**Построение моделей виртуальной реальности по цифровых моделям открытых горных работ**

Шоломицкий А.А., Дзеканюк А.О.

Развитие вычислительных средств, расширение их возможностей являются главным фактором все более широкого внедрения их в различные сферы научной и практической деятельности. Очень интенсивно развивается направление компьютерного синтеза изображений. Можно считать, что в настоящее время сформировалась новая отрасль информатики – трехмерная (или 3D) машинная графика. Ее можно определить как науку о математическом моделировании геометрических форм и свойств объектов, а также методов их визуализации и управления ими.

Интерес к синтезу изображений объясняется высокой информативностью последних. Информация, содержащаяся в изображении, представлена в наиболее концентрированной форме, и эта информация, как правило, более доступна для анализа, для ее восприятия получателю достаточно иметь относительно небольшой объем специальных знаний. В маркшейдерии на открытых разработках, по мере перехода на цифровое моделирование открытых горных работ [1,2,3,4], также увеличивается интерес к трехмерному представлению маркшейдерской информации, т.к. традиционные маркшейдерские планы понятны только пользователям, которые хорошо знакомы с условными знаками. Для маркшейдеров пространственное представление очень важно, поскольку позволяет выявить ошибки цифрового моделирования, а для технологов позволяет улучшить обоснованность принятия управляющих решений. Многие геоинформационные системы и специализированные горные пакеты [2], (http://www.gemcom.bc.ca/ и http://www.bentley.com/) имеют возможность пространственного представления объектов открытых горных разработок. Но при этом имеют два недостатка, во-первых, очень высокую стоимость, а во вторых, они позволяют представлять только статичные объекты, а для поддержки принятия управляющих решений важно показать на модели и динамические объекты и каким-то образом отразить их состояние. Для автомобиля желательно знать не только траекторию его движения, но и его состояние – груженый или порожний. Экскаватор, при подъезде самосвала в зону погрузки, должен начинать работу, кроме того, цветом объекта может отражаться его работоспособность. Т.е. у динамического объекта на открытых разработках должно появиться свойство анимации и реакция на события.

Для представления таких моделей нами использовалась технология создания виртуальных миров в Internet на основе языка моделирования виртуальной реальности VRML (Virtual Reality Modeling Language) [5], (http://web3d.org/technicalinfo /specifications/vrml97/index.htm- ISO/IEC 14722). Основными компонентами VRML-сцены являются узлы (nodes), они используются для описания того, как будут формироваться трехмерные объекты, а также для указания их свойств, правил движения и объединения с другими объектами. Узлы могут содержать информацию о текстуре, освещении, вращении, масштабировании, позиционировании, геометрических свойствах объектов, о формировании перспективы изображения и т.д. Для представления цифровых моделей открытых горных работ как моделей виртуальной реальности была разработана технология, которая позволяет цифровые модели открытых горных работ, созданные с помощью Автоматизированного Рабочего Места Маркшейдера [1,3,4], преобразовывать в VRML-модели.

т.е. VRML-модель – это цифровая модель открытых разработок + совокупность динамических объектов. В свою очередь абстрактный характеризуется:

где положение объекта в данный момент времени, является функцией от времени; - совокупность атрибутов объекта – характеризует размеры объекта, его свойства, направление, состояние и т.д.- список событий и связанных с ними действий. От абстрактного динамического объекта порождаются все типы объектов на открытых разработках. Для каждого типа объектов формируется свой список событий и связанных с ними действий. Действием может быть и изменение состояния объекта, которое может порождать другое событие. Динамические объекты, на самом деле могут быть условно динамическими в смысле их пространственного перемещения. Так и самосвал, и экскаватор являются динамическими объектами, но положение самосвала необходимо отслеживать с помощью GPS-приемников для показа его на модели в реальном времени. Положение экскаватора определяется раз в месяц во время маркшейдерского замера. Хотя в немецком проекте SATAMA на экскаватор устанавливались три GPS-приемника, для определения не только его положения в плане и по высоте, но и продольного и поперечного наклонов, чтобы в реальном времени отслеживать перемещение рабочего органа и определения объема вынутой горной массы. В нашем случае экскаватор является динамическим объектом потому, что он совершает движения рабочим органом, имитируя погрузку горной массы в самосвалы.

По такой технологии было созданы VRML-модели открытых горных работ для Рыбальского карьера (рис.1) и Бандуровского угольного разреза. Поверхности создавались по цифровым моделям, созданным в АРМ Маркшейдера, а все динамические объекты: экскаваторы, самосвалы, буровые станки и т.д. и их анимация создавались с помощью программного обеспечения фирмы ParallelGraphics (http://www.parallelgraphics.com), любезно предоставленного нам фирмой на время исследований. Окончательная сборка модели, т.е. размещение динамических объектов на поверхности модели осуществлялась в “Internet Scene Assembler” (рис. 2):

Рис. 1 VRML-модель карьера Рыбальский

Рис.2 Динамические объекты на модели карьера

Результаты исследований по созданию VRML-моделей открытых разработок показывают, что язык VRML является очень мощным средством пространственного представления модельных данных, как применительно к открытым горным разработкам, так и для визуализации любых данных научных экспериментов, которые требуют пространственного представления и анимации. В этой области исследования только начинаются.

Создание сложных анимированных динамических объектов целесообразно выполнять с помощью специализированного программного обеспечения фирмы ParallelGraphics, используя возможности визуального конструирования и анимирования объектов.

На наш взгляд создание VRML-моделей будет чрезвычайно эффективно в обучении. На таких моделях можно показать не только схемы вскрытия и разработки месторождений полезных ископаемых, но и технологические схемы добычи, транспортировки, складирования и т.д. Анимационные модели, которые можно рассмотреть с любой точки, в любом масштабе дают для понимания студента больше информации, к тому же в естественном визуальном представлении. Немаловажным фактором является и то, что просмотр моделей осуществляется с помощью бесплатных VRML-клиентов, которые можно найти в Internet (http://www.parallelgraphics.com).

Язык VRML развивается, хочется надеяться, что следующие версии языка будут обладать более развитыми средствами управления объектами и появится стереоскопический VRML-клиент, который сделает виртуальные миры по настоящему объемными. Уже сейчас есть примеры построения стереоскопического изображения высокого качества по паре снимков (http://www.vinnitsa.com/geo), технически персональные компьютеры это уже позволяют, осталось реализовать эти возможности для просмотра VRML-миров.

**Список литературы**

Шоломицкий А.А. Автоматизированное рабочее место маркшейдера на открытых разработках./ Современные пути развития маркшейдерско-геодезических работ на базе передового отечественного и зарубежного опыта. Сб.трудов

Всеукраинская научно-техническая конференция 13-15 мая 1998г., г Днепропетровск, стр.176-178 2. Крыловский И.Л., Душеин Г.В., Каймин М.Ю. Опыт внедрения зарубежного и создания отечественного программного обеспечения для горной промышленности. // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации, №4(11) 1997г,стр. 32-33

Шоломицкий А.А. Принципы цифрового моделирования открытых горных работ.// Труды ДонГТУ, Выпуск 11, -Донецк, 2000, стр.77-85

Шоломицкий А.А. Моделирование пространственных объектов на открытых горных работах.//Известия Донецкого горного института,-Донецк: ДонГТУ, 2000г., №1, стр. 44-49

Эд Тител, Клэр Сандерс и др. Создание VRML-миров./ -К.: BHV, 1997 –320c.