

2. Рыльникова М.В., Корнеев С.А. Конструирование и типизация горнотехнических систем при комбинированной разработке рудных месторождений // Russian mining. 2004. № 6.
3. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Блюм Е.А. Принципы формирования и параметры горнотехнических систем при комбинированной геотехнологии // Горный журнал. 2005. № 3.
4. Рыльникова М.В., Петрова О.В., Красавин А.В. Геомеханическое обоснование высоты открыто-подземного яруса при комбинированной разработке рудных месторождений // Комбинированная геотехнология: масштабы и перспективы применения: Сборник трудов. Магнитогорск: МГТУ, 2006.

УДК 622.271.4

С. Ж. Галиев, А. А. Бояндинова, Ж. А. Бояндинова,
Е. А. Шабельников, К. К. Жусупов, Е. Н. Татишев

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРНОТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ НА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ

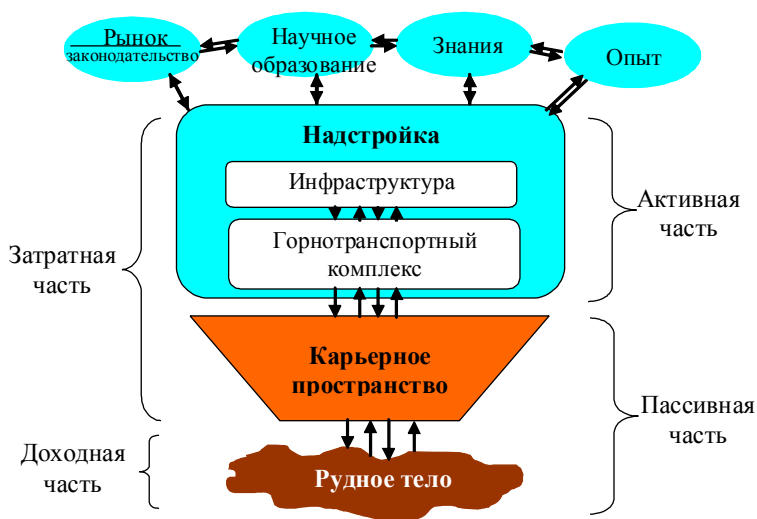
На современном этапе развития традиционного подхода к планированию и управлению на предприятиях с открытой добычей твердых полезных ископаемых достигнуты почти предельные показатели использования ресурсов в производственных процессах. Уровень эффективности использования основного технологического оборудования не превышает 0,15–0,40; продуктивного времени работы персонала – 0,20–0,30; материальных ресурсов – 0,40–0,60. По использованию среднегодовой производственной мощности горнодобывающих предприятий Казахстана данный показатель в среднем по отрасли составляет 73,5% при минимальных значениях по отраслям на уровне 4,0–5,0, 49,4–61,4 и 56,4–69,3% за 2002–2003 годы [1].

Низкая эффективность использования технического потенциала объясняется специалистами

как результат несоответствия между целями, функциями и компетенцией руководителей на всех иерархических уровнях управления предприятием, а также недостаточной разработанностью научной и методической базы совершенствования структуры управления горнодобывающим предприятием, приводящим в большинстве случаев к принятию управленческих решений на основании опыта и интуиции руководителей. В рамках последнего необходимо и актуально дальнейшее развитие комплексного подхода к оценке эффективности организации горнотранспортных работ на предприятиях. В данной работе описывается один из прогрессивных в этом плане подходов в решении данной проблемы, реализуемых в рамках интегрированной автоматизированной системы управления горнодобывающим предприятием как геотехнологическим комплексом.

Принципиально важно при реализации принятого подхода обеспечить возможность комплексной и обобщенной оценки отдельных операций производственных процессов. В основе подхода должен лежать главный обобщенный критерий эффективности предприятия как единого природно-технологического комплекса. Общее схематичное представление объекта исследования в виде структуры геотехнологического комплекса представлено на рисунке.

С точки зрения экономики, рассматриваемая система подразделяется на две основные части – «Доходную», обеспечиваемую в ходе реализации подсчитанных промышленно осваиваемых запасов полезного ископаемого, и «Затратную», представляющую



Схематичное представление геотехнологического комплекса как объекта исследования

собой суммарные затраты на добычу и извлечение полезного компонента.

Одним из основных принципов формирования автоматизированной корпоративной системы управления геотехнологическим комплексом является сопоставимость по структуре, формату и содержанию информационных потоков, циркулирующих в корпоративной системе управления и в процессе имитационного моделирования работы горнотранспортного комплекса. Это необходимо для того, чтобы с помощью имитационных моделей работы экскаваторно-автомобильного и экскаваторно-железнодорожного транспорта можно было анализировать и оценивать фактическую организацию работы реального оборудования. На основе этого реализуется идея проведения экспертной оценки вариантов работы горнотранспортного комплекса по информации, получаемой посредством системы «АДИС».

Методическая суть экспертной оценки эффективности процессов планирования и организации работы горнотранспортного комплекса заключается в следующем:

- планирование горнотранспортных работ на основе имитационного моделирования посредством информационного программно-методического комплекса автоматизированного планирования горнотранспортных работ на карьере – ИПМК «Планирование ГТР»;
- в процессе планирования реализуется оптимизация параметров и организации работы горнотранспортного комплекса;
- запланированный вариант реализуется на реальном объекте путем задания плановых показателей и требований;
- информация по фактической реализации планируемого варианта (о фактическом варианте) формируется из ежесменной текущей отчетности системы АСД ГТР «АДИС»;
- выполняется сравнительный анализ планового, фактического и экспертного вариантов;
- намечается комплекс мер, направленных на повышение эффективности работы горнотранспортного комплекса;
- с учетом выполненного анализа и намеченного комплекса мер осуществляется имитационное моделирование и оптимизация по возможному варианту организации горнотранспортных работ;
- обосновываются новые плановые показатели.

Общая информация, рассматриваемая в процессе анализа запланированного, реализованного и полученного в результате оптимизации вариантов работы ГТК в рамках одной из смен, представлена в **таблице**.

Как видно из таблицы, сравнительный анализ выполняется по таким основным технико-экономическим показателям работы горнотранспортного комплекса, как: объемы выполненных работ по руде и вскрыше; показатели эксплуатации основного технологического оборудования – коэффициенты использования, время рейса транспортных средств, пробег, расстояние транспортирования и высота подъема горной массы; энергорасход на выемку и транспортирование (электроэнергия, топливо); экономические критериальные показатели – общий и удельный расход, условный экономический эффект.

Экспертный вариант представляет собой наиболее эффективный с точки зрения экономики вариант работы горнотранспортного комплекса, фактически реализованный в течение определенного пользователем периода. Этим периодом может быть текущая неделя или текущий месяц и т.д. Экспертный вариант извлекается из базы данных

Экспертная оценка эффективности планирования и организации работы горнотранспортного комплекса

Показатели	Варианты		
	Планируемый	Фактический	Экспертный
Количество экскаваторов в работе	4	4	4
Объем погруженной горной массы, м ³	18834	20094	20988
То же руды, т	12420	13457	16769
—»— скалы, м ³	15467	16534	16533
—»— рыхлой, м ³	—	—	—
Коэффициент использования экскаваторов	0,67	0,71	0,72
Рабочий парк автосамосвалов	8	8	8
Среднесменный пробег, км	95,18	121,5	103,1
Средневзвешенное расстояние транспортирования, км	2,5	2,45	2,4
Средневзвешенная высота подъема, м	43,3	42,1	41,7
Коэффициент использования автосамосвалов	0,89	0,91	0,94
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	—	—	—
Удельный расход топлива, г/ткм	129,2	125,4	123,8
Общий расход топлива, т			
Суммарные затраты по ЭАК, тыс. тенге	26020,3	21994,4	22,3
Удельные текущие затраты на 1 м ³ горной массы, тенге	23,96	22,63	21,80
Условный экономический эффект, млн тенге/год	920,0	1251,4	1579,9

сервера автоматизированной корпоративной системы управления геотехнологическим комплексом (АКСУ ГК) и показывает потенциальные резервы, которые можно было использовать, и дополнительно представляет возможность анализа причин отклонений планируемого варианта от фактического и их обоих от наилучшего за период.

Наиболее эффективно и целесообразно проводить экспертную оценку работы горнотранспортного комплекса в рамках технологически стабильного периода, когда степень сопоставимости наиболее высока. Однако благодаря общим критериальным показателям принципиально сопоставимы практически все возможные варианты.

Анализ максимального положительного, отрицательного и средневзвешенного отклонений показателей от плана и экспертного варианта позволяет сделать вывод о степени качества и адекватности планирования, о нарушениях в организации работы по запланированному варианту, о недооценке тех или иных факторов и т.д.

В рамках экспертной оценки для анализа и исследований пользователем могут быть задействованы практически все остальные подсистемы – составные части АКСУ ГК. В данном случае отклонения фактических показателей от экспертных и плановых являются лишь следствиями тех недостатков, которыми обладает геотехнологический комплекс в целом, и первыми ориентирами в поиске реальных путей повышения эффективности его функционирования. Причины же этих отклонений должны быть тщательно проанализированы на предмет горно-геологического и экологического состояния в карьерном пространстве, поиска недостатков в организации горнотранспортных работ, приводящих к простоею и неэффективному использованию основного технологического оборудования, соответствия горнотехнических условий условиям и режимам его эксплуатации, исследования имеющегося потенциала в повышении эффективности управления геотехнологическим комплексом.

Другим важным элементом экспертной оценки является сравнение фактических значений нормируемых показателей с существующими или принятыми на предприятии нормативными показателями. Для этого в базе данных экспертного анализа должны содержаться данные по нормативным показателям. Многие из нормативных показателей, такие как норма энергорасхода на железнодорожном транспорте, норма расхода топлива на автомобильном транспорте, могут пересчитываться в зависимости от конкретных условий эксплуатации горнотранспортного комплекса.

Одним из наиболее эффективных разделов экспертной оценки является раздел, предусматривающий применение метода имитационного моделирования. На модели воспроизводится порядок и последовательность работы горнотранспортного комплекса в анализируемой смене. При этом хорошо выявляются нелогичные операции, реализованные отдельными единицами оборудования или неверно принятое решение в управлении работой горнотранспортного комплекса.

Сравнение большинства показателей, рассматриваемых в рамках экспертной оценки, позволяет отыскивать потенциальные резервы в организации работы горнотранспортного комплекса, а определяющими являются экономические показатели – удельный текущий расход и условный экономический эффект.

Модуль «Технико-экономический анализ» является составной частью интегрированной системы автоматизированного корпоративного управления геотехнологическим комплексом «Джеттыгара». Он предназначен для расчета экономической эффективности функционирования геотехнологического комплекса на открытых разработках. Применение модуля осуществляется либо совместно с информационно-программным комплексом имитационного моделирования работы горнотранспортных систем карьеров ИПК «СЕВАДАН», либо по результатам автоматизированного сбора текущей информации о работе реально функционирующего горнотранспортного комплекса, получаемой посредством автоматизированной системы диспетчеризации на основе спутниковой навигации «АДИС».

Применительно к исследованиям на основе моделирования работы горнотранспортного комплекса с использованием ИПК «СЕВАДАН», после прогона, основываясь на полученных результатах, пользователь может оценить работу комплекса либо с точки зрения себестоимости горнотранспортных работ, для чего используется интегрированный критерий в виде показателя удельных текущих затрат, либо ориентируясь по величине дохода от реализации выработанной предприятием продукции. Во втором случае в рамках предложенного программно-методического комплекса необходимо обратиться к подменю «Условный экономический эффект», которое становится доступным при наличии результатов моделирования в главном меню «Моделирование».

Суть подхода к интегрированной комплексной оценке экономической эффективности функционирования горнотранспортного комплекса заключается в расчете условной прибыли предприятия как геотехнологического комплекса от реализации

продукции, производимой предприятием за рассматриваемый период времени, за вычетом затрат на горнотранспортные работы. Объем продукции определяется объемом извлеченной руды, а затраты складываются из всех расходов, связанных с извлечением всего объема горной массы.

Величина дохода вычисляется по следующей формуле:

$$Dx = \frac{V_{г.м}^{\phi.м} K_p B_n C_n}{(1 + K_{вск}) 100}, \quad (1)$$

где Dx – доход; $V_{г.м}^{\phi.м}$ – годовой объем извлекаемой горной массы, получаемый по результатам моделирования, тыс.м³; K_p – показатель плотности руды, т/м³; B_n – показатель выхода продукта с 1 т руды, %; C_n – цена на 1 т продукта на рынке сбыта, тыс. тенге; $K_{вск}$ – коэффициент вскрыши.

Затраты включают в себя выраженные в денежной форме расходы всех видов ресурсов, необходимых для реализации планируемого объема горнотранспортных работ.

Расчет экономической эффективности горнотранспортных работ выполняется автоматически, а блок «Расчет» необходим в том случае, если данные отражены в однострочных редакторах изменений и нужно пересчитать их выходные значения. То есть, чтобы посмотреть производительность ГТСК по горной массе за смену с новыми значениями, нужно будет изменить значения в однострочных редакторах и запустить в работу блок «Расчет».

Исходя из предложенной структуры рассмотрения геотехнологического комплекса, предлагается и подход к оценке экономической эффективности его функционирования. При этом величина возможных доходов предприятия устанавливается по установленной производительности горнотранспортного комплекса по горной массе за рассматриваемый период (технологически стабильный период, месяц, квартал, год или произвольный период). Далее, исходя из принятого на предприятии или установленного в результате каких-либо дополнительных расчетов коэффициента вскрыши, определяется объем извлеченной руды за данный период времени. Этот показатель может корректироваться показателем разубоживания руды, значение которого принято на предприятии. Зная объемный вес и выход основного компонента из одной тонны руды, вычисляется объем получаемой продукции. Учитывая современные цены на получаемую продукцию и установленный ее объем за рассматриваемый период, получаем об-

щий возможный доход от реализации продукции предприятием. В данном случае нет необходимости иметь высокую степень точности расчетов в плане учета всех имеющихся затрат, так как основной целью является оперативный учет только тех из них, которые являются непосредственными производными от показателя устанавливаемой в процессе моделирования сменной или средне-сменной производительности горнотранспортного комплекса в рамках общесистемного подхода. Все остальные затраты могут в данном случае быть проигнорированы, так как принимаются относительно неизменными и на ход оптимизации параметров работы горнотранспортного комплекса влияния практически не имеют.

Таким образом, зная реакцию горнотранспортной системы на реализацию тех или иных решений организационного, технического, технологического и экономического плана, выразившуюся в изменении производительности технологического комплекса, можно условно оценить и реакцию на данное решение показателя общего дохода предприятия от реализации измененного объема продукции.

Изменения производительности технологического комплекса от принимаемых различных решений ведут к изменению величины затрат, связанных с выполнением фактического объема горнотранспортных работ. Объем этих изменений нужен для определения прибыли предприятия от реализации получаемой продукции в каждом из вариантов, а характер изменения затрат по статьям текущих и других единовременных расходов необходимо знать для выявления характера зависимостей между принятыми мерами и изменениями тех или иных статей интегрированных расходов. В связи с принятием такого условия разница между величиной дохода от реализации полученного объема продукции и объемом текущих и единовременных затрат на обеспечение работы горнотранспортного комплекса в рамках предложенного подхода воспринимается как «Условный экономический эффект».

Таким образом, если обозначить через Π_0 доходы, обеспечиваемые от реализации полученной продукции при данном варианте работы технологического комплекса, а через $\sum Z_{м.з}$ – сумму всех текущих и единовременных затрат на организацию работы и функционирование горного и транспортного оборудования по нему, то формализованный расчет «Условного экономического эффекта» можно представить следующим образом:

$$\mathcal{E}_{усл} = \Pi_0 - \sum Z_{м.з}. \quad (2)$$

В случае необходимости сравнения между собой нескольких вариантов организации горно-транспортных работ или когда исследования направлены на совершенствование некоторого базового варианта вводится такой показатель, как «Относительный экономический эффект», рассчитываемый по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{отн}} = \mathcal{E}_{\text{усл}}^B - \mathcal{E}_{\text{усл}}^n, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{отн}}$ – относительный экономический эффект от реализации нового варианта, млн тенге; $\mathcal{E}_{\text{усл}}^B$ – затраты по базовому варианту, млн тенге; $\mathcal{E}_{\text{усл}}^n$ – затраты по новому n -му варианту, млн тенге.

Более детальный порядок и физический смысл расчетов по данным двум формулам представлен в работах [2, 3].

Комплекс проведенных исследований с использованием данного программно-методического обеспечения показал высокую степень чувствительности заложенной в нем экономико-мате-

матической модели к изменению горнотехнических и горно-геологических условий, а также внутренних параметров режима эксплуатации горнотранспортных систем карьеров, что позволяет на высоком уровне обосновывать различные технические, технологические, организационные и экономические решения. С использованием данного модуля могут успешно решаться задачи оценки эффективности инвестиционных проектов, направленных на совершенствование организации и реконструкцию горных работ как по эксплуатации крупных, так и средних и малых месторождений полезных ископаемых.

В целом данный подход является эффективным при обосновании практически любых мер организационного, технологического, технического и экономического плана, направленных на усовершенствование системы управления геотехнологическим комплексом и повышение эффективности его функционирования.

Библиографический список

1. Основные средства и нематериальные активы Республики Казахстан. 1999–2004: Статистический сборник / Под общ. ред. Ю.К. Шокаманова. Алматы, 2005. 188 с.
2. Галиев С.Ж., Рамазанов Б.М., Бекпеисова Н.С. Оценка экономической эффективности работы горнотранспортных комплексов карьеров // Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». Караганда, 1998. С. 473–476.
3. Ахмедов Д.Ш., Баймухаметова Г.К., Бояндинова А.А., Долженков П.А. Общий подход к оценке эффективности работы автотранспорта // Труды VIII Международной научно-технической конференции «Проблемы карьерного транспорта», 20–23 сентября 2005 г. Екатеринбург, 2005. С. 6.

УДК 622.2

В. Н. Калмыков, А. А. Зубков

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИСТЕМАМИ С ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА

При разработке ценных руд наибольшее распространение получили камерные системы разработки с твердеющей закладкой, которые, однако, характеризуются низким коэффициентом использования рудной площади вследствие увеличения срока очистных работ в блоке за счет процесса закладки и твердения массива и соответственно ограниченной интенсивностью горных работ. В современных условиях, при росте дефицита сырья для металлургической промышленности, ставится задача повышения интенсивности горных работ, решение которой возможно за счет: применения более производительного горного оборудования

на подготовительно-нарезных и очистных работах; организации производства работ на нескольких горизонтах; сокращения сроков закладки и твердения материала, совмещения подготовительно-нарезных работ в смежных блоках с процессом формирования искусственного массива; оптимального раскроя шахтного поля и выбора рационального порядка отработки его запасов.

Анализ опыта подземной разработки показал, что на большинстве отечественных горнодобывающих предприятий при применении камерных систем используются комплексы современного мощного самоходного оборудования, и резерв по-