

УДК 528.3:681.3

ШОЛОМИЦКИЙ А.А. (ДонНТУ)

ТЕХНОЛОГИЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТОК

Предлагается методика стереоскопического представления, измерения и проектирования цифровых моделей открытых разработок. Стереоскопическое представление цифровых моделей повысит обоснованность принятия управляющих решений на горном предприятии.

Цифровые модели открытых горных работ [1,2], создаваемые маркшейдерской службой горного предприятия, являются информационной основой для принятия управляющих решений всеми его службами. На рис.1 приведена схема управления горным предприятием, которая показывает, что маркшейдерская и геологическая информация являются основой для поддержки принятия управляющих решений и одновременно обратной связью для контура управления. Они отслеживают изменения открытых разработок, которые появляются после выполнения управляющих воздействий. По информации маркшейдерских замеров выполняется корректировка управляющих воздействий на открытые горные работы.



Рис. 1. Схема управления горным предприятием

Ранее основой для решения вопросов о вскрытии и системе разработки месторождения, или проведении горной выработки являлась горная графическая документация, представленная планами и разрезами.

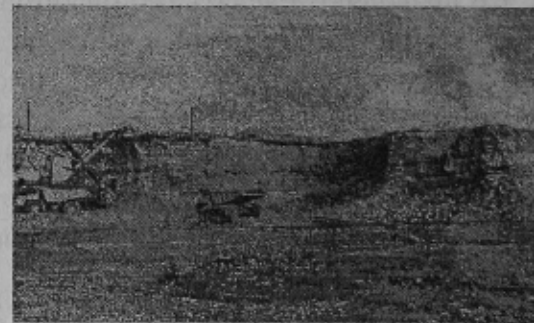
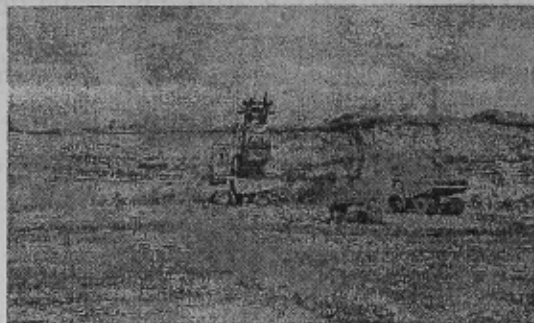
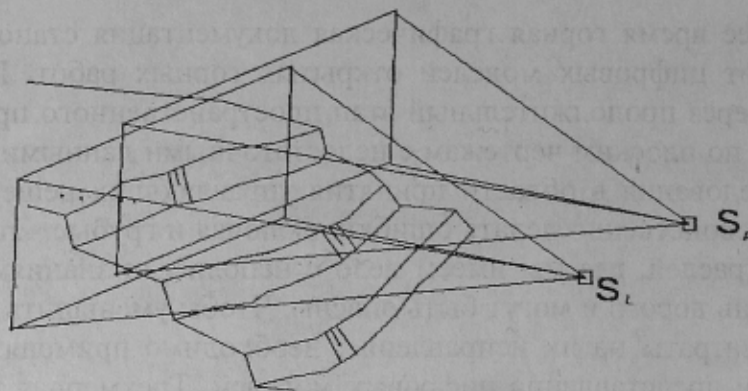
В настоящее время горная графическая документация становится производным продуктом от цифровых моделей открытых горных работ. Проектировщики должны пройти через продолжительный этап пространственного представления месторождения, т.к. по плоским чертежам с недостаточными данными, это очень трудно сделать. Исследования в области принятия управляющих решений показывают [3], что человеку свойственно делать ошибки, включая и грубые. Это особенно важно для горных отраслей, где мы имеем дело с неполными знаниями об объекте, а ошибки стоят очень дорого и могут быть опасны. Чтобы уменьшить число ошибок, а следовательно и затраты на их исправление, необходимо применять очень качественное визуальное представление цифровых моделей. Трехмерная графика в таком виде, как это позволяют сделать геоинформационные системы, в этом случае не подходит по ряду причин. Во-первых, модели данных геоинформационных систем не позволяют отобразить все многообразие типов объектов открытых горных работ. Во-вторых, изображение на экране дисплея остается плоским, даже когда объект очень красиво изображен в перспективе или изометрии. Все равно необходимо переходить из одного вида в другой и рассматривать его с разных сторон, чтобы уяснить положение объекта. В третьих, измерения по таким моделям выполнять очень сложно, не говоря уже о проектировании.

Уже разработаны цифровые модели [4,5], которые позволяют корректно описывать объекты открытых разработок и объекты проектирования. Имеются инструменты [6,7] и технология построения таких моделей (рис. 2).

Для поддержки принятия управляющих решений и решения проектных задач горного производства предлагается технология стереоскопического представления цифровых моделей и объектов проектирования (рис. 3). Идея заключается в том, что изображение каждого объекта цифровой модели пересчитывается в систему координат [8], начало которой соответствует точке зрения наблюдателя, направление оси зрения определяется вектором от наблюдателя на центр объекта, а базис съемки определяется глазным базисом.

$$\left. \begin{aligned} x^a_i &= f \frac{a_1(X_i - X_{Sn}) + b_1(Y_i - Y_{Sn}) + c_1(Z_i - Z_{Sn})}{a_3(X_i - X_{Sn}) + b_3(Y_i - Y_{Sn}) + c_3(Z_i - Z_{Sn})} \\ y^a_i &= f \frac{a_2(X_i - X_{Sn}) + b_2(Y_i - Y_{Sn}) + c_2(Z_i - Z_{Sn})}{a_3(X_i - X_{Sn}) + b_3(Y_i - Y_{Sn}) + c_3(Z_i - Z_{Sn})} \\ x^n_i &= f \frac{a_1(X_i - X_{Sn}) + b_1(Y_i - Y_{Sn}) + c_1(Z_i - Z_{Sn})}{a_3(X_i - X_{Sn}) + b_3(Y_i - Y_{Sn}) + c_3(Z_i - Z_{Sn})} \\ y^n_i &= f \frac{a_2(X_i - X_{Sn}) + b_2(Y_i - Y_{Sn}) + c_2(Z_i - Z_{Sn})}{a_3(X_i - X_{Sn}) + b_3(Y_i - Y_{Sn}) + c_3(Z_i - Z_{Sn})} \end{aligned} \right\},$$

где $x^a_i, y^a_i, x^n_i, y^n_i$ — координаты i -той точки модели, в центральной проекции для левого и правого синтезированных изображений, X_i, Y_i, Z_i — геодезические координаты точки модели, X_{Sn}, Y_{Sn}, Z_{Sn} — соответственно координаты левой и правой точек зрения, $a_1..a_3, b_1..b_3, c_1..c_3$ — направляющие косинусы оси зрения; f — фокусное расстояние.



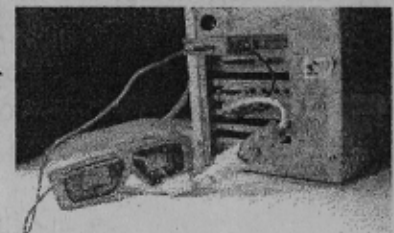
Цифровое изображение для левого глаза



Стереомодель

Цифровое изображение для правого глаза

Синхронизация



ОПЕРАЦИИ НА СТЕРЕОМОДЕЛИ

Измерение модели

Создание цифровой модели ОГР

Дешифрирование

Рис. 2. Компьютерная технология построения и измерения стереомодели

Для объектов в новой системе координат выполняется рендеринг изображения. В результате получают синтезированные изображения цифровой модели для левого и правого глаза наблюдателя. Если эти изображения поочередно выводить на экран дисплея, синхронно с открытием соответствующих жидкокристаллических светофильтров — то наблюдатель на экране будет наблюдать стереоскопически цифровую модель открытых разработок. Эту модель можно рассматривать со всех сторон, в любом масштабе, измерить и разместить на ней объекты проектирования.

Объемное изображение позволяет коренным образом изменить характер проектирования открытых горных работ. Во-первых, можно легко уяснить расположение полезного ископаемого и горных работ в целом, выполнить визуальный анализ

правильности цифровых моделей и найти места, где данных для проектирования недостаточно. Значительно облегчается корректировка моделей. Во-вторых, изменяется характер работы с объектами проектирования. Объект приобретает новые — «интеллектуальные» свойства, т.е. теперь объект проектирования сам хранит данные о себе, о связях с другими объектами и их типах, граничные условия и проверяет их в процессе проектирования.

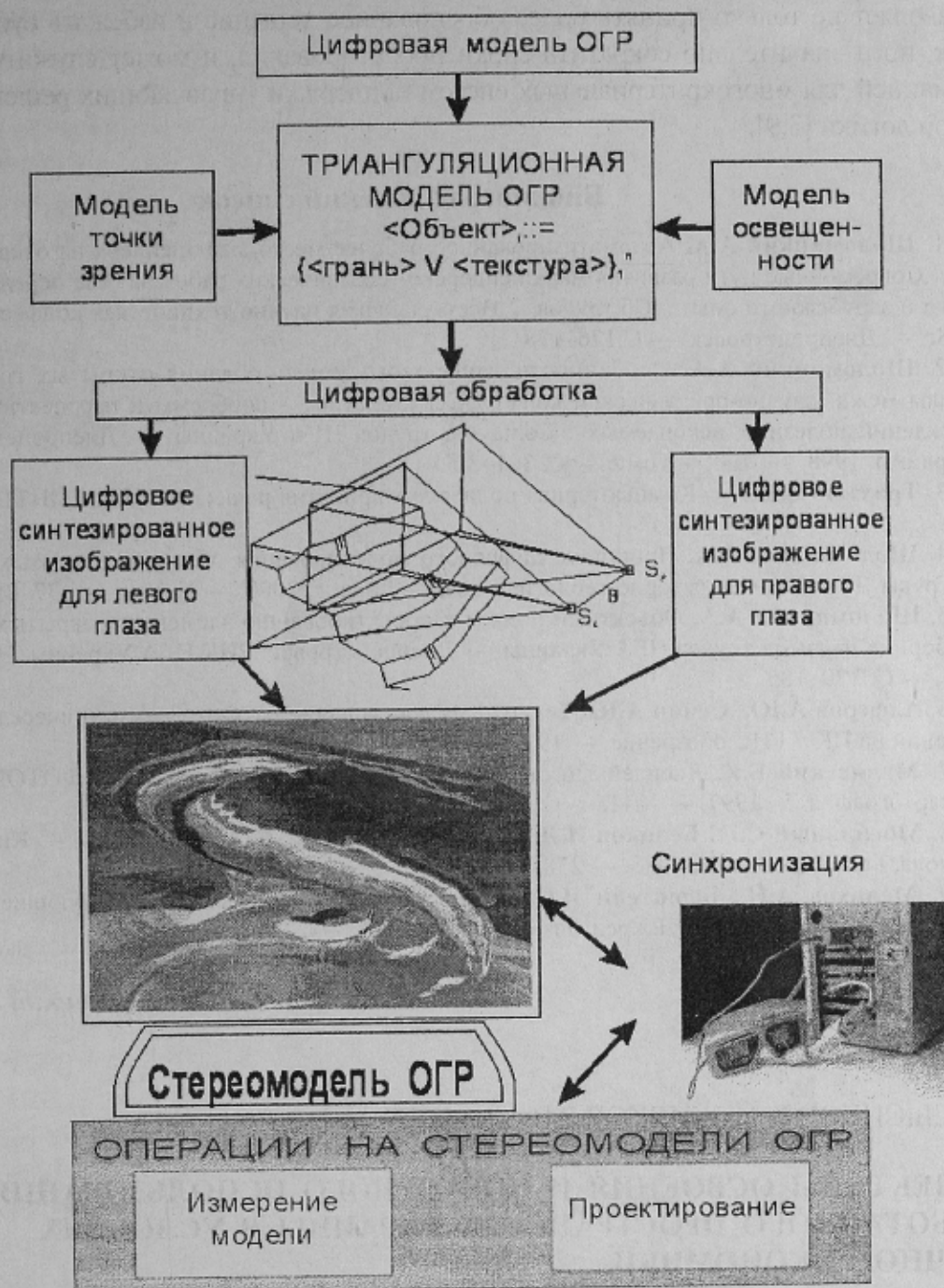


Рис. 3. Компьютерная технология стереоскопического представления цифровых моделей

Задача проектировщика теперь заключается в создании типа объекта или выборе его из библиотеки стандартных объектов, задании его размеров, свойств, ограничений и связей. Затем оценивается обстановка в месте предполагаемого проектирования и объект размещается на объемной модели. Причем перемещение выполняется как в плане, так и по высоте. В зависимости от типа объекта определяются и возможные операции над ни-

ми. Затем объект проверяет граничные условия (для траншей это предельный уклон, для уступа — это ширина рабочей площадки и высота) и, если они не выполняются, то система просит проектировщика изменить положение объекта или предлагает свой вариант размещения. Когда найден приемлемый вариант, система выполняет расчеты для объекта, в том числе и определяющие его стоимость. Затем может быть задано другое положение объекта или его параметров и выполнен следующий вариант расчета. Сравнение вариантов позволяет не только принять более обоснованное решение и избежать субъективных ошибок, но и значительно сократить сроки проектирования, и может служить исходной информацией для многокритериальных систем поддержки управляющих решений на базе нечеткой логики [3,9].

Библиографический список

1. 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, 2 Всеукраинская научно-техническая конференция 13–15 мая 1998г. — Днепропетровск. — С.176–178
2. Шоломицкий А.А. Особенности цифрового моделирования открытых горных работ Материалы межд. научно-практической конф. «XXI столетие — проблемы и перспективы освоения месторождений полезных ископаемых»: Сб. научн. трудов НГА Украины. — Днепропетровск: РИК НГА Украины, 1998. — №3. — Том 6. — С. 301–302
3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. // М.: СИНТЕГ, 1998г. — 376 с.
4. Шоломицкий А.А. Принципы цифрового моделирования объектов открытых горных работ. — Труды ДонНТУ, Серия горно-геологическая. — Донецк, 2000. — № 11. — С. 77–85
5. Шоломицкий А.А. Объектный подход к проектированию элементов открытых горных работ. // Сборник научных трудов НГА Украины. — Днепропетровск: РИК НГА Украины, 2000. — № 9. — Том 1. — С. 179–185.
6. Алферов А.Ю., Сечин А.Ю. Технология доступная всем. Фотограмметрическая обработка изображений на ПК // ГИС обозрение. — 1997г. — №2. — С. 19–21.
7. Малявский Б.К. Дисплейный стереофото-грамметрический комплекс ФОТОМОД.// Геодезия и картография. — 1997. — №11. — С.20–25
8. Могильный С.Г., Беликов И.Л., Ахонина Л.И. и др. Фотограмметрия. — Киев; Донецк: Вища школа, Головное изд-во, 1985. — 278 с.
9. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. — М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1990г. — 272 с.

© Шоломицкий А.А., 2001

УДК 622.016

ЛЫСИКОВ Б.А., ЖИДКОВ Р.В. (ДонНТУ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ И ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Представлены материалы свидетельствующие, что Украина является одним из немногих государств мира, располагающим потенциальным богатством — наличием большого количества отработанных горных выработок, пригодных для повторного использования, предложены пути их утилизации в условиях рыночных отношений.

Проблема освоения подземного пространства и его многофункционального использования за последние 20 лет получила широкое распространение в городах