

УДК 681.3.06:622.342.1

О.В. Наговицын, С.В. Лукичев, А.Ю. Алисов

СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В СИСТЕМЕ MINEFRAME

Предложен программный продукт MINEFRAME в качестве системы, комплексно решающей основные задачи геолого-маркшейдерского обеспечения и планирования горных работ и ориентированный на автоматизацию процессов планирования, проектирования, сопровождения открытых и подземных горных работ.

Ключевые слова: планирование открытых горных работ, геолого-маркшейдерское обеспечение, моделирование объектов геологической обстановки.

Семинар № 14

При планировании открытых горных работ используется информация, подготовленная специалистами различных отделов карьера или рудника. Геологическая служба готовит базу данных по geoхимическому и минералогическому опробованию месторождения, моделирует геометрию элементов геологической среды, обосновывает закономерности пространственного распределения полезных и вредных природных компонентов. Маркшейдерская служба поддерживает в актуальном состоянии по результатам съемок, цифровые модели карьерного пространства, отвалов, складов балансовых и забалансовых руд и пр. Технические отделы, аккумулируя эту информацию, располагая плановыми показателями по объемам добычи руды и выемки вскрышных пород на периоды отработки, осуществляют процесс планирования. При этом, учитываются и такие исходные данные как направление развития горных работ, объемы вскрытых и готовых к выемке запасов полезного ископаемого на начало планируемого периода, размещение транспортных коммуника-

ций, производительность основного горно-транспортного оборудования и многие другие технологические параметры. Очень важно реализовать комплексное решение задач, связанных с процессом планирования, так как это обеспечивает создания сквозной технологии инженерного обеспечения горных работ в единой информационной среде предприятия, отсутствие в которой хотя бы одного важного элемента неизбежно приведет к снижению общей эффективности.

В качестве системы, комплексно решающей основные задачи геолого-маркшейдерского обеспечения и планирования горных работ, предлагается программный продукт MINEFRAME разрабатываемый в Горном институте КНЦ РАН и ориентированный на автоматизацию процессов планирования, проектирования, сопровождения открытых и подземных горных работ.

Совместная работа коллектива технических специалистов различной специализации требует адекватной архитектуры информационной системы, обеспечивающей процесс планирования. Основой такой архитектуры на современном этапе развития ин-

формационных технологий стала клиент-серверная технология работы с удаленными базами данных. Ее использование в MINEFRAME обеспечивает контролируемый доступ к данным при одновременной работе многих пользователей, обеспечивает регистрацию их действий, создает предпосылки для надежного хранения данных. Таким образом, появляется возможность вести специфические для каждого специалиста работы в едином информационном пространстве моделей горно-геологических объектов, пользуясь результатами работы всего коллектива. При этом устраняются препятствия информационным потокам между отделами, которые зачастую возникают при использовании разнородных программных средств (проблемы экспорта-импорта данных).

Преимуществом системы MINEFRAME является наличие удобных, понятных и привычных для пользователей (геологи, маркшейдеры, горные технологии) метафор моделирования объектов геологической обстановки и горной технологии. Например, карьер как геометрический объект, должен воплощаться в моделях горизонтов, бровок, линий съездов, осевых линий дорог, точек гипсометрии и пр. Он может иметь каркасную модель в проволочном или твердотельном виде, но для пользователя всегда останется не просто разрозненным набором этих элементов, а карьером на какой-то момент отработки, вариантом проектного карьера и т.д. В случае с объектами геологической среды необходимо, например, имея ввиду модель рудного тела, подразумевать, что работа ведется с единым объектом, который содержит в себе следующую информацию:

- разведочные линии (разрезы, профили и пр.) и соответствующие им рассекающие плоскости;

- контуры, описывающие контакты тела;
- триангуляционные модели формы тела;
- блочные модели распределения опробованных компонентов, минералогических свойств и вычисляемых характеристик.

Обеспечение пользователей системы современными средствами отображения графической трехмерной информации является непременным атрибутом такой системы. Необходимо решать проблему быстрой обработки огромных массивов графической информации, представление ее в удобной для пользователя форме, управление режимами отображения объектов для разгрузки трехмерной сцены моделирования от важных, но второстепенных объектов. Так, например, отображение всех данных скважинного опробования в трехмерном пространстве существенно загромождает общий вид, при этом на разрезах, для решения задачи привязки контактов оно необходимо. Визуализация трехмерного региона моделирования, несомненно, должна осуществляться с помощью современных программных и аппаратных средств с использованием графических ускорителей для отрисовки полигонов, наложения текстур, обработки освещения и пр. с помощью библиотек DirectX или OpenGL.

Геологическое обеспечение

Для формирования геологической БД используется специализированный редактор GeoTools, который входит в состав системы MINEFRAME и предоставляет геологу программные средства для создания и редактирования данных опробования из скважин и выработок. Кроме данных по химическому опробованию в БД могут быть сохранены любые числовые, текстовые, текстурные, цветовые и

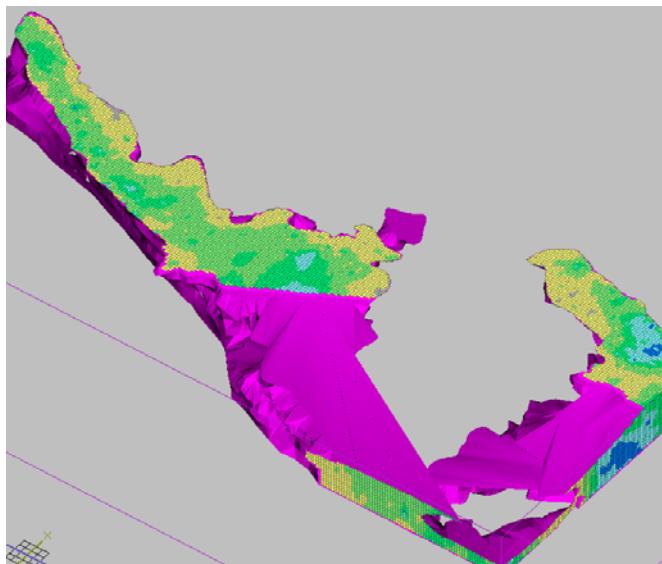


Рис. 1. Каркасная и блочная модели рудного тела

вычисляемые характеристики, связанные с пробами, что позволяет гибко настраивать редактор на работу с любыми типами данных, встречающимися в геологической и горной практике. Ввод и вывод данных осуществляется в привычной для геологов форме журнала опробования. Инструментальные средства редактора геологической БД позволяют в автоматическом режиме выделять рудные интервалы по заданным кондициям, осуществлять сортировку и поиск скважин, выработок, проб.

Введенные с помощью GeoTools данные опробования визуализируются в среде многооконного графического редактора GeoTech-3D, входящего в состав системы MINEFRAME.

Инструменты автоматизации решения геологических задач построены на работе с моделями проб, геологических тел и поверхностей. Для формирования или уточнения моделей геологических объектов используются модели проб с выделенными рудными интервалами или литологическими

разностями. Каркасные (треугольные) модели тел могут быть созданы или путем предварительного формирования контуров их сечений, или непосредственно путем создания моделей поверхностей кровли и почвы пласта по точкам начала конца выделенных кондиционных интервалов скважинного опробования. Внутри каркасных моделей тел могут быть созданы блочные модели (рис. 1), используемые для моделирования изменчивости содержания полезных компонентов или иных характеристик рудных тел. GeoTech-3D

содержит программные средства, реализующие как простые алгоритмы интерполяции данных опробования, например метод обратных квадратичных расстояний, так и сложные, основанные на геостатистических методах и применения процедуры кригинга. Наличие каркасной модели поверхности позволяет с высокой степенью точности вычислить объем тела или получить его разрез в любой плоскости, а с помощью блочной модели - найти распределение содержания или общий тоннаж полезного компонента, как в выемочной единице, так и во всем рудном теле.

Маркшейдерское обеспечение

Инструменты для автоматизации решения маркшейдерских задач построены на работе с каталогом точек съемочного обоснования и моделями горных выработок, выемочных единиц, естественных и технологических поверхностей. Основным программным средством специалиста является редактор маркшейдерских точек, яв-

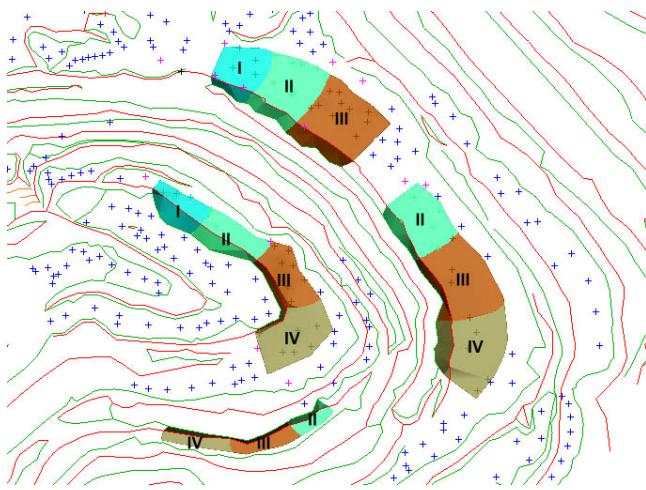


Рис. 2. Прирезки, разбитые на квартальные части

ляющийся одним из инструментов графического редактора GeoTech-3D. С его помощью можно пополнять каталог маркшейдерских точек, помешая их в соответствующие группы, редактировать параметры точек, удалять их из каталога или перемещать в другие группы. Редактор маркшейдерских точек позволяет обрабатывать файлы съемок различных моделей электронных тахеометров, добавляя полученные точки съемки в модель корректируемого объекта или в каталог.

Средствами редактора осуществляется расчет и уравнивание теодолитных ходов, находятся координаты точки методом прямой и обратной засечки, решается прямая и обратная геодезическая задача. С использованием редактора маркшейдерских точек, в автоматизированном режиме, пополняются поверхность карьера, создаются модели выемочных единиц, определяется фактическое положение взрывных скважин, развалов, складов и штабелей руды, отвалов, насыпей, выемок и пр.

Имеются и другие специализированные инструменты маркшейдера,

например, инструмент построения и обновления модели выемки, он применяется на карьерах использующих систему разработки с внутренним отвалообразованием, для моделирования отработанного пространства.

Годовое планирование

Для планирования горных работ предназначены инструменты вариантной оценки объемных и качественных показателей выемочных единиц. Имеются также программные сред-

ства, позволяющие в автоматизированном режиме определить новое положение рабочей зоны на участке борта карьера заданной конструкции.

Исходными данными для процесса планирования являются плановые показатели добычи по объему и качеству руды, объемы выемки вскрыши, направление развития горных работ, положение карьера на начало планируемого периода, модель геологической обстановки (блочные модели рудных тел).

Набор инструментов для быстрого создания объемных моделей поступных прирезок включает в себя инструменты создания прирезок по следующим параметрам: желательный объем, допустимая ширина и длина прирезки, ограничение ширины прирезки проектным положением борта карьера. Возможно также создание прирезки произвольной формы. Имеются инструменты, позволяющие изменять конфигурацию уже созданных прирезок, менять их длину и ширину, разделять на части.

Каждую прирезку можно отнести к определенному периоду разработки (квартал, месяц), а можно разбить на

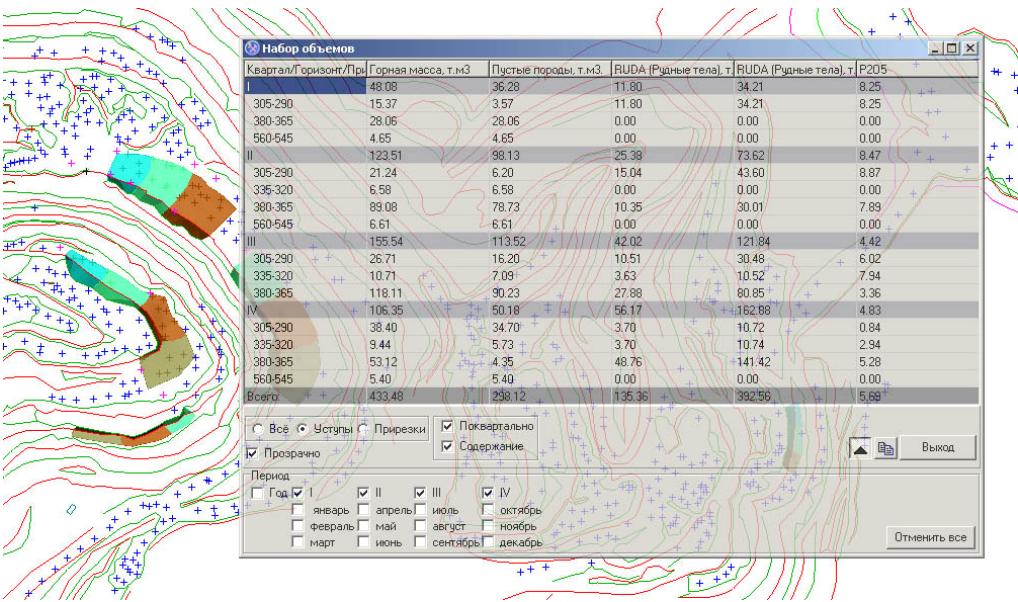


Рис. 3. Набор годовых, квартальных объёмов

произвольное количество, свободно конфигурируемых частей с отнесением каждой к своему периоду разработки в соответствии с логикой развития горных работ на данном уступе (рис. 2). Прирезки, относящиеся к определенному периоду разработки, можно в любом порядке скрывать или отображать на экране.

Создание и модификация прирезки сопровождается автоматическим пересчетом объема самой прирезки, объемов и качественных показателей выемки для каждого рудного тела попавшего в прирезку. По мере добавления новых прирезок, необходимо контролировать степень достижения плановых показателей по сводной таблице сведений об объемах по прирезкам, уступам, в разбиении по планируемым периодам (рис. 3). Важной функцией этого инструмента является управление отображением, а следовательно расчетом плановых показателей на периоды отработки: год, квартал(ы), месяц(ы).

Заключительным этапом в этом режиме планирования является формирование модели карьера на конец планируемого периода. Производится автоматическая корректировка положения верхних и нижних бровок карьера по границам созданных прирезок. Таким же образом, можно получить положение карьера, как на конец планируемого года, так и на любой промежуточный этап отработки.

Квартально-месячное планирование

Квартально-месячное планирование осуществляется в режиме интерактивного контроля объемов добычи на планируемый период, таким образом, что бы при соблюдении плановых качественных характеристик суммарного грузопотока, обеспечить и его объемные показатели. Для обеспечения такого режима работы необходимо иметь модели прирезок. Схема отработки прирезки формируется с учетом направления ведения горных работ, при этом создаются модели

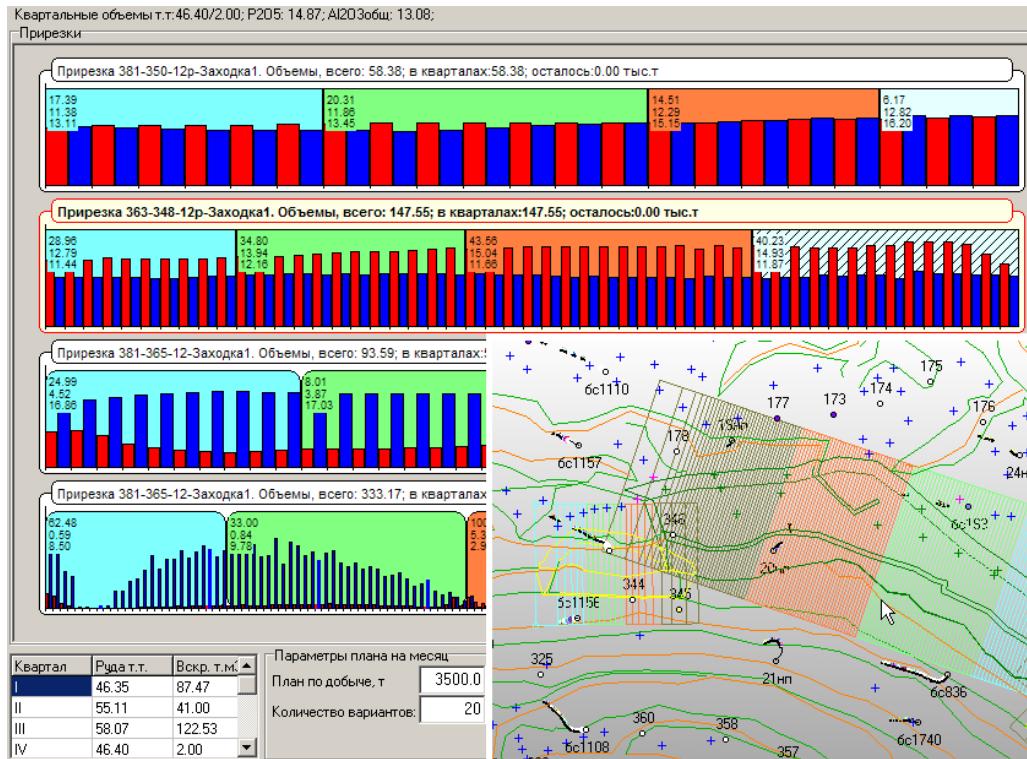


Рис. 4. Набор квартальных объемов и разделение прирезок на периоды отработки

порядка отработки, которые разбиты на множество элементарных подвижек одинакового объема. Для каждой подвижки также рассчитываются прогнозные показатели качества.

Процесс планирования осуществляется интерактивным регулированием объемов добычи, он осуществляется с помощью специального инструмента, который показывает каждый набор элементарных подвижек в виде диаграммы, по оси абсцисс которой размещена шкала элементарных подвижек, по оси ординат – шкала содержаний опробованных полезных и вредных компонентов. В заголовке диаграммы прирезки отображены: общий объем, отработанный объем и остаток. Объем добычи представлен прямоугольниками различных цветов соответствующих легенде кварталь-

ной и месячной раскраски. Внутри каждого прямоугольника отображены объем и качественные показатели. Также имеется текстовое поле, отображающее суммарные квартальные (месячные) показатели – это объем и качество по компонентам. Таким образом, процесс планирования заключается в подборе объемов добычи, так чтобы объемные и качественные показатели квартала (месяца) находились в пределах плановых параметров (рис. 4).

Заключение

Таким образом, система MINEFRAME представляет собой информационную технологию создания единой геолого-маркшейдерской информационной среды для инженерного обеспечения планирования открытых горных работ. Система по-

зволяет на основе использования трехмерной компьютерной графики, многопользовательского режима работы с удаленными БД и применения специализированных программных продуктов повысить производительность труда специалистов, исключить

дублирование информации и создать условия для повышения эффективности технологических решений. Система создавалась с учетом специфики российских горных предприятий и требований, основанных на принятых ими стандартах. **ГИАБ**

Коротко об авторах –

Лукичёв С.В. – доктор технических наук,, зав. лабораторией Теории комплексного освоения и сохранения недр,
Наговицын О.В. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории Теории комплексного освоения и сохранения недр,
Алисов А.Ю. – младший научный сотрудник лаборатории Теории комплексного освоения и сохранения недр,
Горный институт КНЦ РАН, г. Апатиты, root@goi.kolasc.net.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДВО РАН			
ТАРАНОВ Сергей Рудольфович	Обоснование эффективных физико-химических режимов переработки нетрадиционного и труднообогатимого минерального сырья Камчатского региона	25.00.13	к.т.н.
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫтым СПОСОБОМ			
КОВАЛЕВ Владимир Анатольевич	Методология развития региональной системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на угольных шахтах	05.26.01	д.т.н.