

Информационные сети горно-обогатительных комбинатов, критерии их оптимизации и проблемы автоматизированного проектирования

Назаренко В.М., академик МАКНС, докт. техн. наук,
Купин А.И.

На современном этапе развития горно-добывающей и горно-перерабатывающей отраслей промышленности Украины, в условиях рыночной экономики при все более возрастающей конкуренции между производителями как на внутреннем так и на внешнем рынках, а также при общем резком удорожании или дефиците энергоресурсов, вопросы, связанные с повышением качества подготовки руд и их обогатимости вновь обрели свою актуальность. В этой связи можно отметить целый ряд факторов. Выделим лишь основные из них.

Как известно, значительная доля издержек для горно-обогатительного производства приходится на такие статьи затрат как энергоресурсы, затраченные на производство конечной продукции (концентрат, окатыш); заработная плата персонала и т.д. Однако, есть ли ресурсы для снижения издержек, а, следовательно, себестоимости конечной продукции и повышения ее конкурентоспособности, именно за счет вышеперечисленных статей?

Если, ранее еще 5-10 лет назад, энергоресурсов (электроэнергия, газ, кислород) стоимость, а, следовательно, и удельный вес в себестоимости конечной продукции, были относительно невысокими. Например, доля электроэнергии в себестоимости 1 тонны произведенного концентрата, по данным Ингулецкого ГОКа за 1985г. [1], составляла около 10%. Сейчас, в условиях рыночной экономики, удельный вес все той же электроэнергии уже достигает 30% (по показателям Ингулецкого ГОКа за 1997г.).

С другой стороны, применительно к условиям горным отраслям промышленности здесь нельзя не отметить еще один важный аспект. Дело в том, что доля заработной платы в себестоимости конечной продукции на горно-рудных предприятиях Запада довольно высока и доходит до 50% (для сравнения, на наших предприятиях не более 4-6%). Кроме этого, повышенная опасность получения производственных травм, профессиональных заболеваний, общая вредность такого производства - влечет за собой дополнительные выплаты из различных фондов страхования и т.д.

Таким образом, можно заключить, что определенные резервы для сокращения издержек производства в данном направлении все таки существуют. Однако если решению проблемы энергосбережения может

способствовать, например, внедрение энергосберегающих технологий, а также подсистем жесткого контроля и учета за энергопотреблением, то с долей заработной платы - намного сложнее. Пойти на «социально непопулярные» меры (сокращение численности персонала, урезание зарплаты, бесплатные отпуска и т.п.) сейчас очень не просто.

Все эти факторы вынуждают горно-обогатительные комбинаты (ГОКи) искать другие, более гибкие пути повышения конкурентоспособности своей продукции.

Одним из таких путей всегда было - повышение качества и комплексности переработки железосодержащих руд. Сейчас можно встретить различные подходы по решению данной проблемы. В данной статье затрагиваются вопросы, связанные с оценкой степени влияния информационных технологий на качество подготовки руд в условиях ГОКа.

Мировая практика свидетельствует [2], что использование в горном деле современных информационных технологий, их постоянное совершенствование и развитие, наряду с комплексной автоматизацией наиболее трудоемких производственных процессов, способствуют снижению затрат по оплате труда и прочим социальным выплатам за счет высвобождения излишней рабочей силы. Таким образом, себестоимость конечной продукции снижается, а ее конкурентоспособность растет.

Учитывая все эти предпосылки, а также тот факт, что вопросы научного подхода к созданию информационных сетей (ИС) на предприятиях горно-обогатительной отрасли промышленности пока еще слабо разработаны, Криворожским территориальным отделением Международной Академии компьютерных наук и систем совместно с кафедрой Информатики, автоматизации и систем управления Криворожского технического университета проводится комплекс исследований в данном направлении. Объектом наших исследований является - построение научной концепции для создания современной корпоративной информационной сети применительно к условиям горно-обогатительного комбината. Такая сеть должна позволить в режиме реального времени решать целый комплекс актуальных, на сегодняшний день, для данной отрасли производства задач, среди которых: оперативное управление производством; технико-экономическое планирование; управление качеством продукции; автоматизированный контроль и учет за расходом энергоносителей, а также рядом технологических компонентов и другие задачи. Как показывают предварительные расчеты, создание подобной ИС в условиях ГОКов, только на начальном этапе внедрения, должно привести к снижению себестоимости конечной продукции (концентрата), по меньшей мере, на 7%.

Наш подход, по проблеме формирования ИС в условиях ГОКа, заключается в выделении ряда, так называемых, локальных (частных)

критериев, приведение их к стоимостной форме и, лишь затем, путем построения и минимизации целевой функции, учитывающей все полученные локальные зависимости, синтезировать обобщенный критерий формирования корпоративной информационной сети в целом.

В [3] было приведено несколько таких локальных критериев. Однако, в ряду необходимо выделить, прежде всего, локальный критерий *устойчивости ИС*, характеризующий степень устойчивости проектируемой корпоративной информационной сети ГОКа к сбоям, отказам (в том числе из-за человеческого фактора, например, по причине несанкционированного доступа с умышленным или неумышленным нарушения работоспособности ИС), зависаниям ПО, перегрузкам, авариям коллизиям и т.д.

Дело в том, что именно этот критерий позволяет непосредственно оценить степень влияния конкретных характеристик проектируемой ИС ГОКа на качество подготовки руд.

В стоимостной форме данный критерий может быть выражен через сумму убытков, которые может понести комбинат в результате возможного отказа отдельного сегмента (сегментов) ИС или всей корпоративной сети ГОКа в целом.

$$S_y = (1 - K_1)A \cdot K_{ГК} (1 - K_2) Q_k \cdot T \Rightarrow \min,$$

где K_1 , K_2 - коэффициенты, характеризующие доли издержек, за счет снижения качества выпускаемой продукции и ее количества соответственно (по причине отказов или сбоев в ИС); $K_{ГК}$ - коэффициент готовности функционирования ГОКа; A - стоимость единицы продукции (грн./т); Q_k - плановая производительность ГОКа (т/час); T - время работы комбината в году (в часах).

Таким образом, степень влияния решений, применяемых при создании ИС ГОКа можно оценить через коэффициент K_1 . Однако, в этой связи, необходимо отметить, что точное вычисление коэффициентов K_1 , K_2 и $K_{ГК}$ - довольно затруднено, ввиду многофакторности последних. Поэтому, мы решили применить методологию имитационного моделирования для приближенного вычисления указанных величин, применительно к конкретной структурной схеме ИС, путем прогнозирования вероятности отказов сетевого оборудования, а также их возможных последствий.

Для построения математической модели ИС ГОКа будем использовать аналитическую модель открытой сети массового обслуживания (СМО). Тогда исследуемую ИС можно представить совокупностью конечного числа N обслуживающих приборов или узлов коммутации. Т.е. любое техническое устройство, входящее в состав ИС (например, сервер, рабочая станция, модем, датчик и т.д.) - является, в свою очередь, прибором для обслуживания в СМО. Структурная схема математической модели такой сети может быть представлена на рис.1. Здесь обозначения П1, П2, П3,..., ПN соответствуют номерам приборов для обслуживания.

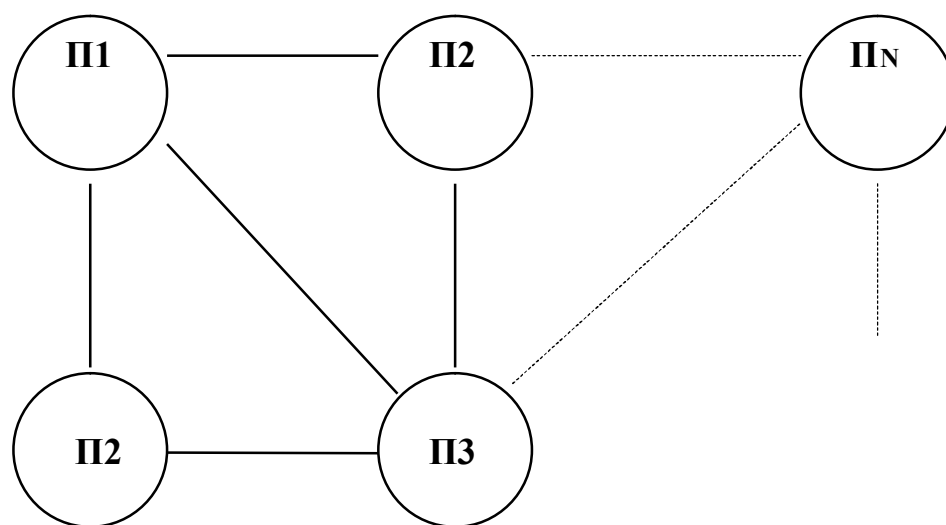


Рис.1

Пример структурной схемы ИС

Важной особенностью данной структурной схемы является то, что она не привязана к конкретной топологии проектируемой сети. Т.е., по сути дела, это - логическая схема. На практике это означает, что, к примеру, узел П1 может быть физически не связан с узлом П3, но логически они все равно связаны через промежуточные компоненты ИС (например, через П2, П4 или др.). По этой же причине, в данную схему могут не включаться абсолютно все технические компоненты проектируемой ИС, а только самые важные (ключевые) из них.

Для заданной структурной схемы проектируемой ИС строится матрица относительной стоимости отказов функционирования в виде:

$$\|C\| = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ \dots \\ c_N \end{bmatrix}, \quad (1)$$

Каждый элемент матрицы $\|C\|$, в свою очередь, является функцией, значение которой определяет долю конкретного узла ИС в изменении стоимости единицы конечной продукции ГОКа, вызванную выходом последнего из строя. Т.е. c_1 - доля первого узла, в случае его отказа, в изменении общей величины стоимости единицы продукции; c_2 - доля второго узла и т.д. c_N - доля N -го узла.

На основании заданной статистики отказов типовых узлов структурной схемы проектируемой сети (сервер, рабочая станция, маршрутизатор и т.д.) имитируется (математически) время отказа каждого узла. Далее, применяем принцип *особых состояний*, описанный в [4, 5]. Выбирается узел с минимальным (т.е. ближайшим) временным промежутком отказа и проводится расчет доли возможных издержек, за счет снижения качества выпускаемой продукции, вызванных отказом данного устройства. Расчет ведется с использованием конкретной зависимости из матрицы относительной стоимости отказов (1), для соответствующего номера узла. Теперь, снова определяется прибор с минимальным периодом отказа и производится аналогичный расчет показателей качества, но уже для нового объекта и т.д., пока не достигнуто заданное время моделирования.

Конечной целью работы всего алгоритма - является построение статистической (гистограммы) зависимости величины коэффициента K_1 для каждого прибора обслуживания на всем интервале времени моделирования. Далее, применив методы статистического анализа, необходимо получить граничное (критическое) значение коэффициента K_1 , а также предельный интервал его изменения, что позволит использовать полученные данные для оценочных практических расчетов.

Таким образом, применение, методов имитационного моделирования для оценки влияния проектируемой ИС на качество продукции, актуально в условиях ГОКа, а приведенная здесь методика, может быть использована на практике после некоторого уточнения и апробации в реальных условиях.

Список литературы.

1. Черная металлургия в 1990г. Систематизация технико-экономических показателей работы предприятий черной металлургии СССР: Сборник технико-экономических показателей по обогащению железных и марганцевых руд и окомкованию концентратов.- Кривой Рог: НИПИ МЕХАНОБРЧЕРМЕТ.-1990.
2. Компьютеры и системы управления в горном деле за рубежом / Ю.П.Астафьев, А.Г.Зеленский, Н.И.Горлов и др.-М.- Недра, 1989.- 264с.
3. Назаренко В.М., Елисеев А.К., Назаренко М.В., Купин А.И. Некоторые аспекты формирования корпоративных информационных сетей в условиях горно-обогатительного производства // Академический вестник.- 1998.- №1.- с.18-23.
4. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем.- К.: Выща школа, 1988.- 359с.
5. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления.- Л.: Энергоиздат.Ленингр. отд-ние, 1982.- 287с.