© В.И. Иванов, В.А. Воропаев, 2005

УДК 65.012.45:338.4

В.И. Иванов, В.А. Воропаев

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Семинар № 10

В 2003 году частные компании будут добывать около 90 % от общего объема добычи угля в России. Это означает, что на угольном рынке основными действующими субъектами становятся частные угольные компании, в результате чего происходит трансформация процессов управления всеми видами бизнеса в угольной отрасли, которая не всегда приводит к оправданному экономическому результату. В этой ситуации особенно необходимо осуществлять эффективное государственное регулирование производственно-хозяйственной и экономической деятельности угольных организаций в условиях рыночной экономики. Без мер государственного влияния невозможно обеспечить как устойчивое топливообеспечение страны. Так и создание благоприятной предпринимательской среды для частных угольных компаний. Вопросам создания единой информационно-аналитической системы угольной промышленности России посвящена наша статья в журнале Уголь №9, 2001 г., стр.65-67.

Учитывая особую актуальность создания современного инструмента

управления шахтой и акционерным обществом Институт «Гипроуглеавтоматизация» и ООО «Центр информационных технологий» «Аудитинформ-Ладасофт» разработали комплекс компьютерных программ двух неразрывно связанных направлений деятельности шахт и акционерных обществ:

«Система управления производством» и «Универсальная комплексная система автоматизации бухгалтерского учета и бюджетирования». «**Система управления производством»** в условиях нового способа хозяйствования, когда степень ответственности и «стоимость» ошибок неизмеримо возрастает, позволяет принимать правильные инженерные и управленческие решения. На первый план выдвигаются задачи долгосрочного прогнозирования. Только использование современных методов обеспечивает формирование и анализ альтернативных вариантов перспективного прогнозирования, а постоянный контроль и анализ таких вариантов, с переходом к годовому прогнозированию и оперативному планированию производства может гарантировать успех.

Основные задачи, решение которых связано с управлением производством на шахтах, приведены на рис. 1.

В комплексе реализованы основополагающие вопросы функционирования современных информационно-технологических систем: определение и настройка пользователем концептуальной модели баз данных, содержащих плановую, оперативную и информационно-справочную информацию, необходимую для комплексного решения поставленных задач;

- определение основных входных и выходных сообщений;
- определение Автоматизированных рабочих мест и информационного взаимодействия между АРМами и внешними базами данных;
- использована современная система помощи и подсказок пользователю при решении задач;
- для обеспечения согласованной работы множества пользователей

в единой компьютерной сети используется технология клиент-сервер;

- пользователь при получении определенных знаний и навыков, способен сам расширить возможности системы (разработать и подключить к системе новые задачи);

- реализован экспортно-импортный обмен с внешними (вышестоящими) уровнями управления;
- определен элемент определения прав и привилегий пользователей системы;

Подсистема разработана на базе программного обеспечения ООО «Аудитинформ-Ладасофт», расчетно-аналитические функции реализованы с использованием системы FOXPRO с переводом в среду WINDOWS и предусматривает расчет показателей на уровне шахты (юридического лица) с выходом на акционерное общество:

- суточный учет работы очистных забоев шахты, оперативный учет

прохождения горных выработок, учет добычи из подготовительных выработок, суточный учет добычи угля по шахте, поставка угля - для формирования документов с начала месяца, года;

- месячные показатели работы шахты, акционерного общества (горнотехнические, технико-экономические, прогнозные и отчетные), что позволит обеспечить выпуск сборника показателей работы шахты, акционерного общества с анализом работы и формированием показателей с начала года;
- формирование показателей годовой программы работы шахты на очередной год с расчетом сводных показателей по акционерному обществу и анализом тенденций по горным работам (по данным нескольких лет);
- формирование перспективы развития шахты по очистным и подготовительным работам с расчетом перспективы развития акционерного общества по очистным работам, графиков ведения горных работ, показателей по пластам, забоям и шахте в целом;
- оценка ресурсов шахты, акционерного общества (промышленные запасы, производственные запасы, производственные мощности) с расчетом сводных ресурсов по акционерному обществу и ресурсных возможностей с их динамикой.

Основной целью задачи “РЕСУРСЫ” является учет и оценка ресурсных и потенциальных возможностей угледобывающих и углеперерабатывающих отраслей региона, бассейна, месторождения, объединения и любой организации. В перспективе эта задача может быть разработана и реализована для других видов деятельности (машиностроения и металлообработки, строительства, деревообработки и других подотраслей) угольной промышленности. Выходная информация представлена таблицами:

1. Исходные данные по предприятию;
2. Таблица логико-арифметического контроля данных;
3. Сводные значения исходных данных по шахтам (организации);
4. Сводные значения исходных данных по ОФ(ЦОФ)(организации);
5. Запасы угля в недрах на начало периода (года) по шахтам и организации.
6. Проектные мощности предприятий и свод по организации;
7. Производственные мощности по предприятиям.

Характеристика задачи “ПЕРСПЕКТИВА” разрабатывалась с целью

совершенствования системы перспективного планирования развития шахт, обеспечения вариантной проработки перспективы и выбора наиболее рационального (эффективного) варианта. Это обеспечивается за счет автоматизации расчетов на базе ПЭВМ. В этих условиях разработчик этой задачи на шахте без дополнительных трудозатрат может сформировать несколько вариантов и, сравнивая полученные результаты, выбрать наиболее эффективный (рациональный) с точки зрения обеспечения долгосрочной и стабильной работы предприятия.

Глубина проработки перспективы задается периодами кратными шести годам, а количество таких периодов определяется руководством предприятия (организации). Периодическое сопоставление фактических показателей работы по годам перспективного периода с расчетными значениями позволит оценивать результативность принимаемых решений, корректировать и развивать перспективный план на последующие годы.

Вопрос формирования вариантов плана возлагается на планового работника, под которым понимается один или группа специалистов организации (технический директор, главный технолог, главный маркшейдер, главный геолог, главный экономист, работники плановой службы).

Выходная информация по задаче представлена следующими выходными таблицами:

Исходные данные по шахте и номенклатуре очистных и подготовительных забоев;

1. Справочные данные по очистным и подготовительным забоям;

2. Расчетные данные по очистным и подготовительным забоям;

3. Расчетные данные по шахте:

4. График работы забоев по отдельным годам прогнозного периода;

5. График работы забоев в прогнозном периоде;

6. Проект отработки пластов;

7. Сводные показатели работы предприятий организации по годам прогнозного периода.

8. Все таблицы могут быть выведены на экран или печать по меню:

Выходные таблицы - Перспектива (задача) - Таблица №.

Основной целью задачи "ГОДОВАЯ ПРОГРММА" является создание базы данных по предприятию и организации для накопления и хранения информации по основным плановым показателям для: анализа эффективности функционирования предприятия, оценки тенденции развития, контроля выполнения плановых заданий как отдельных показателей, так и плана в целом, а также получения общей картины и тенденций развития организации в целом.

Выходная информация по задаче представлена следующими выходными таблицами:

1. Исходные показатели к годовой программе по шахтам;

2. Сводные показатели годовой программы по организации (по шахтам, ОФ(ЦОФ);

3. Добыча угля по шахтам и пластам;

4. Проходка горных выработок по направлениям;

5. Сводные значения по отдельным показателям (ввод производственных мощностей, выбытие производственных мощностей, добыча угля – всего, добыча угля из КМЗ, добыча угля для коксования, количество очистных забоев, количество КМЗ, линия очистного фронта, линия очистного фронта КМЗ, проведение горных выработок – всего);

6. Механизированная проходка горных выработок.

Основное назначение задачи "МЕСЯЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ" является периодический (месячный) учет основных показателей (план, факт) работы каждого отдельного предприятия, так и организации в целом для сравнительного анализа, оценки тенденций и динамики развития, формирования таблиц и сборников ведомственных, а также форм статистической отчетности.

Перечень выходных таблиц по задаче следующий:

1. Исходные данные по предприятиям (шахтам, ЦОФ (ОФ);

2. Сводные данные по шахтам;

3. Сводные данные по ОФ (ЦОФ);

4. Сравнительный анализ по показателям:

- добыча угля шахтам – всего;
- очистная добыча угля по шахтам;
- добыча угля из КМЗ;
- проведение выработок - всего;
- отгрузка угля потребителям.

Этот перечень выходных таблиц может быть расширен до перечня всех показателей входного документа.

5. Динамика фактических показателей по месяцам.

Основной целью задачи "ОЧИСТНЫЕ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ" является планирование (годовое, квартальное и оперативное (месячное) показателей работы шахт по очистным и подготовительным работам, учет фактических показателей работы по очистным и подготовительным забоям, расчеты и формирование графиков работы очистных и подготовительных забоев, а также отработки запасов в планируемом периоде (году).

В основе расчета показателей по шахте лежит информация по очистным и подготовительным забоям, которая подготавливается на планируемый год (для расчета показателей годовой программы), скорректированная (содержит изменения по забоям в процессе реализации годовой программы, это могут быть квартальные значения плана), и фактические показатели работы очистных и подготовительных забоев.

Такая структура представления информации позволяет всесторонне анализировать процесс ведения очистных и подготовительных работ и влиять на него (своевременно и оперативно принимать новые или корректировать ранее принятые решения).

ВЫХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ по задаче обеспечивает всесторонний контроль и анализ хода работ по реализации показателей годовой программы, текущего планирования и месячной реализации показателей по очистным и подготовительным работам как по отдельной шахте, так и по организации. Выходные таблицы по задаче могут быть как на экране дисплея, так и на принтере или сохранены в текстовом файле.

Содержание выходных таблиц по задаче следующие:

1. Исходные данные по очистным и подготовительным забоям для расчетов:
   - показателей годовой программы (плановые данные);
   - скорректированного варианта программы (скорректированные данные);
   - фактических показателей (факт по очистным и подготовительным забоям).
2. Расчетные данные по очистным и подготовительным забоям по:
   - плановым данным;
   - скорректированным данным;
   - фактическим данным;
3. Графики работы очистных и подготовительных забоев по:
   - плановым данным;
   - скорректированным данным;
   - фактическим данным;
4. Расчетные данные по шахте в соответствии с вышеуказанными вариантами;
5. Сводные показатели по организации в соответствии с вышеуказанными вариантами.

Логико-арифметический контроль исходных данных по любой задаче является весьма важным моментом, так как компьютерная технология обработки данных предполагает только однозначное понятие под каждым значением данных. При этом отсутствие (не ввод их в ПЭВМ) каких-либо значений показателей может привести к ошибкам в расчетах или сбоям в работе программ (невозможно деление на ноль). Для исключения таких ошибок и выполняется логико-арифметический контроль данных. В данной редакции программного обеспечения системы

“ПРОИЗВОДСТВО” заложен контроль исходной информации по задачам:

“РЕСУРСЫ”, “ГОДОВАЯ ПРОГРАММА” и “МЕСЯЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ”, и только по данным, которые могут исказить результаты расчета или вообще не позволить его выполнить.

Контроль сводится к следующему:

- значение показателя не может быть равно нулю;
- сумма значений по кварталам должна быть равна годовому значению;
- значение показателя на конец четвертого квартала и на конец года должны совпадать;
- итоговому (например: себестоимость добычи угля должна быть равна сумме значений по элементам (составляющим) по: материалам, электроэнергии, заработной плате и так далее.

Функция контроля реализуется по задачам из основного меню по работе “Контроль данных”. Результаты контроля заносятся в dbf. файл по которому формируются выходные таблицы (Протокол контроля данных).

Коротко об авторах

Иванов В.И. – кандидат технических наук, зав. отделом информатизации ФГУП Института «Гипроуглеавтоматизация».

Воропаев В.А. – генеральный директор, ООО «Центр информационных технологий «АУДИТИНФОРМ – ЛАДАСОФТ».

© Ю.Г. Вилкул, А.С. Давидкович, В.Н. Коробко, 2005

УДК 658.512.6

Ю.Г. Вилкул, А.С. Давидкович, В.Н. Коробко

МЕТОДЫ ВЫРАВНИВАНИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ ОТРАБОТКЕ РАЗНОСОРТНЫХ РУД

Семинар № 10

В процессе перспективного планирования горных работ при наборе директивного задания необходимо учитывать множество технологических и технических факторов, что требует интерактивной разработки квартальных, годовых, двухлетних и пятилетних планов развития горных работ на карьерах. Для его реализации в Криворожском техническом университете разработана инструментальная система перспективного планирования горных работ. Она объединяет на интеллектуальном уровне задач оптимизации развития горных работ с задачами маркшейдерского и геологического обеспечения горных работ. Интерактивный подход к планированию совместно с высокой степенью автоматизации ввода и вывода графической информации позволяет непрерывно и многократно рассчитывать план горных работ, оперативно изменять требования к набору показателей плана, маркшейдерские и геологические данные и снова пересчитывать варианты плана до тех пор, пока не будет полученный нужен результат.

Особенностью планирования горных работ является перемещение объектов планирования – добычных блоков - в пространстве карьера. При этом меняется геологический состав и характеристики добычных блоков. Требования к сортности добываемых руд обуславливает неравномерные объемы добычи руды по участкам и горизонтам карьера. Как следствие, это вызывает неравномерное подвигание фронта горных работ в карьере по горизонтам. Поэтому данная автоматизированная система планирования горных работ позволяет оптимизировать не только объемные и качественные показатели добычи руды, но и управлять развитием фронта горных работ по горизонтам и участкам карьера. Методика его реализации заключается в следующем.

Предварительно для планирования кроме табличной готовится графическая геологическая и маркшейдерская информация. Геометрические данные позволяют управлять подвиганием уступов в карьере с соблюдением технологических требований принятой системы разработки. Маркшейдерские данные о положении фронта горных работ на начало планирования вводятся при помощи дигитайзера или «мыши» с возможностью дальнейшего редактирования. Дигитайзер является основным средством ввода геометрических данных с планов горных работ. Это позволяет существенно изменить технологию подготовки горной геометрической информации для планирования. Затраты времени на съемку координат ожидаемого на начало планового периода положения горных работ не превышает 1-1.5 часа для карьера, имеющего 8-10 горизонтов в работе. Скорость ввода графических данных определяется скоростью обхода линий и точек на плане курсором дигитайзера. Для редактирования линий и точек используется графический редактор. При редактировании графические данные можно перемещать на плане карьера, прибавлять или изменять положения участков линий или отдельных точек (рис. 1). После ввода маркшейдерских данных добавляются геологические данные из цифровой модели месторождения. В данной системе достаточно выбрать только информацию по скважинам детальной и эксплуатационной разведки. По этим данным программные средства пакета автоматически выполняют оконтуривание границ типов руд и их сортов. Геологические данные также можно редактировать: перемещать блоки и скважины, изменять значения показателей по ним, при-

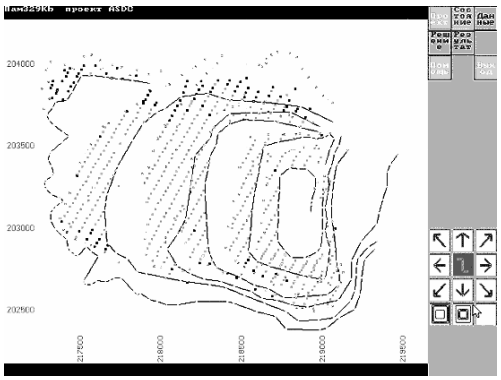

Рис. 1

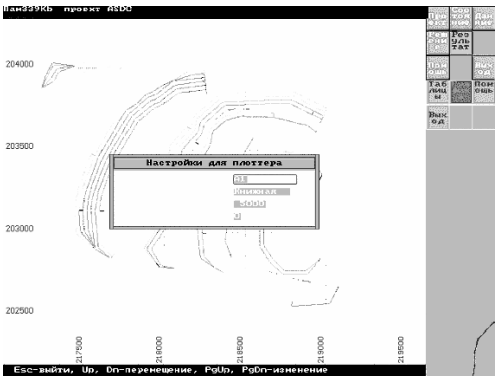

Рис. 4

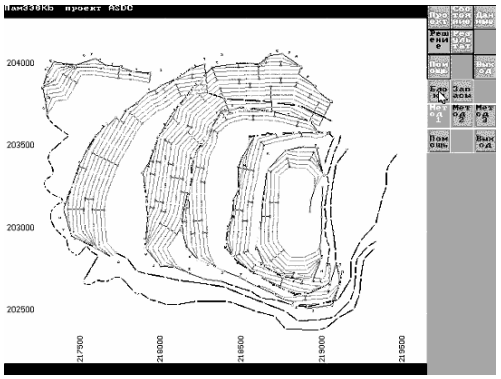

Рис. 2

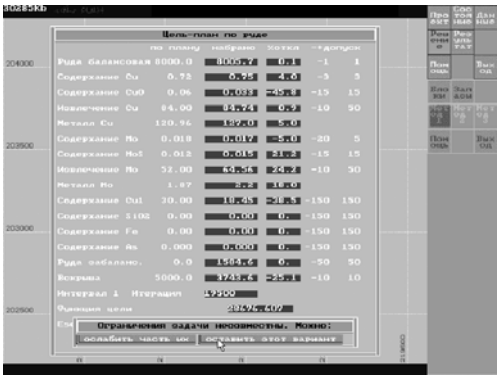

Рис. 5

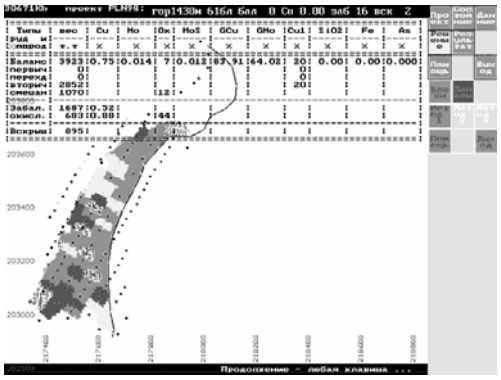

Рис. 3

Рис.1. Маркшейдерская и геологическая информация для перспективного планирования развития горных работ в карьере

Рис.2. Подготовка геометрических данных для планирования

Рис. 3. Подсчет запасов в выделенных технологических блоках

Рис. 4. Контроль за процессом набора директивных показателей плана горных работ

Рис. 5. Контроль за процессом вывода графических данных

бавлять данные вышележащих горизонтов при недостаточной плотности разведочной сети на отдельных горизонтах.

Для поиска решения участки развития горных работ делятся на элементарные блоки заданных размеров. Из этих элементарных блоков набирается план. Деление рабочей зоны на элементарные блоки осуществляется автоматически в направления развития фронта горных работ. Для обеспечения погрешности набора плановых заданий элемен-

тарными блоками не более 5 % экспериментально установлены их размеры в плане по сетке 25×150 м. Высота элементарных блоков определяется высотой уступа. Интерполяцией методом обратных квадратных расстояний определяются качественные характеристики руды во всех элементарных блоках (рис. 2). Основное требование к задаче подсчета запасов - высокое быстро-действие при погрешности определения запасов и их характеристик не более 5 %.

После подсчета запасов (рис. 3) формируются количественные требования к плану горных работ. По каждому показателю, который входит в систему ограничений, оперативно задаются допустимые отклонения в большую и меньшую стороны (рис. 4). Если при выполнении расчетов ограничения модели планирования несовместны, система предложит ослабить их и вторично выполнить расчет или оставить лучший сохраненный вариант как последний. После расчета варианту плана по каждому интервалу планового периода на экран выводятся набранные блоки для визуальной оценки результатов планирование.

Кроме допусков на показатели плана горных работ задаются технологические требования на развитие линии фронта горных работ. В первую очередь это ширина рабочих площадок, транспортных и предохранительных берм по каждому горизонту карьера. На каждый из них необходимо указать допустимые пределы изменения. После их определения начинается поиск решения. Диалоговое окно на рис. 4 отображает процесс решения.

В процессе набора директивного задания при включении любого элементарного блока в план проверяются его геометрические взаимосвязи с окружающими элементарными блоками как в плане, так и по высоте. В плане на положение элементарного блока накладывается ограничение на недопущение разрывов сплошности совокупности элементарных блоков. По высоте – недопущение сокращения ширины рабочей площадки или бермы более заданного допуска. Для количественной оценки используются критерии ведения горных работ в карьере на рабочей площадке заданных размеров:

$$\sum_{t=1}^{m}\sum_{g=1}^{N_{гор}}\left(B_{tg}^{n}-\sum_{i=1}^{n}L_{tg}(\{Coo\}_i,\delta_{ti})\right)^2\to\min; \qquad (1)$$

и критерий выравнивания линии фронта горных работ по горизонтам карьера

$$\sum_{t=1}^{m}\sum_{g=1}^{N_{гор}}\sum_{i=1}^{n}\left(L_{tg}(\{Coo\}_i,\delta_{ti})-L_{tg}(\{Coo\}_{i-1},\delta_{ti-1})\right)^2\to\min; \qquad (2)$$

где B_{tg}^{n}, B_{tg}^{v} - нижняя и верхняя граница значений ширины рабочей площадки на g-ом горизонте; $L_{tg}(\{Coo\}_i,\delta_{ti})$ - функция вычисления средневзвешенной ширины рабочей площадки набранных в t-ом интервале элементарных блоков по их координатам {Coo}.

$$\delta_{ti}=0, если\ \vec{R}(\{Coo\}_i,b_{ig},\{Coo\}_l,b_{l,g-1},\delta_{1,...,t,l}=0)\in\vec{R}_h \text{ и } R\le B_{tg}^{m}, \qquad (3)$$

$t=1,\ldots,m,\ g=1,\ldots,Nrop$

где $\vec{R}(\{Coo\}_i,b_{ig},\{Coo\}_l,b_{l,g-1})$ - функция вычисления вектора от центра i-го элементарного блока до лежащего над ним на вышележащем горизонте g-1 l-ого элементарного блока; $\vec{R}_h$ - множество всех векторов, направление которых совпадает с направлением развития горных работ; R - скалярное значение вектора $\vec{R}$; B_{tg}^{m} - допустимое сближение фронта горных работ на смежных горизонтах, должно быть не менее бермы безопасности. Суть выражения заключается в том, чтобы принудительно сбросить признак δ выбора в план t-го периода i-го элементарного блока в случаях, корда вектор к l-му блоку совпадает с направлением развития горных работ, расстояние к нему меньше заданной и этот блок еще не включен в разработку ранее.

Если требования выбранной модели не выполняются, показатель эффективности варианта увеличивается на штрафную функцию, зависящую от отклонения. Если технологические или количественные ограничения несовместны, предлагается изменить данные для расчета. Процесс продолжается до получения приемлемого результата. Из-за объективно существующей неравномерности размещения руд в недрах всегда имеет место неравномерное развитие фронта горных работ по уступам и участкам карьера. Технолог должен определить сам компромисс между точностью набора плановых показателей и равномерностью фронта горных работ. Предлагаемая инструментальная система яв-

ляется хорошим помощником при выравнивании линии фронта горных работ в карьере.

После получения результата, удовлетворяющего работников технического отдела, осуществляется вывод табличных и графических данных плана развития горных работ. Разработанный план горных работ приведен на рис. 5. Как видно из рис. 5, в меню можно выбрать печать таблицы или черчение графических данных. Работа с графикой предусмотрена в режимах вывода графических данных в формате DXF, вывод на плоттер и вывод на лазерный принтер, поддерживающий язык HP-GL/2. В процессе диалога можно выбрать состав информации, которая будет вычерчиваться. Для скважин детальной и эксплуатационной разведки динамично задаются состав, цвет и место надписей возле их положения на плане.

В полном объеме инструментальная система прошла испытания на медно-молибде-новом комбинате "Ерденет" при разработке годовых планов горных работ на 1996-1998 гг. Доказана работоспособность, надежность и устойчивость работы системы в разных режимах эксплуатации, допустимая точность подсчета запасов и правильность набора плановых объемов горных работ по участкам и горизонтам. По данным участков с известными показателями установлено, что погрешность подсчета запасов меньше 2.7%, отклонения вычисленных показателей руды наблюдали в третьем - четвертом знаке. При этом ввод координат по 8 горизонтам с плана 1:5000 при помощи дигитайзера занимает 15 мин, с плана 1:2000 - 48 мин. Во втором случае повышается точность ввода данных, но требуется дополнительное время на смену базы дигитайзера и перемещение плана по планшету. Выбор геологических данных занимает 5-8 мин. Построение блочной модели по всем горизонтам требует 8 мин., подсчет запасов - 7 мин, оптимизация 8-25 мин в зависимости от глубины поиска. Таким образом, пробный вариант годового плана может быть получен через 45 мин.

Обеспечение согласованного развития фронта горных работ в рабочей зоне карьера проверяли на примере карьера ЮГОК. Современная его глубина составляет 300 м, что соответствует 20-25 уступам. Наличие автомобильного и железнодорожного транспорта, пунктов перегрузки, узкие рабочие площадки усложняют задачу выравнивания фронта горных работ и требуют тщательной проработки взаимосвязанного повигания смежных уступов рабочей зоны карьера из-за необходимости жесткой привязки добычных блоков к транспортным коммуникациям. С помощью разработанных программ на основе многовариантного анализа предложено решение, которое позволило увеличить плановую добычу руды на 43 тыс. т за счет перераспределения объемов вскрыши по горизонтам карьера.

Коротко об авторах

Вилкул Ю.Г. – доктор технических наук, профессор,
Давидкович А.С. – доктор технических наук, профессор,
Коробко В.Н. – доктор технических наук, профессор,

Криворожский технический университет, Украина.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА			
МУРАЕВ Юрий Дмитриевич	Технико-технологические особенности применения структурированных газожидких смесей при разведочном бурении	25.00.14	д.т.н.