

СТРУКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ МАРКШЕЙДЕРСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА БАЗЕ ГИС K-MINE

Качественный уровень производства маркшейдерских работ значительно отличается на каждом предприятии. Так, крупные предприятия приобретают современные измерительные приборы (электронные тахеометры, светодальномеры, нивелиры, измерительные GPS-инструменты и др.), выполняют обучение пользователей, покупают и устанавливают программное обеспечение. На небольших предприятиях с ограниченными финансовыми возможностями до сих пор еще нередки случаи использования традиционных оптико-механических инструментов и рулетки.

Компьютерный комплекс для выполнения маркшейдерских задач в системе K-MINE длительное время активно используется на многих горнодобывающих предприятиях, в научно-изыскательских организациях, учреждениях государственного контроля и горного надзора, учебных заведениях. За это время он активно развивался, дополнялся и расширялся новыми возможностями, превратившись в передовой, шагающий в ногу со временем и отвечающий самым различным требованиям пользователей продукт. Модуль маркшейдерского обеспечения содержит набор функций, которые позволяют автоматизировать весь цикл производства маркшейдерских работ. Все функции модуля можно разбить на несколько групп задач:

- формирование и пополнение опорного обоснования (засечки);
- камеральная обработка данных маркшейдерских съемок (тахеометрическая съемка, теодолитные хода, нивелирование);
- решение обратных маркшейдерских задач, при выносе в натуру;
- автоматизация измерений (угловые и линейные), расчет объемов и площадей;
- решение позиционных геометрических задач (комплекс построения профилей и разрезов);
- специальные задачи маркшейдерской службы;
- формирование и ведение специальной регламентированной и дополнительной отчетной документации (комплекс АРМ маркшейдера);
- взаимодействие с другими службами горнодобывающего предприятия.

Работа с модулем маркшейдерского обеспечения возможна как в локальном, так и в многопользовательском режимах. Последний характеризуется использованием единой базы съемок для всех исполнителей с возможностью удаленного доступа к базе. Съемки (тахеометрия, теодолитные хода, нивелировка), точки, опорные пункты, исполнители, инструменты заносятся в единую базу данных, и могут быть использованы всеми пользователями системы. Это позволяет исключить дублирование информации,

обеспечить взаимозаменяемость исполнителей при работе на разных участках карьера, отвалов, прилежащих территорий, упрощения процедуры поиска съемок, администрирования системы. Кроме того, использование единой информации повышает контроль исполнительской дисциплины при производстве маркшейдерских работ на предприятии.

Повседневная работа маркшейдера выглядит следующим образом. Участковые маркшейдера выполняют съемочные работы в карьере. В качестве объектов съемки могут выступать различные объекты: бровки уступов, ярусы отвалов, отметки площадок или берм, устья буровых скважин, места расстановки технологического оборудования, опоры ЛЭП, геологические контакты пород и т.д. Для удобства пользователя можно сразу же определить видимые пункты опорного обоснования в заданной зоне карьера, которые могут быть использованы для съемки и расчетные погрешности не превышает допустимых.

С помощью процедуры засечки (прямой, обратной, боковой) по сети опорных пунктов определяются координаты точки стояния. Если пунктов обоснования недостаточно, то к точке стояния от известного тригопункта прокладывается теодолитный ход (замкнутый, разомкнутый или висячий). Далее с этой точки выполняется тахеометрическая съемка объектов. Ежедневно маркшейдер выполняет множество подобных измерений. Все данные съемок записываются в память прибора, а в случае работы со оптико-механическими измерительными приборами в полевой журнал. Описываемый компьютерный модуль поддерживает большинство популярных форматов измерительных инструментов, список которых постоянно дополняется разработчиками.

В настоящее время все большую популярность получает использование для маркшейдерских съемок измерительных приборов с GPS. Установка GSM станций на борту карьера позволяет практически в режиме реального времени передавать данные съемок на центральный сервер системы (рис. 2). Для того, чтобы выполнить съемку, произвести ее камеральную обработку и вынести данные в цифровую модель карьера, участковый маркшейдер тратит 7-12 минут. Использование RTK-режима (без постобработки, с возможностью получения координат планово-высотного положения непосредственно в момент съемки в реальном времени) еще более ускоряет этот процесс. Кроме того, использование подобного оборудования позволяет отказаться от использования традиционного маркшейдерского обоснования, выполнять все измерения без горнорабочего, свести к минимуму вероятность возникновения ошибок, вызванных погодными условиями и субъективными факторами.

Для ввода данных из измерительных приборов в систему могут использоваться различные способы: дистанционные беспроводные - радиоканалы УКВ, GSM, GPRS, Bluetooth; проводные – через порт компьютера RS-232; ручной ввод.

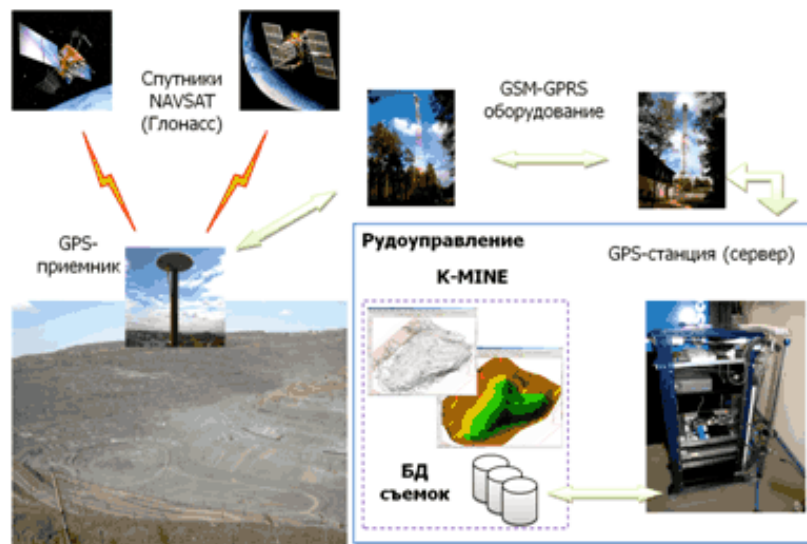


Рисунок 1 – Структура построения системы маркшейдерского обеспечения на базе ГИС K-MINE с применением GPS оборудования

Постобработка данных съемки традиционным способом начинается с определения координат точки стояния. Для этого в системе используются всевозможные засечки (прямая, боковая, обратная). Система автоматически отбраковывает варианты с недопустимыми погрешностями или грубыми ошибками. Координаты точки заносятся в базу опорного обоснования. По результатам расчета оформляется отчет, который можно экспортировать в форматы популярного ПО (MS Word, Excel, PDF, XML) и автоматически подключить к базе съемок.

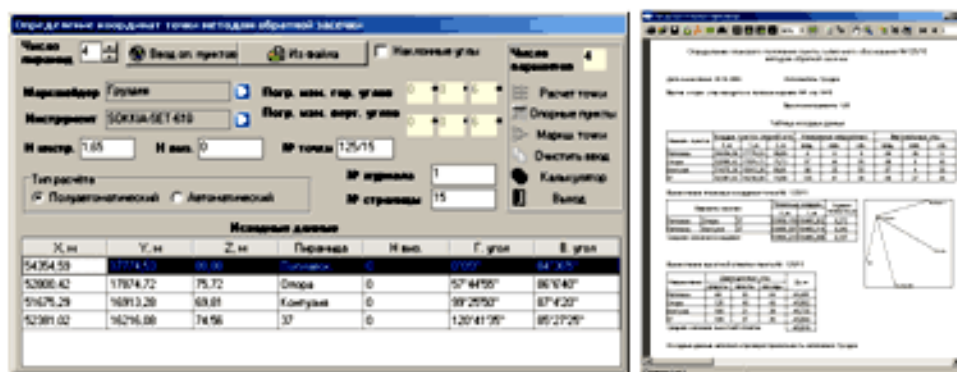


Рисунок 2 – Расчет координат точки методом обратной засечки

Следующим шагом работы является обработка данных тахеометрической съемки. При выполнении съемок с помощью электронных тахеометров, для каждой измеренной точки вводятся идентификаторы, которые могут быть классифицированы системой при создании объектов съемки. Их использование значительно ускоряет процесс группировки данных и построения съемок. В одной съемке можно рассчитать координаты пикетов разнотипных карьерных графических объектов (бровки, линии обваловок, отметки по площади, оси автомобильных и железных дорог, опоры, геологические контакты и другие), выполнить их группировку и, при необходимости, изменить порядок соединения точек. Координаты точек рассчитываются автоматически по мере

ввода данных (рис. 3). В одной съемке можно выполнять расчет координат, как с опорной, так и с переходной точек.

Рассчитанные пикетные точки могут быть помещены в таблицу опорных точек и использованы при дальнейшей работе для любой задачи модуля. Все съемочные данные могут быть напрямую переданы в графический редактор ГИС K-MINE, где выполняется дальнейшая обработка графики (рис. 4). При этом нет необходимости использовать обменные файлы, данные съемки отстраиваются в модель согласно настройкам.

При ручном вводе данных пользователь может самостоятельно задавать параметры измерительного инструмента (вид измерения расстояний, горизонтального и вертикального углов, погрешность измерения расстояний и углов, точность ввода значений для любого показателя). Все тахеометрические съемки при возникшей необходимости могут быть выведены на печатающее устройство или экспортированы в форматы популярного ПО (MS Word, Excel, PDF, XML).

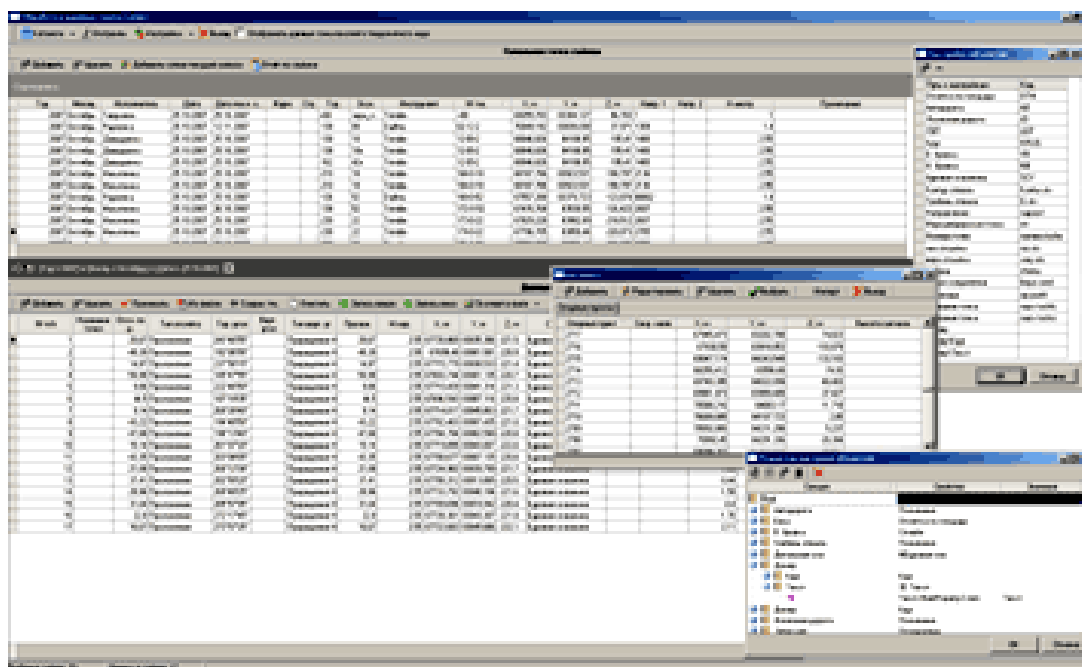


Рисунок 3 – Общий интерфейс задачи тахеометрической съемки

Кроме линейно-угловых сетей, программа позволяет работать с нивелирными сетями (техническое и тригонометрическое нивелирование), решать прямые и обратные геодезические задачи, подготавливать данные для выноса в натуру, выполнять расчет и построение съемок комбинированным способом.

Немаловажным фактором, который улучшает качество выполнения маркшейдерских работ, является возможность быстрого поиска по базе данных съемок любого объекта с координатами. То есть, для любой пикетной точки, которая была отстроена в графическом редакторе и внесена в модель, можно проверить дату выполнения маркшейдерской съемки и узнать исполнителя.

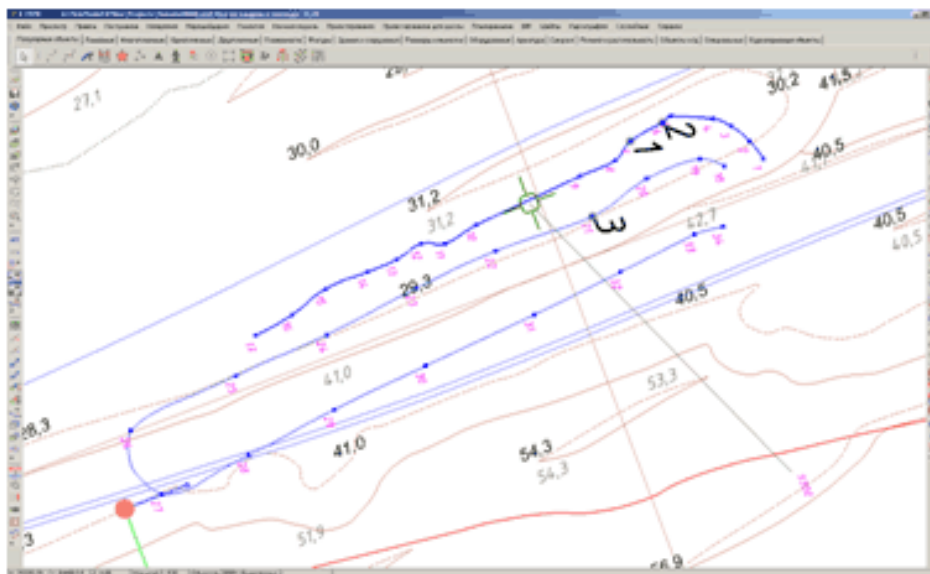


Рисунок 4 – Построение съемки в графический редактор ГИС и совмещение с моделью карьера

Одной из основных задач маркшейдерской службы предприятия является подсчет объемов выемки и транспортирования горной массы, погашенных запасов. Для этого, в модуле маркшейдерского обеспечения предусмотрен блок измерений и расчета объемов и площадей фигур различными методами. Выбор метода определяется техническими условиями предприятия, а также показателями точности. При выполнении расчетов объемов фигур предусмотрены такие методы: по площади и средней высоте фигуры, горизонтальных сечений, вертикальных сечений (разрезов), треугольных призм. Последние два метода дополнительно выполняют разбиение расчетной фигуры на выемочные и засыпочные части. Это позволяет рассчитывать объемы, как по целикомой части фигур, так и по развалу горной массы. Результаты расчетов объемов могут быть оформлены в виде отчетов заданного образца.

Таким образом, модуль маркшейдерского обеспечения ГИС K-MINE представляет собой универсальный инструмент, способный решать множество разных задач. Это инструмент, позволяющий автоматизировать горно-геометрические расчеты, организовать ведение горнотехнической документации, создавать комплексные системы управления горными работами. Использование модуля повышает точность расчетов, сокращает в несколько раз временные и материальные затраты на выполнение базовых операций по съемке и обработке данных, что очень важно в условиях интенсивного горного производства. Встроенный язык скриптов позволяет пользователям значительно расширить функциональность программы и максимально автоматизировать решение собственных задач. Многопользовательский режим работы обеспечивает повышение точности и надежности информации за счет авторизованного доступа к данным, позволяет организовать работу всех служб предприятия в едином информационном пространстве, ускорить процессы выполнения технологических задач.