

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.1:528.06

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ  
МАТЕРИАЛОВ СОДЕРЖАЩИХСЯ В ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЯХ  
МАРКШЕЙДЕРСКИХ ПЛАНОВ**

Гагарин А.А., (ОАО «СУЭК-Кузбасс»).

Игнатов Ю.М., к. т. н., доцент, Латагуз М.М., ст. преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

На кафедре маркшейдерского дела и геологии Кузбасского государственного технического университета совместно с маркшейдерским отделом ОАО «СУЭК-Кузбасс» для повышения точности построения границ опасных зон и прогнозов горно-геологических условий разрабатываются методы компьютерной обработки, изображения и последующего анализа на маркшейдерских планах информации путем применения геоинформационных технологий (ГИС-технологии). Такие технологии (пакеты Surgas, MicroMine, MapInfo и др.) объединяют в себе цифровую обработку изображений с системой управления базами данных, позволяют выполнять широкий спектр действий, связанных с получением, обработкой и анализом информации.

Объектом наших исследований являются существующие маркшейдерские цифровые планы (ЦП) горных выработок шахт "Сибирской Угольной Энергетической Компании".

Цель работы – разработка методики информационного обеспечения принятия решений при построении границ опасных зон с использованием маркшейдерских планов горных выработок на основе применения ГИС-пакетов.

Состав горной графической документации регламентируется Инструкцией по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03) от 2004г. [1]. Инструкция указывает «Пользователи недр могут вести маркшейдерскую документацию в виде графических оригиналов и цифровых моделей, позволяющих получать графические копии планов и т.д.» [1, п. 401]. Обработка маркшейдерских измерений и ведение горной графической документации могут выполняться с помощью компьютерных технологий [1, п. 11].

Для создания векторной модели маркшейдерского цифрового плана (ЦП) необходимо выполнить растрово-векторное преобразование пространственных данных, сопровождаемое вводом атрибутивной информации. Для выполнения векторизации на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» используют наиболее популярные полнофункциональные САПР-пакеты (AutoCAD, MicroStation).

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
17-19 ноября 2015 г.

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Наиболее общие элементы векторизации маркшейдерских ЦП заключаются в последовательном скальвании (трассировке) характерных контуров объектов, представленных в растровом изображении ЦП. Процесс векторизация при соблюдении технологии не вносит искажений, в координаты объектов, так и в точность представления. Работы по созданию векторных планов и карт производят специалисты, знающие и выполняющие правила формирования горной графической документации, и стандарты изображения горных объектов. Однако, эти стандарты не цифровые: они ориентированы на технические чертежи. Квалифицируются они как ссылочные нормативно-технические документы, принятые более 10-ти лет назад, переиздаются, но по-прежнему не ориентируются на стандарты ГИС и цифрового картографирования.

Отсутствие объектно-ориентированного подхода к классификации объектов приводит к тому, что деление векторных данных на слои происходит нерационально. Так, в слоях часто объединены разнородные, несовместимые по своим свойствам, параметрам и характеристикам объекты. Например, в одном слое могут присутствовать основные показатели угольного пласта в виде надписей, стратиграфический разрез и титульный лист плана. Наиболее часто в одном слое объединяют графические объекты и надписи, указывающие те или иные характеристики объектов, не учитывая, что объекты-надписи не обладают свойствами графических объектов или их элементов. Надписи нужно размещать в отдельном слое САПР или ГИС.

Причина такого состояния векторных маркшейдерских ЦП заключается в использовании САПР зарубежного производства - AutoCAD, а точнее, в использовании исключительно ее базового программного ядра. Современные векторные модели САПР построены на нескольких базовых принципах:

- слоевая структура разнотипных векторных данных,
- построение векторной модели на основе графических примитивов,
- использование СУБД для хранения и обработки атрибутивных свойств,
- жесткая связь графической модели геообъекта с набором его атрибутивных свойств,
- использование библиотек графических стилей.

Однако, AutoCAD содержит ограниченный набор аналитических функций и имеющиеся в нем возможности, не позволяют эффективно управлять базами пространственных данных и осуществлять их анализ.

Поэтому для перехода на новый уровень решения геолого-маркшейдерских задач, необходимо созданные векторные маркшейдерские планы конвертировать в программы ГИС-технологии.

Конвертирование векторных данных включает преобразование следующих элементов: векторной модели данных, формата данных, системы

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

координат, графических стилей векторных объектов, атрибутивных данных, шрифтов. Для преобразования векторных моделей используют обменные векторные форматы mid/mif (текстовый), dxf (тестовый) и shp.

Процесс конвертирования данных из AutoCAD в ГИС состоит из двух этапов:

- экспорт векторных данных из формата AutoCAD в формат DXF,
- импорт векторных данных из формата DXF в формат ГИС.

Для преобразования графических стилей векторных слоев AutoCADа нужно «закрыть» их (значок «Lock» в окне «Layer Property Manager»). При преобразовании шрифтов нужно пользоваться стандартным набором шрифтов, напр., Times New Roman.

Для экспорта векторных данных из формата AutoCAD в обменный формат DXF нужно воспользоваться средствами меню: в списке «Files of type» выбрать «AutoCAD R12/LT2 DXF (\*.dxf)» и сохранить. После этого нужно выгрузить AutoCAD из оперативной памяти компьютера иначе будут проблемы при открытии созданного файла \*.dxf.

Импорт векторных данных из обменного формата DXF в формат векторных данных ГИС осуществляется также базовыми программными средствами ГИС через меню: «Таблица», «Импорт ...». Далее нужно указать файл \*.dxf и открыть. В открывшемся окне «Управление DXF-импортом» выполнить нужные установки: «Перенести атрибуты», «Выбор проекции», «Координатная система плана», «Отразить образ», «Перенести в DXF-таблицы» и др. Длительность процесса импорта зависит от мощности компьютера. По завершении процесса импорта нужно открыть окно карты, в которое можно добавить сформированные в формате ГИС векторные слои.

Нами производится конвертирование векторных маркшейдерских планов в программы ГИС-технологии Surgas, MicroMine, MapInfo по шахтам ОАО «СУЭК-Кузбасс». Выполняются статистические и геостатистические исследования структурного строения и размещения полей геометрических и геомеханических характеристик по материалам разведочных скважин и горных работ, и по результатам строятся цифровые информационно-геомеханические модели горного массива. Свойства полученных моделей собраны в графические и тематические базы данных, которые соединены с модельными и расчетными функциями. Это позволяет производить аналитические исследования свойств информационно-геомеханической модели массива горных пород, расчет интегральных характеристик, выполнять поиск опасных зон и осуществлять построение их границ на существующих маркшейдерских ЦП. Создание непрерывных полей геомеханических характеристик производится для каждого отдельного показателя на основе схем генерации координатно-привязанных данных по дискретным точкам скважин и корректирующихся по отработанным

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

участкам. Выбор метода интерполяции основывается на результатах геостатистических исследований в зависимости от соотношения дисперсий закономерной и случайной составляющих. Стятся цифровые матрицы с использованием пяти методов интерполяции (линейной, по усредненной поверхности, обратного взвешивания, полиномы, Кригинг).

Производится оценивание трендов, определение меры анизотропии, анализ круговых и направленных вариограмм. Производится вычисление интегральных характеристик, что позволяет выявить закономерности совместного изменения газоносности, гипсометрии, трещиноватости, устойчивости кровли угольных пластов и выполнять поиск опасных зон. Анализ информации о физико-механических свойствах горных пород показывает, что наиболее изменчивыми характеристиками пород являются временное сопротивление сжатию, растяжение и сила сцепления. Установлено наличие тесной связи физико-механических свойств горных пород с зонами трещиноватости и опасными зонами [3-5].

Разработаны программы по расчету интегральных показателей в информационных матрицах для моделирования исходных условий, разработан метод переноса результатов моделирования в ГИС-проекты. ГИС-проектом называют набор актуализированных в данной программной ГИС-оболочке векторных слоев, представленных в единой системе координат, в единой системе условных знаков на основе одного классификатора, в заданном экранном представлении, включающем заданный набор открытых окон с графической и тематической информацией об объектах в заданном масштабе. Настройки окон, перечень векторных слоев и стили их оформления сохраняются в специальном текстовом файле. В отличие от векторной карты ГИС-проект может включать растровые и векторные слои в любой комбинации. Нами используются векторные ГИС-проекты, в которых растровые слои рассматриваются, как базовые и могут быть удалены без последствий. В состав ГИС-проекта входит построенный прогнозный план в качестве самостоятельных слоев, а также набор атрибутивных данных в виде встроенных таблиц и удаленных БД.

К настоящему времени использования ГИС в информационном обеспечении горного производства редки [2], несмотря на то, что ГИС значительно повышает степень информатизации всех данных. Для применения функциональных возможностей ГИС-технологий при моделировании исходной геометрической и геомеханической информации горного массива нужны разработанные требования к структуре и содержанию маркшейдерских ЦП. Выполнение требований позволит интегрировать ЦП в информационную систему с последующей обработкой данных пакетами программ ГИС и прикладными модулями решения проектных задач.

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Таким образом, использования ГИС с прикладными модулями позволяют строить прогнозные цифровые планы, совмещать его с маркшейдерским ЦП в ГИС-проекте. Произведенный анализ и моделирование свойств горного массива помогают выполнить выявление и нанесение на план опасных зон и произвести оценку вариантов проектов по выбору параметров подготовительных и очистных забоев. Использование геоинформационных технологий позволит перейти на новый уровень решения геолого-маркшейдерских задач и управления процессами добычи угля.

**Список литературы:**

1. Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03) / кол. авт. – М.: ФГУП Государственное предприятие НТИ по безопасности в промышленности ГГТН России, 2004. – 120
2. Игнатов, Ю.М. Совместное использования горно-геометрических данных и цифрового маркшейдерского плана в геоинформационной системе для поиска опасных зон. Вестник КузГТУ. – 2010. - № 1. – С. 139-
3. Батугин А.С., Батугина И.М. Горно-тектонический удар на шахте Кургазакская на Южном Урале как результат взаимодействия природной и технической систем //ГИАБ, отдельный выпуск «Труды научного симпозиума «Неделя Горняка 2011». 2011. С.338-346.
4. Зыков В.С. Выбор и обоснование основных показателей опасности углепородного массива по динамическим явлениям в окрестности очистного забоя. Зыков В.С., Абрамов И.Л., Непомнищев И.Л. Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 4 (92). С. 37-39.
5. Батугин А.С. Тектонофизическая модель горно-тектонических ударов с подвижками крыльев крупных тектонических нарушений. // ГИАБ, «Труды научного симпозиума «Неделя Горняка – 2010». 2010. с.252-264.