

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОЧИСТНЫХ РАБОТ НА ЗАО «ЗАПОРОЖСКИЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ КОМБИНАТ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Представлены результаты проектирования очистных работ с применением имитационного моделирования.

Представлені результати проектування очисних робіт з застосуванням імітаційного моделювання.

Results are presented of planning of cleansing works with the use of imitation design.

ЗАО «Запорожский железорудный комбинат» – одно из крупнейших предприятий горно-металлургической отрасли Украины, созданное на базе Южно-Белозерского месторождения железных руд. Руда ЗАО «ЗЖРК» – богатая по содержанию железа, и на металлургические комбинаты поставляется без обогащения. Содержание железа по месторождению колеблется от 48 до 69 %.

Для разработки крутопадающего месторождения залегающего в сложных горно-геологических условиях на ЗАО «ЗЖРК» применяется камерная система разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями. В настоящее время при подготовке и эксплуатации горизонтов 740, 840 и 940 м используется комплекс современного зарубежного оборудования, в состав которого входят: буровые каретки «Boomer» шведской фирмы «Atlas Copco», погрузочно-доставочные машины «Toro» финской фирмы «Sandvik Tamrock», буровые станки «Simba», буровые станки для прохождения восстающих «Robbins».

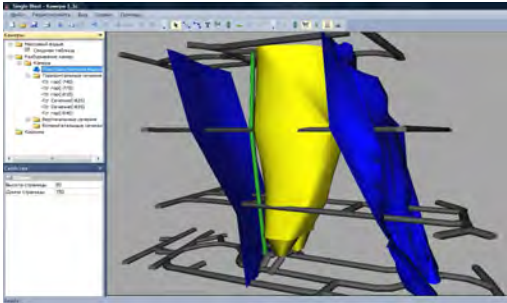
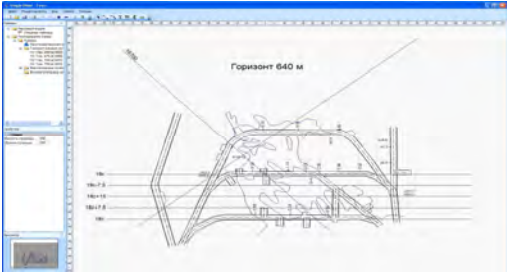
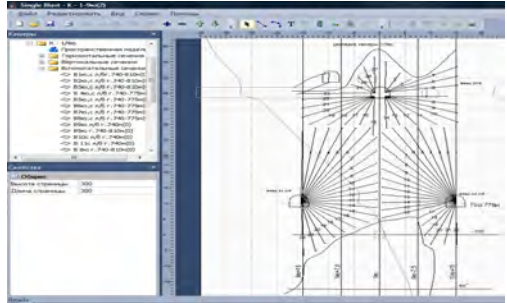
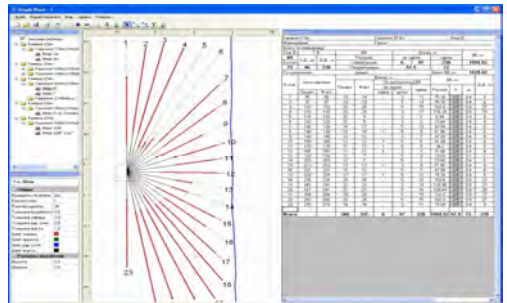

ЗАО «ЗЖРК» является одним из ведущих предприятий в стране, которое использует не только современное самоходное оборудование для добычи полезных ископаемых, но и передовые научно-технические разработки, что позволило увеличить объем производства за последние 10 лет на 1 млн. тон руды в год.

Одним из методов принятия управленческих решений на ЗАО «ЗЖРК» является имитационное моделирование, в процессе которого формируются варианты возможных выходных параметров деятельности.

В условиях современной рыночной экономики управленческая деятельность крупных промышленных предприятий сопряжена с целым спектром различных рисков. В этой связи необходимо акцентировать особое внимание на управленческом прогнозировании в контексте уменьшения возможных финансовых потерь. Имитационное моделирование, по сути, является единственным методом решения подобного рода задач.

С точки зрения компьютерной реализации имитационное моделирование – это комплексный метод исследования сложных систем на ЭВМ, включающий построение концептуальных, математических и программных моделей, выполнение широкого спектра целенаправленных имитационных экспериментов, обработку и интерпретацию результатов этих экспериментов.

## Основные задачи, решаемые в программном обеспечении «SingleBlast»

Решаемые задачи	Реализация в программном обеспечении
<ul style="list-style-type: none"> <li>– обработка маркшейдерских данных, построение имитационной модели горных выработок по данным теодолитных съемок как на планах и разрезах, так и в трехмерном отображении;</li> <li>– отображение в трехмерном пространстве расположение горных выработок, геологических (рудного тела) и технологических (очистная камера, закладка выработанного пространства) контуров;</li> <li>– взаимодействие сечений в трехмерной модели с документами планов горных работ.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– текущее и перспективное планирование ведения горных работ;</li> <li>– составление планов ведения очистных работ, как для выемочного участка, так и для всего шахтного поля в целом;</li> <li>– ведение базы данных геологической информации;</li> <li>– ведение графической документации.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– проектирование бурения скважин при различных горно-геологических и технологических параметрах;</li> <li>– определение технологических параметров вееров и рядов эксплуатационных скважин и их графическое отображение.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– расчет расхода взрывчатых материалов, объем отбиваемой рудной массы, опасных зон по действию УВВ и сейсмобезопасного расстояния для инженерных сооружений и подземных горных выработок, время проветривания рудника после массового взрыва;</li> <li>– совместимость данных с программами AutoCAD и Excel.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– автоматическое составление отчетов по полученным данным.</li> </ul>	

На сегодняшний день информационные технологии позволяют создавать имитационные модели ведения очистных работ и разрабатывать системы автоматизированного проектирования горных предприятий. Одной из таких систем является программное обеспечение «SingleBlast», разработанное ведущими специалистами Национального горного университета. «SingleBlast» отличается тем, что оно разработано с помощью языка программирования Visual C++ с применением мощных визуальных средств разработки интерфейса пользователя для конкретных горнотехнических условий ЗАО «ЗЖРК».

Разработка программного обеспечения велась поэтапно с 2000 г., и сейчас оно позволяет решать следующие основные задачи (таблица 1).

Представленное программное обеспечение позволяет по заданным параметрам проектировать горные работы любой сложности. Полный цикл взаимодействия служб по данной программе выглядит следующим образом.

Геологический отдел предоставляет контуры рудной залежи с качеством полезного ископаемого и крепостью вмещающих пород. Проектировщики создают папку с названием горизонта и на основании информации, полученной от геологического отдела (с положением контура рудного тела на заданном горизонте) на электронной модели шахты, находящейся в компьютерной сети комбината, наносят проектную трассировку выработок. Затем, по аналогии с планами шахтного поля, геологический и маркшейдерский отделы предприятия создают вертикальные разрезы шахтного поля (рис. 1).

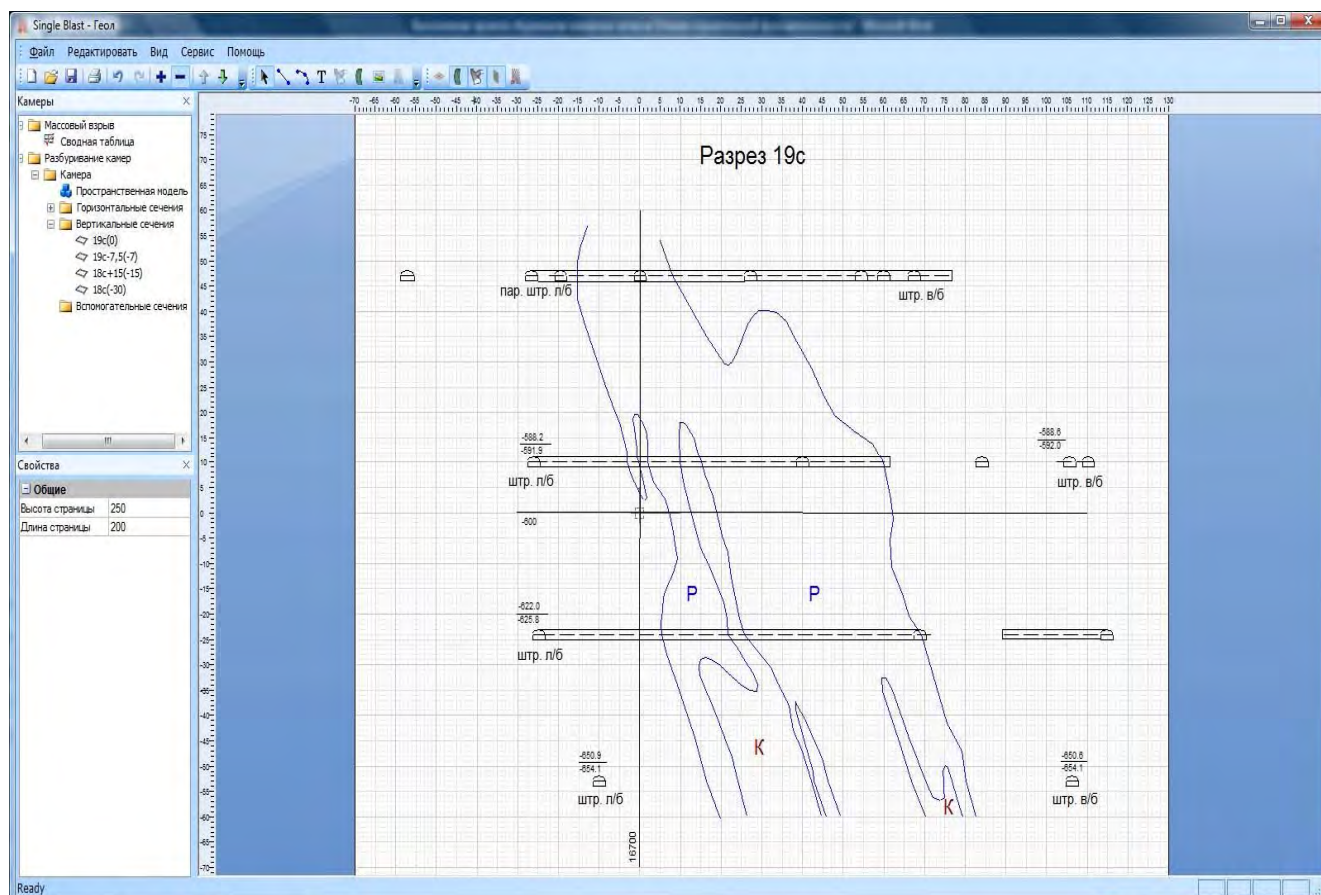


Рис. 1. Разрез по оси 19с шахтного поля в этаже 640–740 м ш. «Эксплуатационная» ЗАО «ЗЖРК»



На каждом разрезе производится привязка координат, определяются высотные отметки, характеристика падения рудной залежи, видны сечения ранее спроектированных горных выработок. Технические службы шахт «Эксплуатационная» и «Проходческая» имеют постоянный доступ к процессу работы ПКО для подачи предложений. Приоритет внесения изменений в проект остается за той службой, которая наносила этот слой изображения.

После окончания проходческих работ рудный контур уточняется геологическим отделом. Затем документ передается в маркшейдерский отдел для контроля и нанесения фактического положения проходки горных выработок.

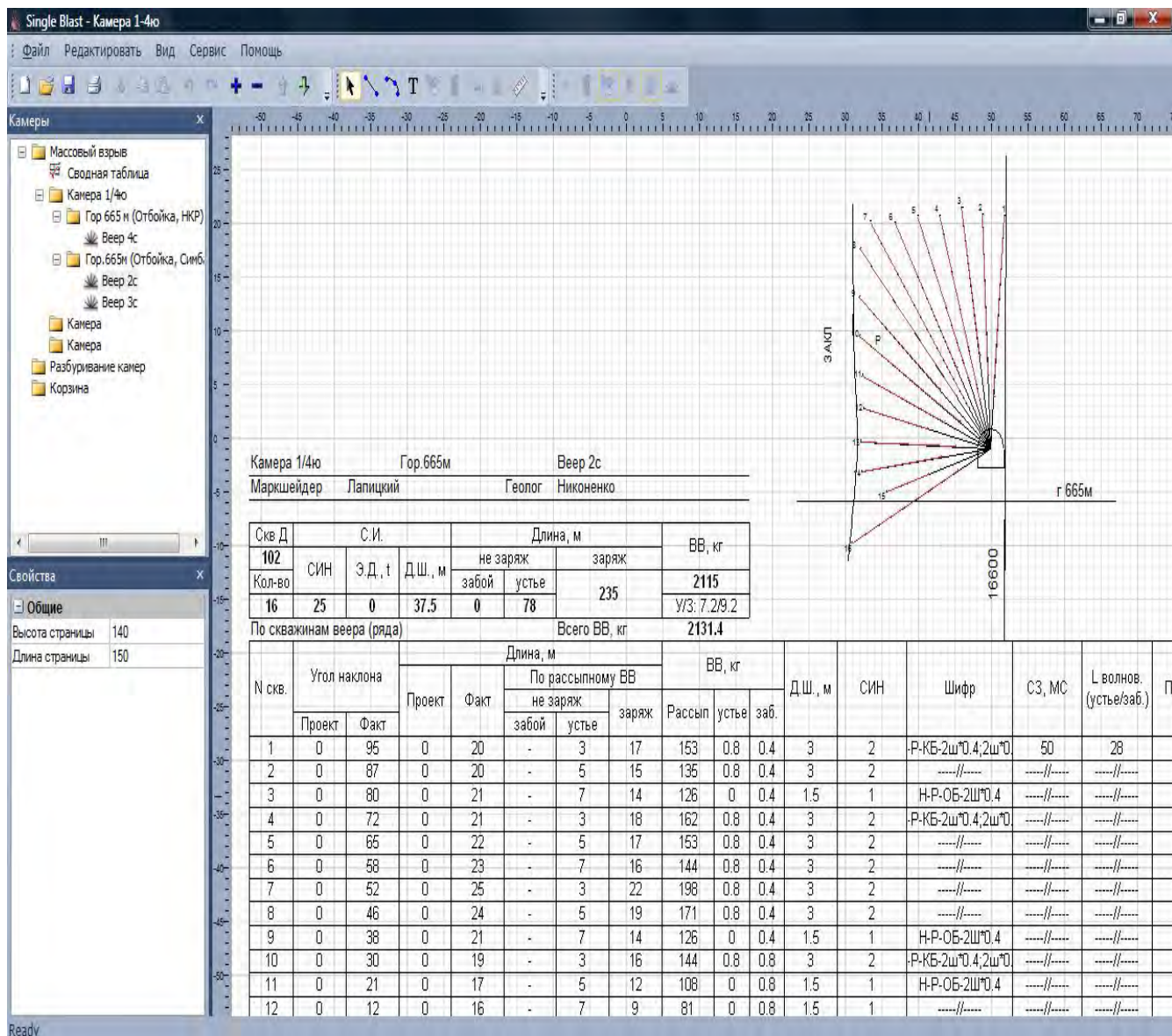
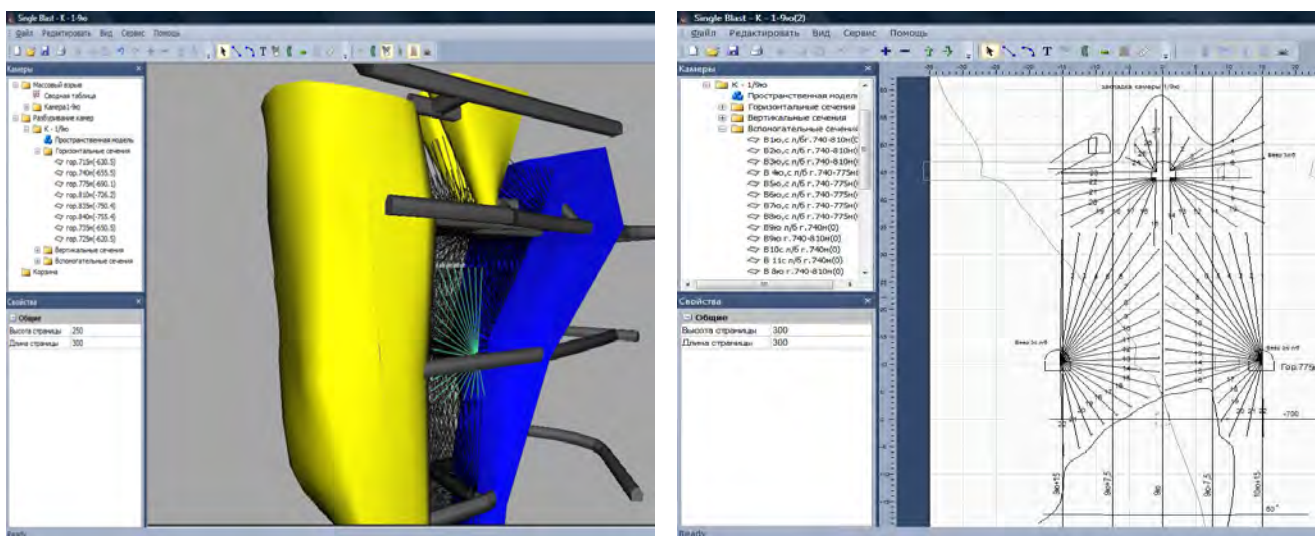


Рис. 2. Расчетная карточка веера скважин

Созданная модель шахтного поля передается по локальной сети в проектно-конструкторский отдел, где выполняется проект на обустройство заданной камеры. После согласования и утверждения данного проекта он передается для дальнейшей работы в маркшейдерский отдел и производителю работ.

Фактические данные по длинам скважин и по рудному контуру после обуривания вееров определяются соответственно маркшейдерским отделом и геофизической службой геологического отдела и вносятся в файл данной камеры. После внесения данные по сети передаются в ПКО для составления проектов на производство массовых взрывов (рис. 2).

С помощью представленного программного обеспечения инженеры ЗАО «ЗЖРК» проектируют имитационные модели очистных камер (рис. 3), где отображают динамику горных работ от нарезных до закладочных, перенося эти процессы на планы и разрезы шахтного поля, тем самым составляя проекты отработки камер.



а) трехмерная модель камеры

б) плоскость бурения камеры

Рис. 3. Имитационная модель камеры

В ноябре 2009 г. по приглашению руководителей ОАО «Комбинат «КМА-руда» разработчики программного обеспечения «SingleBlast» выступили на расширенном техническом совете, который проходил совместно с сотрудниками научно-исследовательского института ФГУП ВИОГЕМ, где представили свои результаты работы с ЗАО «ЗЖРК» по применению программного обеспечения:

- Создаваемое программное обеспечение позволяет в 15–20 раз снизить трудоемкость работ и время проектирование технической документации ведения очистных работ.
- Программное обеспечение играет роль центрального информационного ресурса для руководства, инженеров и специалистов ЗАО «ЗЖРК». Оперативная работа с горнотехнической документацией обеспечивает более тесную связь между всеми группами работников и подразделениями.
- Автоматизация составления технической документации ведения горных работ открывает новые возможности прогнозирования, проектирования и ана-

лиза горнотехнической документации, выполнения ряда новых функций. Соответственно, инженеры ЗАО «ЗЖРК» принимают более эффективные решения, учитывающие различные тонкости конкретной ситуации.

• Внедрение программного обеспечения способствует дальнейшему развитию и внедрению компьютерных технологий в проектирование горных работ, повышению уровня подготовки сотрудников.

В процессе работы с программным обеспечением по проектированию и моделированию горных работ на предприятии совершенствуется технология, ведутся работы по уменьшению разубоживания руды и более полному ее извлечению. Внедрение новых технологических решений, смоделированных при помощи программного обеспечения «SingleBlast» позволило повысить извлечение железной руды, снизить удельный расход выработок, снизить затраты на строительство погрузочно-доставочных выработок, упростить обработку камер.

На основе опыта работы с ЗАО «ЗЖРК» можно создавать имитационные модели для любых горнодобывающих предприятий. Это позволит проводить анализ управленческих решений в общей структуре горного предприятия, изучать влияние изменений технологических параметров предприятия на его производственные характеристики, вести техническую документацию производственных служб. Применение имитационного моделирования в различных подразделениях позволит сократить сроки поиска оптимальных проектных решений, снизить управленческие риски и повысить эффективность работы горного предприятия в целом.

#### Список литературы

1. Кучерявенко И.А. Автоматизированное проектирование подземных рудников. Учеб. Пособие. – К: УМК ВО, 1992. – 244 с. +1 вкл.
2. Владимир Ш.А. Borland C++ Builder 6. – СПб.: Питер, 2003г. – 798 с.
3. Проектирование и расчет систем разработки рудных месторождений /В.К. Мартынов. – Киев; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 216 с.
4. Капленко Ю.П., Колосов В.А. Моделирование технологии очистной выемки, обеспечивающей повышение показателей извлечения руды. - Кривой Рог. Минерал, 2001. – 177 с.
5. Кучерявенко І.А. Проектування підземних рудників /Підручник для вищих навчальних закладів. – К.: ІСДО, 1995. – 248 с.
6. Бурчаков А.С., Малкин А.С., Устинов М.И. Проектирование шахт: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 399 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Бондаренком В.І.  
Надійшла до редакції 25.04.2013*