализации в совокупности с инструментами имитационного моделирования позволяют оценить влияние входных параметров на изменения объемов развития опасных областей экологической ситуации в зоне ведения горных работ. Возможно также и решение обратной задачи. Если возникает необходимость достижения конкретного уровня пересечений заданных пространственно-атрибутивных областей, то благодаря инструментам реверсивной инженерии, установив значение этого уровня, имеется возможность получить значения необходимых входных параметров [3].

Выбор способа визуализации обуславливается математическим представлением абстрактной модели, которую можно описать в дискретной или непрерывной геометрической форме. Стоит отметить, что выбор способа геометрического моделирования не зависит от вида исходных данных. В нашем случае, исходными данными являются дискреты, представляющие собой атрибутивно-пространственные вектора, которые можно описать следующей математической моделью:

$$\langle X, Z, A \rangle$$

где X – пространственный атрибут, описывающая географическую широту;
 Z – пространственный атрибут, описывающая географическую долготу
 A – смысловой атрибут, описывающий значение характеристики в координате (X, Z) .

После сбора необходимых данных, массив векторов размещается в CSV-файле. Выбор CSV файла обусловлен несколькими причинами:

- формат прост в структурировании и не требует разработки специальной объектной модели; портативность – возможность подготовить файлы независимо от системы, для которой предназначены файлы CSV;
- кроссплатформенность – создание CSV файлов не предъявляет требований о специфической операционной системе
- программно-аппаратная независимость – не требует специализированного серверного программного и аппаратного обеспечения для работы.

Данные считываются из файла с помощью стандартных методов класса File из пространства имен System.IO. Полученный массив данных разбивается на строки по спецсимволу “\n”, а строки уже разбиваются на элементы по спецсимволу “;”. Полученные элементы структурируются в generic-контейнеры List<T>. Смысловые атрибуты хранятся отдельно от

пространственных – это предоставляет возможность использовать один объем памяти, отведенный под координаты и комбинировать его с атрибутивными характеристиками. Однако прежде чем разделять данные на пространственные и атрибутивные характеристики, массив данных последовательно сортируется по двум критериям – X и Z .

После того как готовы контейнеры с атрибутивными и пространственными данными осуществляется построение трехмерной модели. Моделирование может проходить двумя способами.

В случае дискретного геометрического моделирования заготавливается «префаб» – шаблон для визуализации дискретности: настраиваются габариты и геометрия. Высота расположения этой дискретности в пространстве описывает значение атрибутивной характеристики.

Для построения непрерывной геометрической модели необходимо рассчитать полигоны – элементарные многоугольники, из которых будет состоять непрерывная поверхность, описывающая распределение атрибута по поверхности. Трехмерная модель состоит из двух частей – вершин и треугольников, которые в свою очередь, складываются в меш – сеточную структуру для визуализации полигональных моделей. Необходимо корректно поместить массив точек в треугольники – они должны быть перечислены по часовой стрелке относительно вектора, определяющего направление «вверх» ортогонально плоскости треугольника. Эта процедура осуществляется для каждого полигона. Вершины соединяются между собой посредством трехмерной интерполяции. После того как вычислены все многоугольники они помещаются в родительский контейнер для объектов, который фактически, представляет собой поверхность для визуализации распределения характеристики. Указывается шейдер и задается код цвета в пространстве RGB.

После того как будет построена трехмерная геометрическая модель начинается процесс визуализации. Поскольку описано два варианта построения модели, способов визуализации тоже два. Однако в обоих случаях добавляется подложка – растровое изображение тематической карты в высоком разрешении.

Для визуализации дискретной модели на сцене инстанцируются префабы. Ширина и высота соответствует пространственной характеристике, а высота расположения объекта соответствует нормализованному значению атрибута. У каждого префаба дополнительно настраивается канал прозрачности – это необходимо для того, чтобы можно было видеть тематическую карту в электронном виде.

Для визуализации непрерывной модели строится комбинированный меш из полигонов, принадлежащих одному параметру. Каждый меш окрашивается в свой цвет для идентификации типа параметра. В этом случае, прозрачность настраивается для географической карты. Результат визуализации непрерывной модели представлен на рисунке 1.

Еще одним важным условием интерполяции является использование камеры с ортогональной системой координат, в то время как в случае с дискретной моделью можно использовать перспективное искажение.

Ортогональная камера поможет избавиться от визуальных «артефактов», которые происходят из-за расположения двух поверхностей в пренебрежительно малом расстоянии друг от друга.

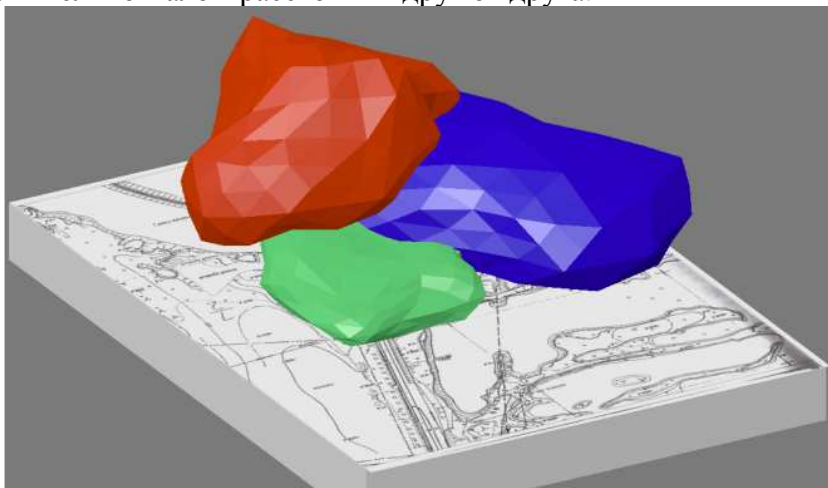


Рис. 1. Пример трехмерной визуализации экологических показателей

Предлагаемый способ визуализации позволяет повысить наглядность представления экологической ситуации, а также упростит районирование и нормирование экологических показателей, характеризующие состояние окружающей среды от воздействия техногенеза угольных предприятий.

Список литературы

1. Литвинов А.Р. Состояние окружающей среды в угольной промышленности / А.Р. Литвинов, А.А. Харионовский // Уголь. 2012. №10. С.74-78.
2. Корчагина Т.В. Метод оценки экологических показателей воздействия на окружающую среду в районах размещения угольных предприятий / Т.В. Корчагина, Ю.А. Степанов, Л.Н. Бурмин // Уголь. 2018. № 8. С. 119-126.
3. Степанов Ю.А. Формирование пространственно-атрибутивных данных для объектов горнотехнических систем / Ю.А. Степанов, Л.Н. Бурмин // Геоинформатика. 2016. № 4. С. 36-40.

References

1. Litvinov A.R. State of the environment in the coal industry / A.R. Litvinov, A.A. Kharionovskiy // Coal. 2012. No. 10. P. 74-78.
2. Korchagina T.V. method of assessment of environmental impact indicators on the environment in the areas of coal enterprises / T.V. Korchagina, Yu.A. Stepanov, L.N. Burmin // Coal. 2018. No. 8. P. 119-126.
3. Stepanov Yu.A. Formation of spatial-attribute data for objects of mining systems / Yu.A. Stepanov, L.N. Burmin // GeoInformatics. 2016. No. 4. P. 36-40.

Сведения об авторах:

Степанов Юрий Александрович – д.т.н., доцент, профессор кафедры информатики и вычислительной техники им. В.К.Буторина, Новокузнецкий институт (филиал) «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк

Information about authors:

Yuriy A. Stepanov – doctor of technical Sciences, associate Professor, Professor of department of Informatics and computer engineering, Novokuznetsk Institute (branch) "Kemerovo state university", Novokuznetsk

Получена 29.10.2018