

1. O'Sullivan, Arthur; Steven M. Sheffrin (2003). Economics: Principles in action. - Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Prentice Hall. - P. 152.
2. Вилкул Ю.Г., Азарян А.А., Азарян В.А., Колосов В.А. Качество железорудного сырья подземной и открытой добычи как основа конкурентоспособности горнодобывающей промышленности Украины // *Металлург. и горноруд. пром-сть*. -2012. - № 5.- С.1 -4.
3. Лукьянчиков Н.Н. Экономика обогащения железных руд. – М. Недра, 1982. – 152 с.
4. Лукьянчиков Н.Н. Экономико-организационный механизм управления окружающей средой и природными ресурсами. –М.: НИИ-Природа. – 1998. – 236 с.
5. Кармазин В.И. Обогащение руд черных металлов. – М.: Недра, 1982. – 216 с.
6. Ostapenko P.E. Theory and practice of enrichment of iron ore. - M. Nedra, 1985.-270 p.
7. Гагут Л.Д. Экономическая эффективность повышения качества железорудных окатышей. - М.: *Металлургия*, (Б-чка рабочего-металлурга. Основы экономических знаний).- 1987. - 64 с.
8. Грицина А.Е., Драгун Б.Т., Самохина О.В. Методологические аспекты определения цен на железорудную продукцию и приплат скидок за содержание железа с учетом металлургической ценности // *Вісник КТУ*. – Кривий Ріг, 2007. – Вип.16. – С. 251 -259.
9. Перегудов В.В., Грицина А.Е., Драгун Б.Т., Протасов В.П. Экономические аспекты повышения качества железорудного сырья // *Качество минерального сырья / Сб. научн. тр. – Кривой Рог, 2011. - 455 с.*
10. Evanio Gariglio, Dauter Oliveria, Washington Mafra, et all., Instituto Argentino de Siderurgia, Evaluation of iron ore value in use for DR/EAF processes - CVRD experience, Proceedings of the 5th Ironmaking Conference: Washington Meeting, April 6-9, 1986 (Ironmaking Conference//Proceedings, Volume 45).
11. Trafigura Beheer B.V., Amsterdam, Branch Office Lucerne (2008, 2009, 2011)/Purchase contracts.

Рукопис подано до редакції 17.03.13

УДК 65.0(075.8)

С.О. ПОПОВ, д-р техн. наук, С. М. ПЕТКУН, аспирант
ГВУЗ "Криворожский национальный университет"

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЕКТНООРИЕНТИРОВАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Разработаны основы методики определения экономической эффективности использования автоматизированных систем программно-целевого управления проектами на подземных рудниках.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время в области реализации различных производственных проектов в горнодобывающей отрасли промышленности наблюдается все более широкое использование систем автоматизированного управления различного направления. Одной из наиболее важных среди таких систем являются системы программно целевого управления (СПЦУ). Работа СПЦУ основывается на разработке в автоматизированном режиме сетевых графиков выполнения сложных производственных проектов, оптимизации этих графиков по времени реализации проектов, их стоимости и распределению ресурсов.

Одной из актуальных проблем, которая возникает в связи использованием СПЦУ для решения таких задач, является определение их экономической эффективности. Решение этой проблемы представляет основу обоснования целесообразности разработки и применения СПЦУ.

Анализ исследований и публикаций. Выполненный анализ существующих публикаций по этой проблеме [1-4] показал следующее. В настоящее время существует много работ по проблеме оценки экономической эффективности использования информационных систем в управлении горнодобывающим производством в целом. Однако, подходы, которые используются в этих работах, рассматривают проблему эффективности с точки зрения снижения затрат на сам процесс подготовки и реализации проектов. При этом, отсутствуют разработки, которые позволяли бы оценить эффективность применения этих систем с точки зрения экономических результатов их использования по изменениям экономических характеристик продукции, которая по-

лучается в результате реализации соответствующих проектов.

Постановка цели работы. Исходя из выше изложенного целью настоящей работы является разработка методических основ оценки экономической эффективности использования СПЦУ на базе определения результирующих экономических характеристик продукции горнодобывающих предприятий, в частности для подземных железорудных шахт.

Описание результатов работы. В зависимости от характера задач, которые решаются на горнодобывающих предприятиях, экономический эффект от внедрения СПЦУ может быть получен по следующим направлениям их проектно-ориентированной деятельности: увеличение объема добычи руды; увеличение концентрации горных работ; уменьшение объема горнокапитальных, подготовительных, нарезных выработок и буровых работ; высвобождение части горного оборудования; увеличение производительности труда горнорабочих; сокращение продолжительности ремонтных, монтажных и других вспомогательных работ.

Определение экономической эффективности от увеличения объема добычи руды. Экономическая эффективность по этому направлению применения СПЦУ может быть рассчитана по формуле

$$П = T(C - Z_y) - D\Phi - Z_u \quad (1)$$

где $П$ – годовая добавочная расчетная прибыль предприятия от реализации товарной железорудной продукции, произведенной из дополнительно добытой руды, тыс.грн; T – количество товарной продукции, полученной за год из дополнительно добытой руды, тыс.т; C – договорная цена 1 т товарной руды, грн/т; Z_y – условно переменные затраты на производство 1 т товарной руды в базовом периоде, грн; D – количество дополнительно добытой руды в год, тыс.т; Φ – фиксированные платежи в бюджет за 1 т добытой руды, грн; Z_u – годовые затраты на интенсификацию работ по критическим направлениям, тыс. грн.

Для использования формулы (1) необходимо прежде всего выявить прирост добычи, который будет получен в результате внедрения СПЦУ. При ограниченной рудной площади месторождения методы СПЦУ позволяют увеличить активный фронт горных работ. Так, упорядочение и оптимизация схемы очередности отработки блоков, соблюдение расчетной продолжительности их отработки, интенсификация работ по критическим направлениям приводят к увеличению количества блоков, из которых можно одновременно добывать руду. При ограниченной рудной площади, когда горные работы одновременно ведутся по всей длине месторождения, увеличение количества работающих блоков на этой же площади означает ускорение отработки месторождения. При прочих равных условиях производственная мощность рудника прямо пропорциональна количеству блоков (камер), из которых добывается руда (фронт очистной добычи). Поскольку количество блоков, находящихся в эксплуатации, по месяцам неравномерно, для сравнения учитывается среднее значение этого показателя за несколько месяцев, например за квартал.

От фронта очистной добычи руды следует отличать фронт горных работ. Последний показывает количество блоков (камер), в которых могут одновременно производиться горные работы. Обычно на разных стадиях: нарезки, разбуривания, добычи, закладки могут находиться в среднем 20 выемочных единиц. Дальнейшие возможности увеличения добычи руды, выявленные в результате применения сетевых графиков, представляют собой с точки зрения экономического эффекта «экономический потенциал», который предстоит реализовать путем решения задачи своевременного вскрытия нижележащих горизонтов.

При определении этого эффекта необходимо определить, насколько возрастет количество блоков, которые смогут одновременно находиться в стадии очистной выемки после внедрения СПЦУ. Для того чтобы подсчитать, из скольких блоков можно будет добывать руду, например, через год, необходимо пересчитать сетевой график по его ожидаемому состоянию через год. Затем сделать выборку из сетевого графика, сколько блоков будет находиться через год на стадии очистных работ. К ним следует отнести блоки, в которых будут полностью завершены все подготовительные работы и могут начаться очистные работы. Такой же расчет можно выполнить для определения ожидаемого расширения фронта очистных работ не только через год, но через любой другой промежуток времени.

Другим источником увеличения производственной мощности рудника при применении СПЦУ является интенсификация подготовительных работ на горизонтах и в отдельных блоках.

В случае, если СПЦУ применяется для комплексов по подготовке новой забойной площади, необходимым фронтом очистных работ на будущее время задаются заранее, исходя из запланированного роста производственной мощности рудника. На основании этого определяют расчетные завершающие сроки в сетевом графике подготовительных работ. Затем рассчитывают сетевой график и проверяют, какое количество новых блоков можно будет своевременно (в соответствии с расчетными сроками) подготовить.

При применении СПЦУ для комплексов по подготовке новой забойной площади можно ожидать, что прирост фронта очистных работ будет превышать прирост фронта горных работ, поскольку наряду с увеличением количества блоков, подготавливаемых к очистным работам, сокращается продолжительность их подготовки.

Применение сетевых графиков хотя и в разной степени, но всегда связано с необходимостью интенсификации горных работ в критических блоках или по отдельным выработкам. Здесь может быть два случая. Первый, когда ускорение работ осуществляется за счет применения сетевых графиков, например, сокращение продолжительности отработки блоков (камер) может достигаться за счет применения сетевых графиков при подготовке блоков. Эффект от интенсификации достигается за счет оптимального распределения ресурсов. Второй случай, если для ускорения работ по критическим направлениям нужны дополнительные затраты. Характер этих затрат может быть различным. Чаще всего это затраты на приобретение более производительного оборудования. Тогда значение Z_u в формуле (1) можно определить так

$$Z_u = 0,01K(P + A) \quad (2)$$

где K – капитальные вложения на приобретение дополнительного оборудования, тыс.грн; P – установленный предприятию процент платы в бюджет за основные фонды; A – средний процент амортизационных отчислений на полное восстановление от стоимости забойного оборудования (за вычетом той части, которая оставляется в распоряжении предприятия).

Определение экономической эффективности от концентрации горных работ. Для того чтобы не допустить снижения производственной мощности рудника при концентрации горных работ, необходимо увеличить интенсивность горных работ в отдельных блоках и забоях. Такая интенсификация может быть достигнута в результате внедрения СПЦУ.

Производственный эффект от концентрации горных работ проявляется в уменьшении задела горнокапитальных, подготовительных, нарезных и буровых работ, уменьшении затрат на поддержание горных выработок, высвобождении части забойного и транспортного оборудования, увеличении производительности труда рабочих.

Определение экономической эффективности от уменьшения объема горнокапитальных, подготовительных, нарезных и буровых работ. Применение СПЦУ горнокапитальных работ позволяет выполнять их более интенсивно, в результате чего сокращается объем незавершенного строительства. Одновременно обеспечивается ввод в эксплуатацию новых капитальных выработок в установленные сроки.

Финансирование горнокапитальных работ лишь частично можно будет обеспечить за счет фонда развития производства. Определенную часть средств будут представлять централизованные капитальные вложения за счет прибыли предприятия, оставшихся после расчета с бюджетом и образования фондов предприятия.

За пользование этим источником до сдачи объектов в эксплуатацию предприятие процентов не платит. Поэтому сокращение объема незавершенного строительства, осуществляемого за счет меньшего привлечения централизованных капитальных вложений, прямо не отразится на результатах хозяйственной деятельности предприятия. Что касается эффективности от уменьшения объема незавершенного строительства, то она может быть подсчитана по формуле

$$Э_1 = \Phi E_n \quad (3)$$

где Φ – уменьшение стоимости незавершенного производства в результате применения СПЦУ, тыс.грн; E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Возможность своевременной сдачи горнокапитальных выработок в эксплуатацию, достигаемая в результате применения СПЦУ, имеет первостепенное значение. В конкретных условиях это позволяет не допустить спада добычи, отказаться от вынужденных неплановых решений при низких объемах подготовленных к выемке запасов (проходка слепых стволов, временных подъемов и т.п.). В зависимости от реально достигаемого производственного результата и под-

считывается экономическая эффективность от своевременной сдачи горнокапитальных выработок в эксплуатацию в результате применения СПЦУ.

Уменьшение задела горноподготовительных, нарезных и буровых работ сокращает потребность предприятия в оборотных средствах. Высвобождение оборотных средств может быть рассчитано по следующей формуле

$$O_{n/n} = (V_{n/n} - V'_{n/n})(C_{n/n} - \gamma C_{oc}) \quad (4)$$

где $O_{n/n}$ - оборотные средства, высвобождаемые в связи с уменьшением задела горноподготовительных и нарезных работ, грн; $V_{n/n}$ - объем горноподготовительных и нарезных выработок до внедрения СПЦУ, м³; $V'_{n/n}$ - то же, при применении СПЦУ; $C_{n/n}$ - плановая стоимость проходки горноподготовительных и нарезных выработок по статьям основных расходов (основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, отчисления от заработной платы на социальное страхование, материалы, энергия, амортизация оборудования), грн/м³; γ - средний выход руды (попутной добычи) при проходке выработок, т/м³; C_{oc} - плановая себестоимость добычи 1 т руды по статьям основных расходов, грн.

Для буровых объем высвобождающихся средств рассчитывается по формуле

$$O_o = (B - B')C_o \quad (5)$$

где B - длина буровых скважин в заделе до внедрения СПЦУ, м; B' - длина буровых скважин в заделе при применении СПЦУ, м; C_o - плановая стоимость 1 м бурения скважин, грн.

Фактическое изменение объема горноподготовительных, нарезных и буровых работ в заделе в результате применения СПЦУ определяется методом прямого расчета. Производится выборка всех блоков, находившихся в заделе до и после внедрения СПЦУ. Подсчитывают суммарный объем пройденных в блоках выработок и пробуренных скважин. Подсчитать ожидаемое уменьшение задела труднее. В первом приближении можно полагать, что задел будет уменьшаться пропорционально сокращению продолжительности подготовки блоков.

Общая экономическая эффективность подсчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_o = (O_n + O_n + O_o)E \quad (6)$$

Определение экономической эффективности от уменьшения затрат на поддержание преждевременно пройденных выработок. Этот эффект получается за счет уменьшения длины выработок при применении СПЦУ для организации и управления их проходкой. При этом величина уменьшения затрат на поддержание преждевременно пройденных горноподготовительных и нарезных выработок подсчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_3 = (P_n - P')C_n + (H - H')C_n \quad (7)$$

где \mathcal{E}_3 - годовая экономия средств в связи с уменьшением длины поддерживаемых выработок, грн; P, H - длина поддерживаемых подготовительных и нарезных выработок в базовом периоде (до внедрения СПЦУ), м; P', H' - то же, после внедрения СПЦУ, м; C_n, C_n - стоимость поддержания 1 м подготовительных и нарезных выработок в год по основным расходам, грн.

Если применение СПЦУ позволяет упорядочить отработку блоков и уменьшить горное давление на выработки, то экономическая эффективность будет равна разности между затратами на поддержание увеличенного объема выработок до внедрения СПЦУ и затратами на поддержание уменьшенного объема выработок при одновременном уменьшении стоимости поддержания каждого метра выработок после внедрения СПЦУ.

Определение экономической эффективности от высвобождения части забойного оборудования. Концентрация и интенсификация горных работ, проводимые на основе внедрения СПЦУ, позволяют улучшить показатели экстенсивного и интенсивного использования оборудования. В результате часть оборудования, используемого на горных работах, может быть высвобождена. Экономическая эффективность от высвобождения оборудования подсчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_e = 0,01B(P + A) \quad (8)$$

где \mathcal{E}_e - годовая экономическая эффективность от высвобождения части горного оборудования, тыс. грн; B - балансовая стоимость высвобождаемого оборудования, тыс. грн; P - установленный предприятию процент платы в бюджет за основные фонды; A - процент амортизационных отчислений.

Количество фактически высвобождаемого оборудования определяется по отчетным данным. Предположительное количество оборудования, которое можно будет высвободить в ре-

зультате внедрения СПЦУ и концентрации горных работ, определяется ориентировочно. С некоторым приближением можно считать, что потребность в оборудовании уменьшится пропорционально уменьшению количества действующих блоков при концентрации работ.

Определение экономической эффективности от увеличения производительности труда. Существенным источником снижения затрат предприятия при применении СПЦУ является рост производительности труда рабочих. Это достигается за счет уменьшения простоев, расширения фронта работ, ликвидации авральных работ. В условиях горных предприятий это касается в основном проходчиков. Поэтому получить экономический эффект можно в том случае, если на основе внедрения СПЦУ будут соответственно пересмотрены нормы выработки. Экономическая эффективность в этом случае определяется по формуле

$$\mathcal{E}_n = \left(1 - \frac{I_3}{I_m}\right) \Phi_3, \quad (9)$$

где I_3 – индекс роста средней заработной платы; I_m – индекс роста производительности труда в результате внедрения СПЦУ; Φ_3 – фонд (годовой) заработной платы рабочих, у которых увеличилась производительность труда в результате внедрения СПЦУ, тыс.грн/

Рост производительности труда проходчиков в результате организации работ в блоках по сетевым графикам определяется путем сравнения фактических результатов (после внедрения СПЦУ) и базовых данных (до применения СПЦУ) по одним и тем же бригадам.

Экономическая эффективность от сокращения продолжительности вспомогательных работ. В результате применения СПЦУ сокращаются продолжительность монтажа и ремонта оборудования, время на производство массовых взрывов и других работ, что позволяет увеличить добычу руды. Кроме того, следует ожидать увеличения производительности труда рабочих, занятых на этих работах. Формулы для расчета экономической эффективности по этим факторам соответственно видам и особенностям выполнения каждого вида такой работы.

Выводы. Одной из актуальных проблем, возникающих при разработке и внедрении СПЦУ реализацией горнотехнологических проектов является необходимость определения эффективности их использования. Это необходимо для определения допустимых затрат на внедрение таких систем и обоснования целесообразности их применения.

На основании анализа существующих разработок в данной области и выявления их недостатков предложен подход к решению данной проблемы, который характеризуется учетом не только эффективности получаемой за счет улучшения характеристик реализации самих проектов, но и того эффекта, который может быть получен как результат принятия оптимальных производственных решений за счет использования СПЦУ при разработке проекта.

Предложена методика решения задач определения изменений результатов каждого производственного процесса соответственно их последовательности в технологической цепи производства горнодобывающего предприятия. Каждый такой процесс, является в свое время объектом разработки проектов на каждой стадии производственной деятельности горнодобывающего предприятия.

В дальнейшем данная методика будет совершенствоваться за счет разработки методов оценки изменений результатов технологических операций, из совокупности которых формируются отдельные процессы, как объекты постоянно разрабатываемых новых проектов в течение многостадийной отработки запасов рудных месторождений.

Список литературы

1. Шафер Д., Фартелл Р. Управление программными проектами. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 1136 с.
2. Королюк Ю. Г. Ефективність інформаційних систем. – Чернівці: Чернівецький торговельно-економічний інститут, 2007. – 144 с.
3. Скрипкин К. Г. Экономическая эффективность информационных систем. – М.: Издательство "ДМК пресс", 2002. – 256 с.
4. Беркун С. Искусство управления IT-проектами. – Петербург: Издательство "Питер", 2007. – 400 с.

Рукопись поступила в редакцию 17.03.13