

УДК 622.1: 528.02

Н.В. НАЗАРЕНКО, канд. техн. наук, Криворожский национальный университет

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЛУЖБ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА БАЗЕ КОМПЛЕКСА МАРКШЕЙДЕРСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИС K-MINE

В работе обоснована актуальность использования комплекса маркшейдерского обеспечения ГИС K-MINE. Освещаются вопросы использования современных аппаратно-программных средств, предназначенных для решения широкого круга задач маркшейдерских служб горных предприятий с открытым и подземным способами добычи, на примере использования данной системы. Описана ее функциональность, возможность применения методов лазерного сканирования, автоматизации камеральной обработки маркшейдерских съемок. Описаны регулярно выполняемые функции (обработка съемок, камеральная обработка полевых измерений, подсчет объемов, построение разрезов, профилей и пр.), а также функции, которые используются в зависимости от производственной ситуации. В статье также рассмотрены готовые технические решения применения комплекса маркшейдерского обеспечения ГИС K-MINE в современных условиях горного производства. Рассмотрены вопросы взаимодействия K-MINE с современными электронно-измерительными приборами и новыми технологиями маркшейдерской съемки. Показано, что эффективность работы комплекса маркшейдерского обеспечения подтверждена многолетним успешным опытом его использования на предприятиях Украины, в странах ближнего и дальнего зарубежья, а также в научно-исследовательских и специальных организациях, выполняющих геодезическую съемку территорий, объектов промышленного и гражданского строительства, высших учебных заведениях, а также органах государственного контроля и надзора.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. В связи с расширением сферы использования современных аппаратно-программных средств выполнения и обработки съемок, средств точного позиционирования, методов дистанционного зондирования и контроля, оптимизации штата инженерного персонала и увеличения площадей контролируемых промышленных территорий в расчете на одного человека, все более актуальными становятся вопросы автоматизации и компьютеризации для маркшейдерских служб горных предприятий.

Анализ исследований и публикаций. В современной литературе слабо освещены вопросы комплексного подхода к организации работ инженерно-технических служб горных предприятий, в том числе маркшейдерской службы, при использовании современных аппаратно-программных средств и информационных систем, в том числе геоинформационных систем.

Постановка задачи. Настоящая статья освещает вопросы использования современных аппаратно-программных средств, предназначенных для решения широкого круга задач маркшейдерских служб горных предприятий с открытым и подземным способами добычи, на примере использования комплекса маркшейдерского обеспечения геоинформационной системы (ГИС) K-MINE.

Изложение материала и результаты. В состав комплекса маркшейдерского обеспечения ГИС K-MINE включены регулярно выполняемые функции (обработка съемок, камеральная обработка полевых измерений, подсчет объемов, построение разрезов, профилей и пр.), а также функции, которые используются в зависимости от производственной ситуации. Например, расчет расстояний от забоев к местам разгрузки, подсчет остатков взорванных пород в карьере, расчет подготовленных и готовых к выемке запасов и т.д. Комплекс маркшейдерского обеспечения вот уже более пятнадцати лет используется на многих горных предприятиях Украины, России и стран ближнего и дальнего зарубежья. Система постоянно находится в процессе расширения функциональности и совершенствования существующих задач.

Гибкая настройка параметров комплекса маркшейдерского обеспечения K-MINE позволяет использовать его как для небольших предприятий, где работает 1–2 маркшейдера, так и для крупных предприятий, в которых штат маркшейдерской службы исчисляется десятками специалистов. Для этого предусмотрено использование сетевого режима работы. Основными особенностями сетевого режима является ведение единой базы опорного обоснования, съемок, методов обработки данных. Использование единого информационного массива исключает дублирование информации, делает прозрачным доступ к ней, упрощает процедуры поиска и администрирования данных, снижает риски от ошибок и повышает уровень исполнительской дисциплины (рис. 1).

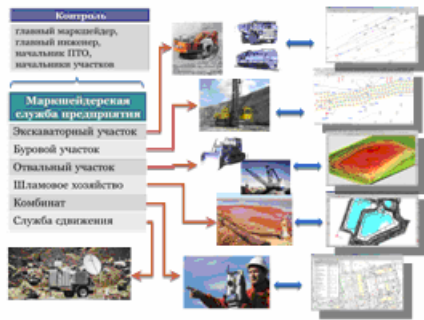


Рис.1. Сетевой режим работы маркшейдерской службы крупного горного предприятия

Один из перспективных направлений развития и совершенствования методов – это использование лазерных сканеров. Их особенностью является съемка облака данных, которое может содержать миллионы точек. Обработка таких массивов – процесс достаточно трудоемкий и требует значительного ресурсного потенциала техники и совершенства программного обеспечения. Современная версия ГИС K-MINE имеет возможность подгружать

и обрабатывать данные, полученные с лазерных сканеров.

Обработка данных лазерного сканирования показывает, что детализация представления поверхностей повышается в несколько раз. Использование метода лазерного сканирования позволяет повысить точность и оперативность подсчета. В первую очередь, это касается участков, доступ к которым ограничен (временно нерабочие борты, развалы, временные склады, шахтные выработки сложной конфигурации, восстающие). Применение сканеров также позволяет оперативно готовить данные для выполнения контрольных маркшейдерских пересчетов по итогам работы за определенный период времени, выявлять нарушения, связанные с устойчивостью горного массива, выполнять мониторинг состояния бортов и горных выработок и т.д.

В составе комплекса маркшейдерского обеспечения используется блок задач, связанный с камеральной обработкой данных маркшейдерских съемок. Выполнение подобных задач занимает наибольший процент времени в производстве маркшейдерских работ. Поэтому, с целью ускорения их выполнения, разработаны некоторые функции, позволяющие автоматически распознавать кодировки, идентифицировать и нумеровать объекты съемки (рис. 2).

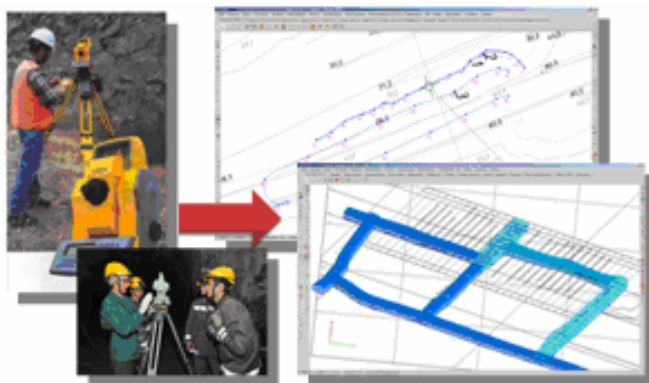


Рис. 2. Обработка данных инструментальных съемок

Их дополняют функции: быстрого построения домеров при невозможности прямой съемки объекта, быстрого оформления отчетных документов по выполнению полевых работ.

Совместимость K-MINE с современными измерительными приборами позволяет качественно изменить структуру и правила ведения единой маркшейдерской базы. Использование

авторизованного доступа позволяет специалистам инженерных служб горных предприятия вносить и корректировать данные в общей базе данных и выполнять обработку и построение съемок в виде объектов в графической среде системы. Например, специалисты геологических служб могут без привлечения к работе маркшейдеров выполнять съемку различных геологических объектов: контакты горных пород и минералогических разностей, границы выемки руды по развалу, координаты буровых скважин, точки и борозды опробования и пр.

Несмотря на значительный прогресс в развитии измерительной техники и технологии маркшейдерской съемки, многие небольшие предприятия до сих пор работают с оптико-механическими приборами. В составе комплекса остаются средства, позволяющие работать с этими приборами.

Комплекс маркшейдерского обеспечения поддерживает полный набор задач обработки данных полевых измерений в ручном и полуавтоматическом режимах. К ним относятся: определение координат точек с использованием засечек, обработка данных тахеометрических съемок, предварительный расчет планового положения точек методом обратной засечки с новой добавленной функцией контроля видимости пунктов опорного обоснования, электронный угломер с функциями формирования данных для выноса проектных решений в натуру и многие другие. При решении обратных задач реализованы функции экспорта данных в форматы измерительных приборов.

Для маркшейдеров, выполняющих обслуживание буровзрывных работ, разработаны специальные задачи: упорядочивания и нумерации скважин, нахождения и удаления дублирующихся

и повторно заснятых объектов, мультирежимное оконтуривание блоков, паспортизация блоков и многие другие.

Ведение и быстрое переключение шаблонов съемок буровых скважин позволяет определять и вести учет брака при выполнении буровых работ, а также готовить соответствующие справки и отчеты.

Интегрированные решения на базе модуля маркшейдерского обеспечения с системами диспетчерского управления горнотранспортным оборудованием и точного позиционирования буровых станков на базе GPS позволяют решать множество дополнительных задач (прямой обмен информацией о буровых скважинах с буровым оборудованием, определение местоположения экскаваторов и транспортных средств на территории карьера), что позволяет оптимизировать выполнение съемочных работ и улучшить контроль состояния участков ведения горных работ (рис. 3).

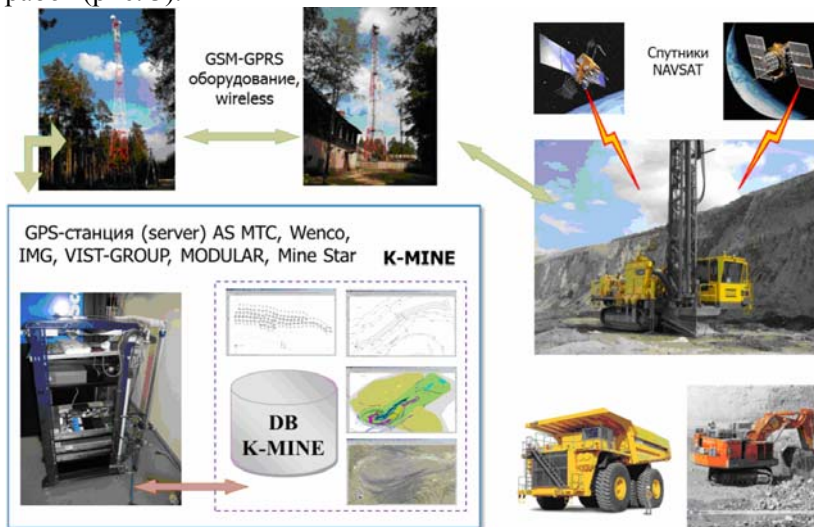


Рис. 3. Интеграция с системами точного позиционирования бурового оборудования и диспетчерскими системами

Блок геометрических построений, позволяет решать задачи геометрических построений произвольной сложности.

Усовершенствованы задачи построения профилей и маркшейдерских разрезов.

В качестве базовой функции модуля маркшейдерского обеспечения положена функция множественного построения совмещенных разрезов для нескольких положений горных работ по нескольким профильным линиям (рис. 4).

Данная функция широко используется при выполнении контрольных маркшейдерских пересчетов, контроля выполнения проектных решений по фактическому состоянию горных работ, для анализа объемов взорванной горной массы по карьеру и ряду других задач.

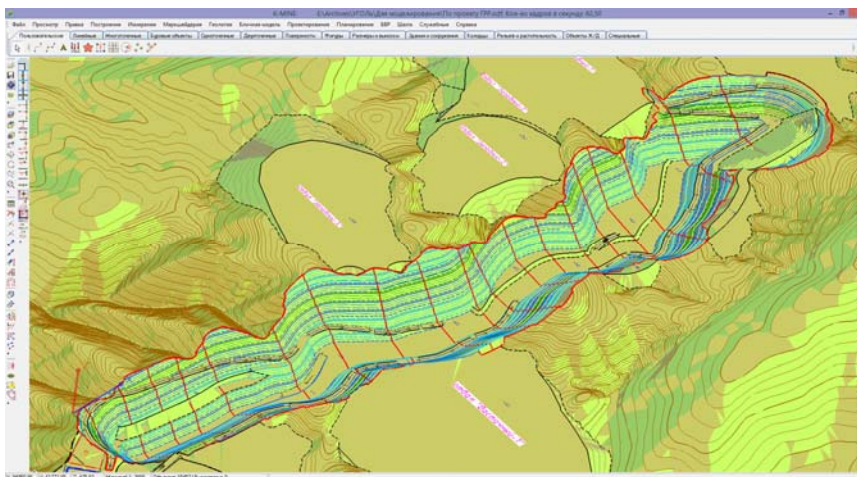


Рис. 4. Пример множественного построения разрезов по карьеру в 3D

Расширен набор сервисных функций модуля, позволяющих подготавливать и вести маркшейдерскую графическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов и ГОСТов.

К этим задачам относятся: автоматическое построение бергштрихов для откосов уступов, вынос размерных элементов (рис. 5), создание электронных планшетов и планов на базе шаблонов, разбивка области печати на листы заданного размера, подготовка и печать документов в заданном масштабе, вынесение текстовых отметок для объектов по любому свойству графических объектов для оформления чертежей и многие другие.

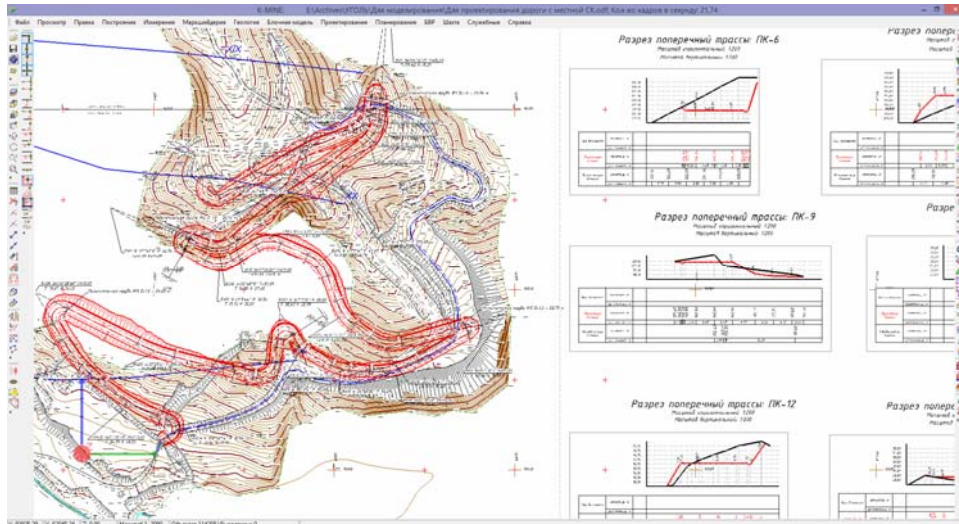


Рис. 5. Пример использования размерных элементов при подготовке чертежа к печати

Главной составляющей работ маркшейдерской службы, которая требует повышенной ответственности и точности, является подсчет объемов.

В составе системы применяются способы подсчета объемов, которые регламентированы положениями действующих нормативных документов в области маркшейдерского обеспечения горных работ (маркшейдерские инструкции и другие документы).

Функции подсчета максимально удобны и наглядны в использовании и позволяют выполнять расчеты объемов фигур любой сложности и геометрической формы, в том числе фигур с делением объемов на выемку и засыпку.

Регламент маркшейдерского сопровождения горных работ включает в состав контроль безопасного ведения горных работ. Связано это с тем, что горные предприятия, в основе своей, относятся к группе объектов с повышенной опасностью.

Одной из основных задач маркшейдерских служб горных предприятий является контроль за правильностью ведения горных работ, а также наблюдения за деформациями бортов карьеров, отвалов, земной поверхности с целью выявления опасных явлений, связанных с их устойчивостью.

В составе комплекса маркшейдерского обеспечения используется модуль, задачи которого позволяют выполнять подготовительные и расчетные задачи, связанные с наблюдением за деформациями посредством обработки данных наблюдений и измерений, а также определением коэффициента запаса устойчивости для различных геологических и горно-технических условий (рис. 6).

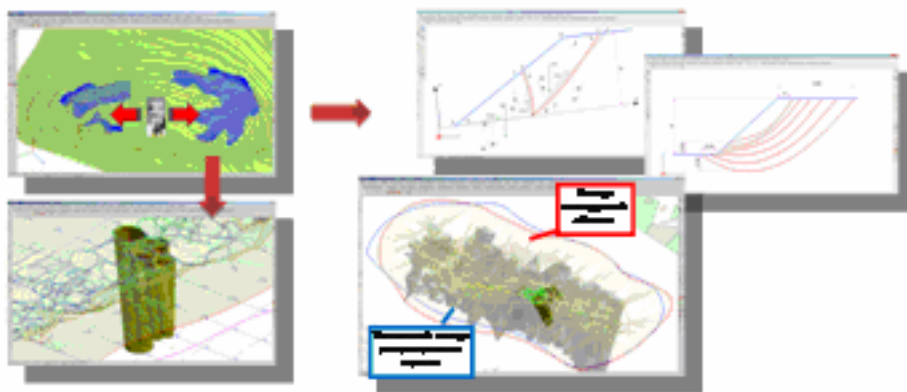


Рис. 6. Управление состоянием горных массивов

Одной из основных задач маркшейдерского сопровождения для горного предприятия является учет работы горнотранспортного, бурового и вспомогательного оборудования и подготовка акта маркшейдерского замера.

Задача «Акт маркшейдерского замера» представляет собой многофункциональный табличный редактор, с помощью которого выполняются расчеты добытых и погашенных запасов в выемочных единицах, учет и анализ движения горной массы в забоях на складах, перегрузках и отвалах.

Результаты задачи «Акт маркшейдерского замера» используются другими службами предприятия (бухгалтерия, плановое бюро, технические и производственные службы).

Кроме расчета добытых и погашенных запасов и их движения, задача содержит средства аналитики, позволяя выполнять сравнительный анализ плановых и фактических показателей работы рудника, анализ остатков горной массы на складах и отвалах в динамике и многие другие.

Выводы и направления дальнейших исследований. В статье рассмотрены технические решения применения комплекса маркшейдерского обеспечения ГИС K-MINE в современных условиях горного производства.

Рассмотрены вопросы взаимодействия K-MINE с современными электронно-измерительными приборами и новыми технологий маркшейдерской съемки.

Эффективность работы комплекса маркшейдерского обеспечения подтверждена многолетним успешным опытом его использования на предприятиях Украины, в странах ближнего и дальнего зарубежья, а также в научно-исследовательских и специальных организациях, выполняющих геодезическую съемку территорий, объектов промышленного и гражданского строительства, вузах, органах государственного контроля и надзора.

Список литературы

1. Інструкція з виконання маркшейдерських замірів і контролю гірничих робіт на підприємствах чорної металургії СРСР : НПАОН 74.2-5.03-85: Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР: Узгоджено 01.11.85 / Держгіртехнагляд СРСР. – М., 1985.
2. Інструкція з виконання маркшейдерських робіт на вуглевидобувних підприємствах України : НПАОН 74.2-5.02-00 : затверджено наказом Мінпаливенерго України 12.12.2000 № 561 / Мінпаливенерго України. – К. – 2000.
3. **Ларченко В.Г.** Маркшейдерська справа / **В.Г. Ларченко** // ДонНТУ. – Алчевськ: ДонНТУ, 2005. – 141 с.
4. **Кологривко А.А.** Маркшейдерское дело. Подземные горные работы: учеб. Пособие / **А.А.Кологривко**. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. –412 с.
5. Инженерная геодезия: учебник для вузов / **Е.Б. Ключин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман** ; под ред. **Д.Ш. Михелева**. – 4-е изд., испр. – М.: Академия, 2004. – 480 с.
6. **Емельянов С.В.** Информационные технологии и вычислительные системы / **С.В. Емельянов**. – М.: ЛЕНАНД, 2008. – 112 с.
7. **Капутин Ю.Е.** Горные компьютерные технологии и геостатистика / **Ю.Е. Капутин**. – СПб.: Недра, 2002. – 424 с.
8. **Назаренко В.М.** Автоматизированная система моделирования оценки запасов месторождений и управления горными работами на базе геоинформационной системы K-MINE / **В.М. Назаренко, М.В. Назаренко, С.А. Хоменко** // Титан. – 2009. – № 3(25).
9. RockWare [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://www.rockware.com/>. – Title from the screen.
10. **Хоменко С.А., Серкин В.Н.** Автоматизация работы маркшейдерских служб предприятий. Сборник докладов II Международного научно-практического семинара «SVIT GIS-2012» / **С.А. Хоменко, С.С. Барановский**–Кривой Рог: Дионис, 2012. – С. 107-113.
11. Геоінформаційні технології в надрокористуванні (на прикладі ГІС K-MINE) / **Г.І. Рудько, М.В. Назаренко, С.А. Хоменко, О.В. Нецький, І.А. Федорова**. – К.: «Академпрес», 2011. – 336 с.