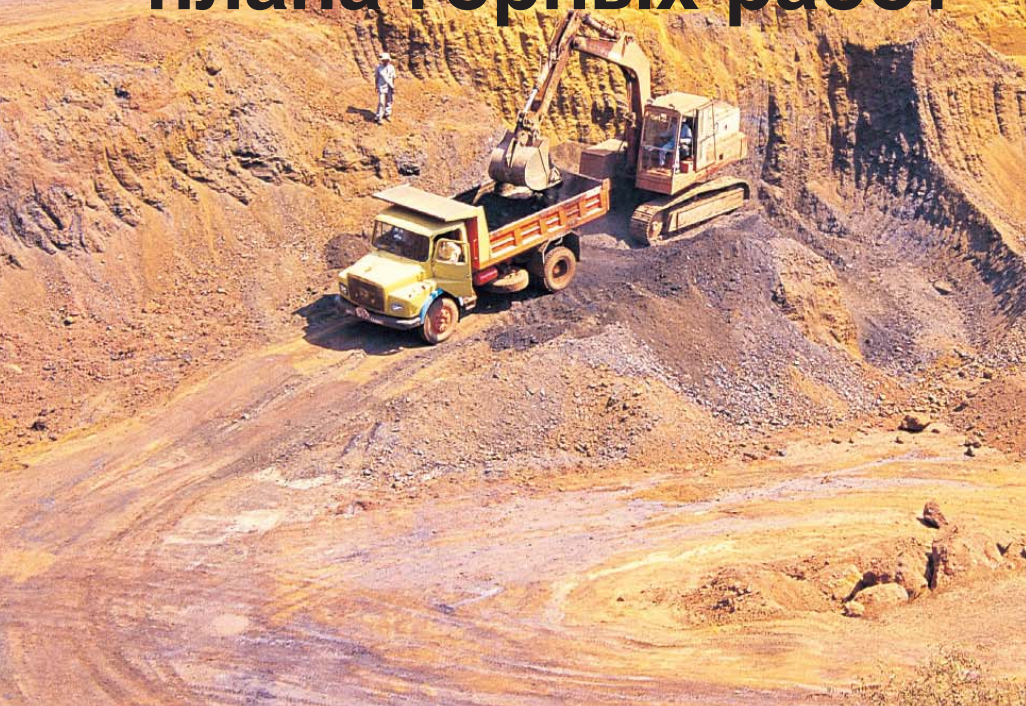


SurvCADD – формирование плана горных работ



Для большинства предприятий горнодобывающей промышленности одной из важнейших на сегодня задач является переход к компьютерной технологии представления и обработки горно-графической документации. Решение такой задачи требует инструментальных средств, позволяющих осуществить этот переход эффективно и в самый короткий срок.

Ниже на примере использования программного комплекса SurvCADD мы рассмотрим автоматизированную технологию формирования плана горных работ и построения разреза.

SurvCADD представляет собой многомодульный комплекс на платформе AutoCAD, предназначенный для автоматизации проектирования в горнодобывающей промышленности. Включенные в состав комплекса модули *COGO* и *DTM* служат для формирования плана горных работ, а для построения профилей используется модуль *Section-Profiles*.

Процедуру формирования плана горных работ можно представить в виде десяти последовательных этапов:

- обработка сканированных планшето;
- нанесение координатной сетки на участок работ;
- оцифровка точек, горизонталей, проведение границ верхней и нижней бровки уступа;
- построение цифровой модели существующего карьера;
- визуализация плана карьера;
- ввод данных съемки блока;

- построение цифровой модели блока;
- вычисление объема земляных работ;
- обновление цифровой модели карьера;
- построение профиля.

Обработка сканированных планшето. Приступать к созданию плана горных работ можно, конечно, и "с чистого листа", игнорируя существующий план на бумаге; однако намного правильнее будет этот план отсканировать, вставить в рисунок и использовать для построения цифровой модели исходной поверхности разрабатываемого участка. Отсканированное и вставленное изображение можно впоследствии выводить на печать вместе с векторной частью, созданной уже в SurvCADD.

Перед построением цифровой модели по данным со сканированного планшета необходимо выполнить калибровку: при сканировании могут возникнуть искажения. Для обработки раstra предпочтительнее использовать программные средства серии Raster Arts (RasterDesk, Spotlight), с помощью которых мож-

но не только откалибровать изображение, но и очистить его от "мусора", выровнять, а при необходимости и векторизовать.

Итак, представим, что в рисунок вставлено уже обработанное изображение существующего плана или его части (рис. 1).

Нанесение координатной сетки на участок работ. Для нанесения координатной сетки используется всего одна команда SurvCADD, при выполнении которой необходимо задать координаты левого нижнего и правого верхнего углов участка работ. Расстояние между соседними

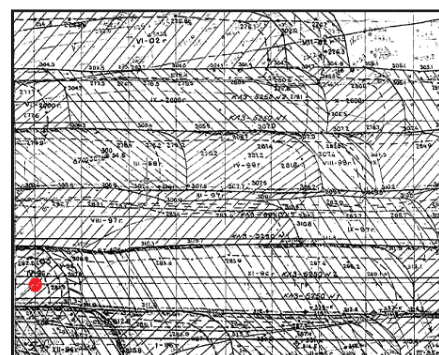


Рис. 1. Растровое изображение участка

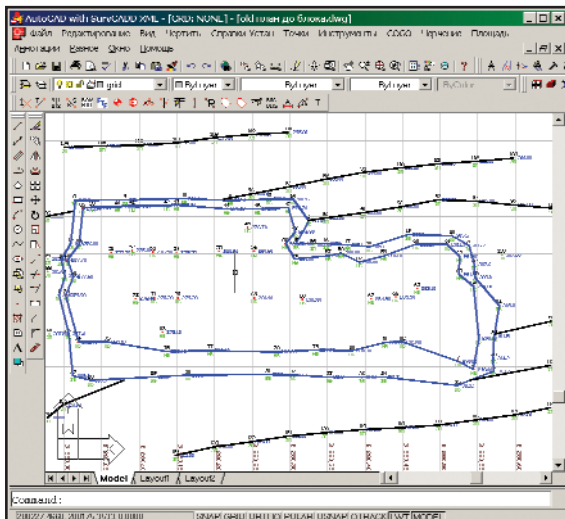


Рис. 2. Синие линии – границы верхней и нижней бровки уступа, черные линии – горизонталы

линиями сетки устанавливается пользователем, подписи размещаются около каждой вертикальной и горизонтальной линии.

Оцифровка точек, горизонталей, проведение границ верхней и нижней бровки уступа. При построении цифровой модели SurvCADD позволяет использовать данные со сканированного планшета: точки с высотными отметками, горизонталы, линии уступов. Новые точки создаются их "снятием" с экрана или вводом координат в командной строке, координата Z и описание точки вводятся в ответ на подсказку. Точки сохраняются в файле. Горизонталы проводятся как полилинии, одна за другой.

На плане горных работ рельеф карьера отображается линиями

верхних и нижних бровок уступов и горизонталями. Для отрисовки линий верхних и нижних бровок используются 3D-полилинии, нанести которые можно тремя способами: указать точки на экране, ввести номера точек в командной строке или воспользоваться методом "Поле-Рисунок". В командной строке вы можете указывать как отдельные номера точек, так и диапазоны номеров. При использовании метода "Поле-Рисунок" 3D-полилинии автоматически проводятся по заданному коду точки (рис. 2).

Построение цифровой модели существующего карьера. На этом этапе используются точки, "снятые" с растрового изображения, а также 3D-полилинии, построенные по точкам и горизонталям. Из нерегулярно расположенных на планшете точек и 3D-полилиний создается регулярная трехмерная сеть с заданным размером ячейки, описывающая поверхность карьера.

Визуализация плана карьера. Из предлагаемых SurvCADD возможностей трехмерной визуализации наиболее удобным нам представляется окно 3D-просмотра. В этом режиме SurvCADD показывает интересующие вас трехмерные примитивы: точки, 3D-полилинии и цифровые модели (рис. 3).

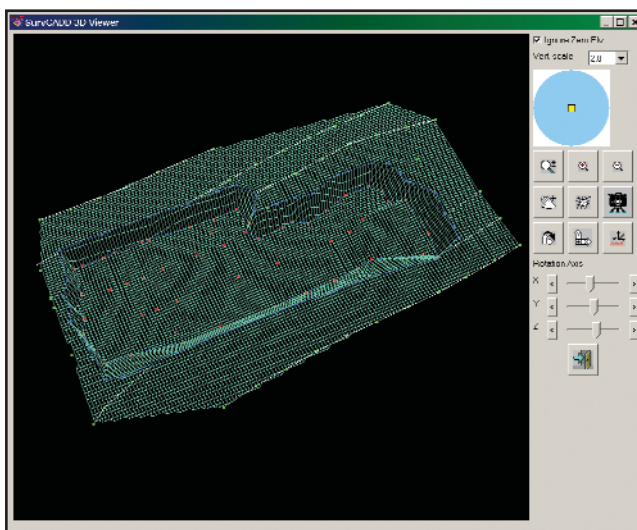


Рис. 3. Цифровая модель карьера

Ввод данных съемки выработанного блока. По мере изменения формы карьера возникает необходимость уточнить его план – например, при получении результатов съемки на блоке, где производились работы по добыче полезного ископаемого. SurvCADD предлагает несколько способов ввода точек:

- импорт из текстового файла;
- импорт данных из прибора;
- электронная таблица;
- командная строка.

При импорте из текстового файла очередность расположения данных внутри этого файла роли не играет, а разделителем могут служить пробел или запятая. Если в файле есть заголовок, его можно пропустить.

В модуле COGO реализована система сбора данных, импортируемых из блоков памяти измерительных приборов. Возможен импорт в формате отечественного электронного тахеометра ЗТА5 и оборудования от ведущих зарубежных производителей (Survey Star, TDS, Leica, Nikon, Geodimeter, Topcon, Zeiss, Dozer2000, SMI, Sokkia, MDL Laser, Surveyors Assistant).

Данные измерений отображаются в электронной таблице и одновременно в графическом окне, что позволяет обнаружить ошибку уже на этапе ввода (рис. 4).

Введенные данные уравниваются и сохраняются в координатном файле.

Четвертый из перечисленных нами вариантов ввода данных – диалоговый: оператор вводит значения измеренных углов и расстояний в режиме ответов на подсказки системы.

Для выполнения отдельных расчетов (например, при размещении точки по направлению (по румбу, обратному углу, азимуту), на пересечении двух линий, двух направлений, направления и расстояния, двух расстояний, а также по углу и расстоянию от двух или трех известных точек) применяется групп-

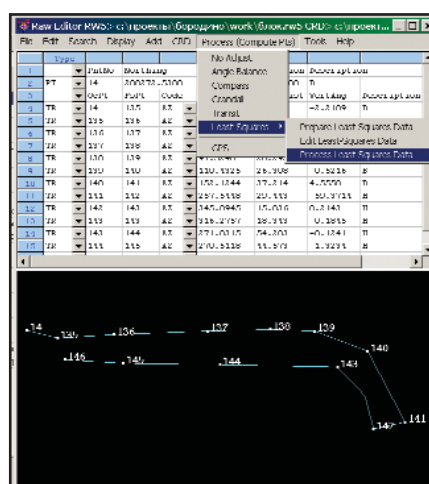
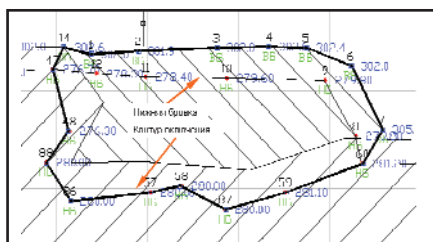


Рис. 4. Электронная таблица



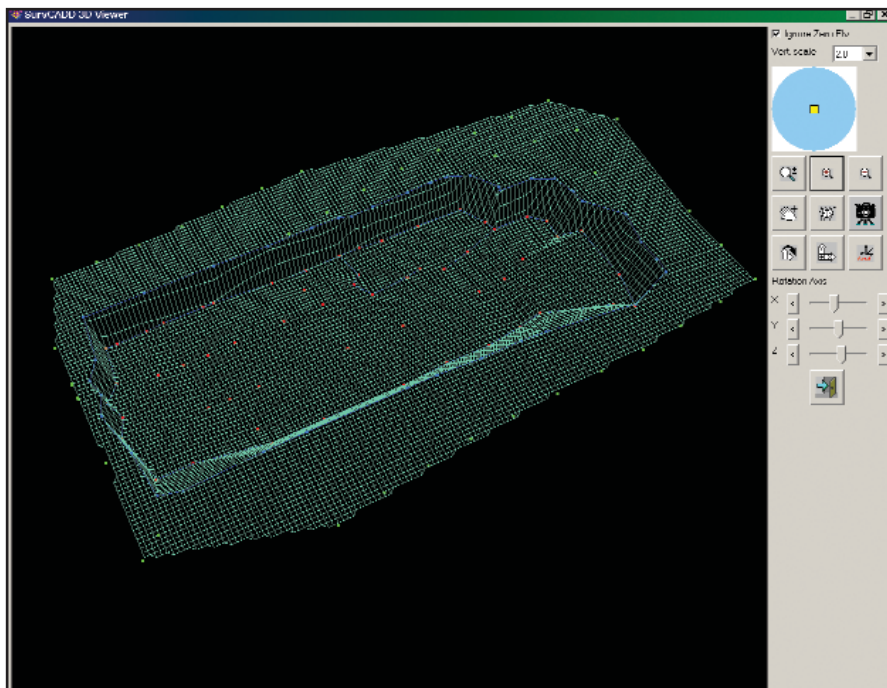
▲ Рис. 5. Схема блока

па команд, которые можно объединить названием "геодезический калькулятор".

Построение цифровой модели блока. Границы верхней и нижней бровки блока проводятся аналогично границам уступов карьера, а "повисшая в воздухе" старая линия верхней бровки удаляется (рис. 5). Цифровая модель выработанного блока используется для вычисления объема извлеченной горной массы и построения уточненного плана карьера. При построении цифровой модели блока используются точки и 3D-полинии, расположенные внутри блока и прилегающие к нему.

Вычисление объема земляных работ требует предварительно созданного контура включения, внутри которого будет вычисляться объем. В качестве данных для вычисления объема блока используются цифровая модель исходного карьера, цифровая модель блока и контур включения. Результат расчетов представляется в виде отчета.

Обновление цифровой модели карьера. В рассмотренном случае для построения сводного плана карьера достаточно объединить цифровые модели карьера и блока, но возможности модуля DTM по работе с сетками значительно шире. Утилиты 3D-сети включают команды *Сгладить сетку*, *Изменить положение*, *Изменить разрешение*, *Согласовать размеры*, *Экстраполировать*, *Объединить сетки*, *Задать значение*, *Добавить значение*, *Вычесть значение*, *Умножить значение*, *Разделить значение*, *Прибавить сетку*, *Вычесть сетку*, *Умножить сетку*, *Раз-*



▲ Рис. 6. Обновленная цифровая модель карьера

делить сетку, *Минимальное значение по сеткам* (рис. 6).

Построение профиля. В нашем случае для построения профиля используется цифровая модель, которая позволяет получить интерполированную высоту (Z) в любой точке плана: достаточно задать линию (направление) профиля. В качестве такой линии можно использовать одну или несколько линий координатной сетки. Чтобы отобразить динамику выработки карьера, необходимо при построении профилей по карьере и блоку использовать одну и ту же осевую линию профиля (рис. 7).

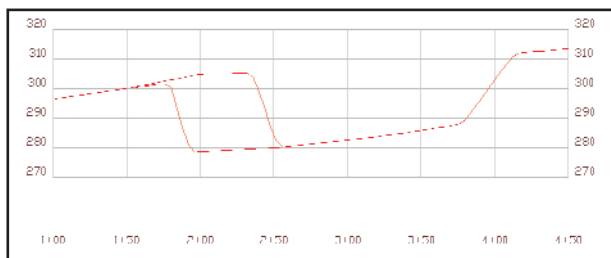
Выводы

Внедрение SurvCADD на горнодобывающем предприятии в значительной степени автоматизирует труд маркшейдера в части формирования плана горных работ, подсчета объемов добычи, создания и ведения ба-

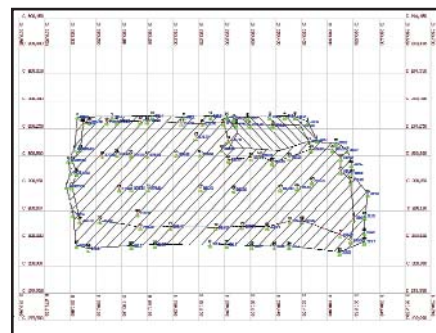
зы геолого-маркшейдерской информации, выполнения трехмерного графического анализа состояния месторождения в ходе его разработки, решения задач планирования.

Это позволяет повысить достоверность информации, сделать менее трудоемким процесс формирования планов горных работ, повысить их качество, уменьшить фактор риска при принятии ответственных решений, а также обеспечить оперативность обмена информацией между различными подразделениями горнодобывающих компаний (рис. 8).

Алексей Петушков
НИИП-Информатика,
Авторизованный системный
центр Autodesk,
Авторизованный системный
центр Consistent Software
Тел.: (812) 118-6211, (812) 375-7671
E-mail: info@nipinfor.spb.su



▲ Рис. 7. Профили



▲ Рис. 8. План горных работ