

где:  $K$  – числовой коэффициент, зависящий от свойств разрушаемой среды.

Анализируя формулы (14) и (16), следует отметить, что наличие в скважинном заряде ВВ [1] воздушного промежутка и отражателя из сыпучих материалов позволит снизить тепловые потери и интенсивностью дробления в ближней зоне от заряда и повысить тем самым эффективность использования энергии взрыва.

При условии  $\sigma_* = E\varepsilon_*$  - хрупкое разрушение, формула (21) примет вид:

$$\langle x \rangle = K(\sigma_* / E)(V / Q)^\alpha. \quad (22)$$

теоретически оптимальный случай для процесса взрывного разрушения, если  $\Delta Q = 0$ , тогда согласно [3; 4]:

$$\langle x \rangle_{opt} = \sigma_*^2 / 2Ef. \quad (23)$$

Выражение (22) нужно рассматривать как теоретический предел эффективности использования энергии взрыва, к которому необходимо стремиться в реальных условиях при проведении взрывных работ.

*Список литературы:*

1. Пат.№35423 Украина МПК F42D 1/00 F42D 3/00.Свердловинний заряд/ Гапоненко А.Л. и др.
2. Кузнецов В.М. О плоской волне разрушения. –ФГВ, 1974. -№1, –С. 124-127.
3. Механический эффект подземного взрыва / Родионов.В.Н., Адушкин В.В. и др./ Под. ред. М.А.Садовского. - М.: Недра, 1971. - 220 с.
4. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. –М.: Наука, 1974. –640с.

УДК 622.271.33

В.Г.БЛИЗНЮКОВ, доктор технических наук, профессор, С.А.ЛУЦЕНКО кандидат технических наук, доцент, И.В.БАРАНОВ кандидат технических наук, доцент, О.Ю. БЛИЗНЮКОВА, аспирант.

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕЖИМА ГОРНЫХ РАБОТ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА**

*На примере Анновского карьера Публичное акционерное общество «СЕВГОК» показана целесообразность комплексной оценки вариантов режима горных работ и производительности карьера по руде по предложенному технологическому критерию: по разнице между объемами производства железорудного концентрата и извлекаемой горной массы за рассматриваемый период. Исследования подтвердили стопроцентную*

*достоверность оценки по сравнению с общепринятым экономическим показателем – прибыль от производства железорудного концентрата.*

*На прикладі Ганнівського кар'єру ПАТ «ПВНГЗК» наведено доцільність комплексної оцінки варіантів режиму гірничих робіт і продуктивності кар'єру по руді по запропонованому технологічному критерію: по різниці між обсягами виробництва залізорудного концентрату гірничої маси, що виймається, за розглянутий період. Дослідження підтвердили стовідсоткову вірогідність оцінки в порівнянні із загальноприйнятим економічним показником – прибуток від виробництва залізорудного концентрату.*

*On an example of the Annovsky open-cast mine Public joint-stock company "SEVGOK" the expediency of a complex estimation of variants of a mode of mountain works and productivity of an open-cast mine on ore by the offered technological criterion is shown: on a difference between manufacture volumes iron the ore a concentrate and the taken mountain weight for the considered period. Researches have confirmed absolute reliability of an estimation in comparison with the standard economic indicator - profit on manufacture Iron the ore a concentrate.*

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Основными параметрами карьеров являются режим горных работ, производительность карьера по полезному ископаемому и вскрышным породам. Эти параметры оценивают экономическими показателями, которыми являются: прибыль от реализации товарной продукции; затраты на производство товарной продукции; рентабельность и др. Эти показатели рассчитывают экономические отделы как проектных организаций, так и горно-обогатительных комбинатов. Горняки лишь выбирают варианты для экономической оценки границ карьеров и режима горных работ, пользуясь общепринятыми технологическими критериями: коэффициентом вскрыши и коэффициентом горной массы. Поэтому естественным является стремление запроектировать большую производительность по руде при меньших объемах выемки пустых пород. Ограничением реализации этого стремления могут быть природные условия залегания месторождения, технологические условия разработки, потребность в полезном ископаемом и наличие денежных средств для ее достижения.

**Анализ исследований и публикаций.** Решению вопросов связанных с режимом горных работ и производительностью карьера всегда уделяли и уделяют большое внимание ведущие ученые в области открытых горных работ [1-7]. Однако эти параметры оценивались каждые в отдельности без учета их взаимосвязей. Считали, что лучший режим горных работ должен обеспечить минимальное значение коэффициентов вскрыши во всех периодах эксплуатации, начиная с первого. Производительность

карьера лучше всего наибольшая, выбранная с учетом вышеуказанных ограничений.

**Постановка задач.** Цель настоящей работы показать, что между режимом горных работ и производительностью по руде существует технологическая взаимосвязь и в этих условиях необходима разработка методов комплексной оценки выбора режима горных работ и производительности карьера по руде. Лучше всего, чтобы горняки пользовались доступными технологическими показателями, исключив малопрогнозируемые изменяющиеся стоимостные показатели.

**Изложение материалов и результаты.** Основой для вывода показателя комплексной оценки режима горных работ и производительности карьера по руде послужила прибыль от производства железорудного концентрата за весь оцениваемый период:

$$\Pi = (u_k \cdot A_k - a \cdot A_p - v \cdot A_v) \cdot T, \text{ грн}, \quad (1)$$

где  $u_k$  – цена концентрата, грн./т;  $A_k$  – объем производимого концентрата, т;  $a$  – себестоимость добычи и передела одной тонны руды до концентрата без затрат на вскрышные работы, грн/т;  $A_p$  – производительность карьера по руде, т;  $v$  – затраты на вскрышные работы, грн./т;  $A_v$  – объем вскрышных работ в карьере, млн. т;  $T$  – оцениваемый период, лет.

Если оцениваемый период во всех рассматриваемых вариантах одинаков, то его можно исключить как величину постоянную.

После выделения стоимостных показателей получим

$$\Pi = u_k \cdot T \cdot \left( A_k - \frac{a}{u_k} \cdot A_p - \frac{v}{u_k} \cdot A_v \right), \text{ грн}, \quad (2)$$

или

$$\Pi = u_k \cdot T \cdot \left[ A_k - \left( \frac{a}{u_k} \cdot A_p - \frac{v}{u_k} \cdot A_v \right) \right], \text{ грн}, \quad (3)$$

или если принять, что  $e_1 = \frac{a}{u_k}$ , а  $e_2 = \frac{v}{u_k}$  получим:

$$\Pi = u_k \cdot T \cdot [A_{kt} - (e_1 \cdot A_p + e_2 \cdot A_v)], \text{ грн}, \quad (4)$$

где  $e_1$  и  $e_2$  – коэффициенты приведения физических объемов руды и вскрышных пород к объемам производимого концентрата по его цене.

Эти коэффициенты постоянны и определены по стоимостным показателям, которые взяты на момент оценки вариантом или на момент проектирования.

Выражение в круглых скобках в формуле (4) представляет собой производительность карьера по горной массе, которая приведена по стоимостным показателям к товарной продукции (первому ее виду – концентрату).

Переходя от общепринятого экономического критерия оценки вариантов режима горных работ и производительности карьера по руде:

$$П = u_k \cdot T \cdot [A_k - (e_1 \cdot A_p - e_2 \cdot A_v)], \text{ грн,}$$

к технологическому критерию получим:

$$П \rightarrow \max \text{ при } [A_k - (e_1 \cdot A_p - e_2 \cdot A_v)] \rightarrow \max \quad (5)$$

На примере Анновского карьера ПАО «СЕВГОК» рассмотрим варианты режима горных работ и производительности карьера по руде с использованием общепринятого критерия оценки – прибыли от реализации товарной продукции и предлагаемого технологического критерия.

Следует отметить, что первоначально исследование возможных вариантов режима горных работ и производительности карьера по руде выполнили в утвержденном проектном контуре.

Главные параметры Анновского карьера: конечная глубина отработки; производительность по руде и режим горных работ, первоначально были установлены Головным проектировщиком «УКРГИПРОРУДА» [8].

Календарный план института «УКРГИПРОРУДА» был скорректирован Государственным предприятием «ГПИ Кривбасспроект» и принят для реализации, который представлен табл. 1

Этот вариант режима горных работ принят как базовый при сравнении с вариантами, выбранными по результатам настоящих исследований.

Первоначально в проектных контурах карьера, выбрали режим горных работ по общепризнанному критерию – по минимальному значению текущего коэффициента вскрыши.

Такой крайний случай работы обеспечивается поддержанием в карьере максимального угла откоса рабочего борта ( $\varphi_{max}$ ) и минимального значения рабочей площадки на уступах ( $B_{min}$ ). На графике  $V = f(P)$  [2, 3], изменения нарастающих объемов пустых пород ( $V$ ) в зависимости от нарастающих объемов руды ( $P$ ), этот вариант режима горных работ показан нижней кривой (рис. 1).

Следует отметить, что профессор Арсентьев А.И. предлагал зону возможной работы карьера ограничить верхней кривой, построенной для случая послынной отработки карьера, начиная с верхнего уступа, при  $\varphi \rightarrow 0$ . Такая работа из числа возможных вариантов исключена: ни один из всех железорудных карьеров Украины не смог бы достичь заданной производительности, работая одним уступом. Поэтому сверху зону возможной работы карьера предложено ограничить на графике  $V = f(P)$  кривой, построенной для случая  $A_p \rightarrow \max$ .

Таблица 1

*Показатели календарного плана горных работ Анновского карьера по ГП «ГПИ «Кривбасспроект»*

Показатели	Годы							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020-2032

Объем вскрышных пород, млн. м <sup>3</sup>	16,0	16,5	15,7	15,4	15,7	16,4	16,5	16,5
Объем руды, млн. т	10,3	10,8	11,2	11,6	12,0	13,0	14,0	15,0
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	1,55	1,53	1,40	1,33	1,31	1,26	1,18	1,10

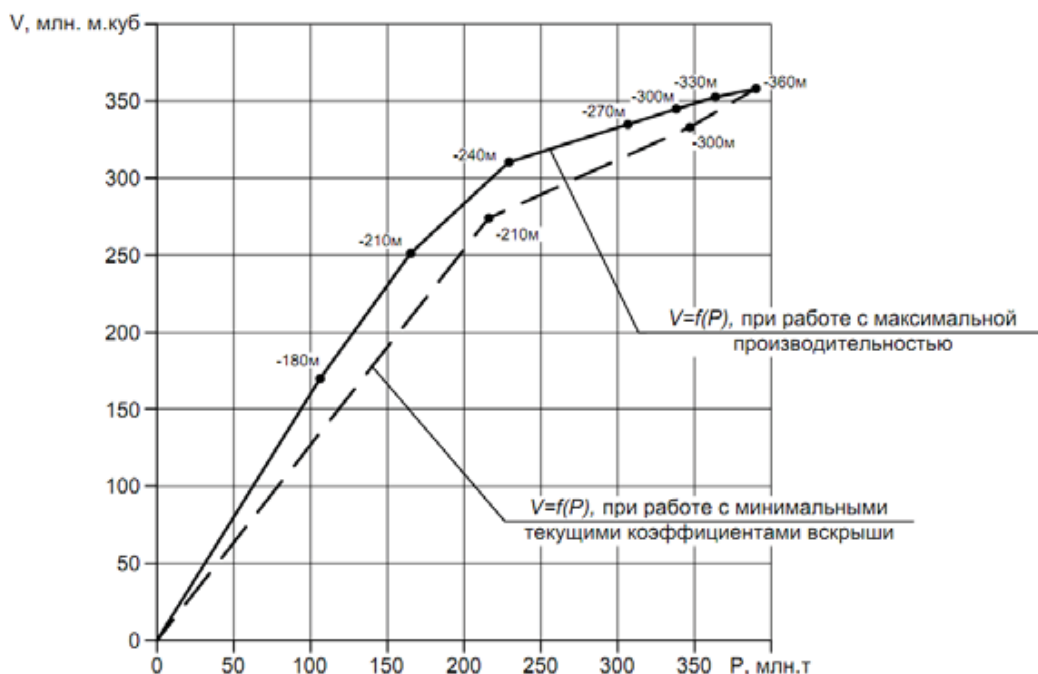


Рис. 1. График изменения нарастающих объемов вскрышных пород (V) в зависимости от нарастающих объемов руды (P) в проектном контуре Анновского карьера

Для выбранного направления развития горных работ по

По принятому развитию горных работ и возможной производительности составлен календарный план горных работ Анновского карьера в проектных контурах карьера (первый вариант), который представлен в табл. 2.

Таблица 2

Показатели календарного плана горных работ Анновского карьера с минимальными текущими коэффициентами вскрыши в проектных контурах (первый вариант)

Показатели	Годы										
	2013	2014	2015	2016-2019	2020	2021	2022	2023-2027	2028	2029	2030-2032
Руда, млн. т/год	10,5	11,0	11,5	12,5	11,5	10,5	10,0	9,5	8,5	7,5	6,4
Пустая порода, млн. м <sup>3</sup> /год	18,9	19,8	20,7	22,5	11,5	10,5	10,0	9,5	6,0	5,3	4,5
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	1,8	1,8	1,8	1,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7



Второй вариант режима горных работ и производительности Анновского карьера, в его проектных контурах, приоритетом ставит максимально возможную производительность по руде. Поэтому от современного состояния горных работ в карьере все рудные уступы необходимо подвигать с максимально возможной скоростью во всех направлениях.

При этом будут вовлечены в отработку даже участки большими коэффициентами вскрыши. Для такого развития горных работ график  $V = f(P)$  имеет вид верхней кривой на рис. 1.

Для такого крайнего (по величине производительности) случая работы Анновского карьера календарный план горных работ представлен в табл. 3.

Таблица 3

*Календарный план горных работ Анновского карьера при работе с максимально возможной производительностью по руде (второй вариант)*

Показатели	Годы										
	2013	2014	2015	2016	2017-2020	2021	2022	2023-2026	2027	2028	2029-2032
Руда, млн. т/год	10,5	11,0	11,5	12,0	12,4	13,0	14,0	14,7	13,5	12,5	11,4
Пустая порода, млн. м <sup>3</sup> /год	18,0	19,7	20,6	20,5	22,2	17,3	18,6	19,6	6,9	6,4	5,8
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,33	1,33	1,33	0,51	0,51	0,51

Дальнейший выбор вариантов сочетания режима горных работ и производительности карьера по руде также производили в пределах двух возможных крайних случаев, но уже в перспективных контурах отработки карьера, определенных Государственным предприятием «Научно-исследовательский горнорудный институт» (ГП «НИГРИ») [9].

График изменения объемов пустых пород в зависимости от изменения объемов руды  $V = f(P)$  при работе карьера в перспективных контурах и развитии горных работ, выбранному по минимальным значениям текущего коэффициента вскрыши, представлен нижней кривой на рис. 2 (третий вариант сочетания режима горных работ и производительности по руде Анновского карьера).

Верхняя кривая на этом графике характеризует работу карьера в перспективном контуре и с развитием горных работ, направленным на достижение максимально возможной производительности карьера по руде. Для достижения максимальной производительности карьера по руде горные работы планировали во всех направлениях от исходного положения с максимальной интенсивностью на всех уступах. Кроме того, сразу же горные работы планировали и на участках, которые пока не вовлеченных в разработку (четвертый вариант).

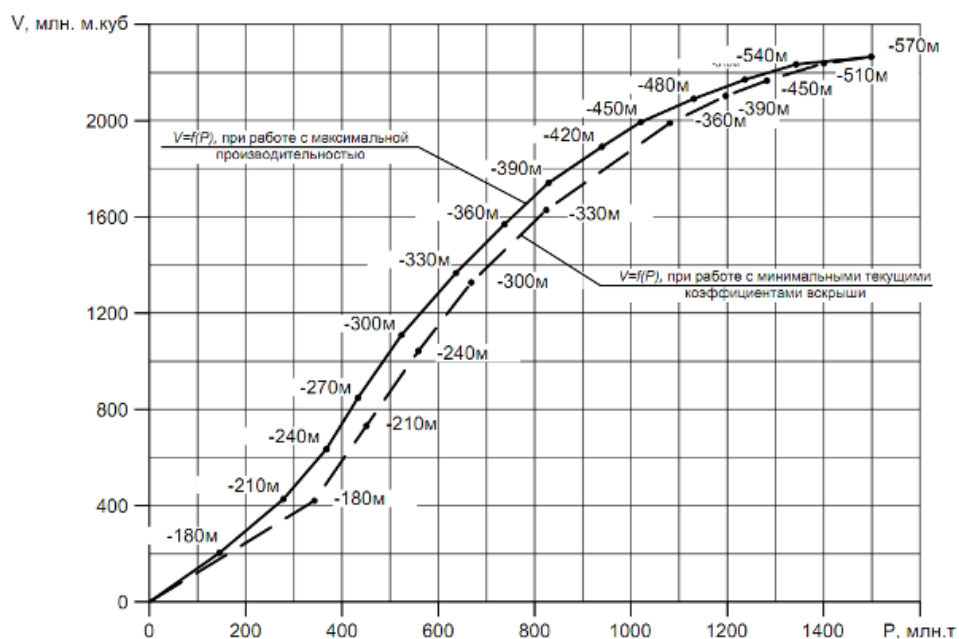


Рис. 2. График изменения нарастающих объемов вскрышных пород ( $V$ ) в зависимости от нарастающих объемов руды ( $P$ ) в проектом контуре Анновского карьера

Календарные планы горных работ третьего и четвертого вариантов сочетания режима горных работ и производительности Анновского карьера представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Календарный план горных работ Анновского карьера в перспективных контурах (третий вариант)

Показатели	Годы										
	2013	2014	2015	2016	2017-2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Руда, млн. т/год	11,0	12,0	13,0	14,0	14,6	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0	9,4
Пустая порода, млн. м <sup>3</sup> /год	14,63	15,96	17,29	18,62	19,42	15,4	14,3	13,2	12,1	11,0	10,34
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Основным критерием эффективности оцениваемых вариантов должна выступать величина «чистого денежного потока» (сумма чистой прибыли и амортизационных отчислений за рассматриваемый период) по каждому из рассматриваемых вариантов [10].

Если эксплуатационные расходы и денежные поступления от реализации продукции изменяются на протяжении рассматриваемого периода времени, то варианты необходимо оценивать в динамике.

Таблица 5

*Календарный план горных работ Анновского карьера в перспективных контурах при максимально возможной производительности по руде (четвертый вариант)*

Показатели	Годы										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018-2021	2022	2023	2024-2030	2031	2032
Руда, млн. т/год	11,0	12,0	13,5	15,0	16,5	17,8	17,0	16,0	15,2	14,5	14,0
Пустая порода, млн. м <sup>3</sup> /год	20,1	22,0	24,7	27,5	30,2	32,6	28,1	26,4	25,1	24,8	23,9
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,65	1,65	1,65	1,71	1,71

При динамической оценке вариантов развития карьера технико-экономические расчеты осуществляются с применением процедуры дисконтирования будущих денежных потоков для приведения их к начальному моменту времени.

Расчет показателя чистой современной стоимости денежных потоков (*NPV*) производится с помощью следующей формулы:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+E)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}, \text{ грн}, \quad (7)$$

где *CF* – чистый денежный поток (суммарная прибыль от реализации концентрата), грн; *K* – капитальные инвестиции, грн; *E* – принятая ставка дисконта, доли ед; *T* – оцениваемый период времени, лет.

Исходя из методик оценки месторождений, технико-экономические расчеты следует выполнять по конечной товарной продукции горнодобывающего предприятия, которая отвечает требованиям соответствующих стандартов или технических условий. В данном случае для оценки вариантов развития карьера в качестве конечной продукции будет выступать товарный железорудный концентрат.

Исходя из равноценности вариантов по качеству добычи руды, принимаем, что качество концентрата не влияет на цену и не оказывает решающего воздействия на разницу между вариантами.

Средние цены на украинский железорудный концентрат, экспортируемый в Европу по условиям поставки *DAF* (граница Украины) за период с 2006 по 2012 г. колебались от 34,33 до 130,61 дол. за тонну.



Для расчетов эффективности вариантов развития карьера принимаем среднюю цену в 120 дол. за тонну железорудного концентрата или 959 грн (по курсу НБУ на 01.03.2012).

Объем товарной продукции (железорудного концентрата) определялся исходя из объемов добычи руды по вариантам со следующими технологическими показателями:

- влага в руде – 2%;
- влага в концентрате – 9,9%;
- выход концентрата – 42,69%.

Данные показатели взяты по отчетным данным предприятий Кривого Рога.

В соответствии [11] объектом налогообложения является прибыль, определенная путем уменьшений суммы доходов за отчетный период на себестоимость реализованных товаров, выполненных работ, предоставленных услуг и сумму других расходов отчетного налогового периода.

Ставка налога на прибыль предприятия в соответствии с «Переходными положениями» Налогового Кодекса составляет:

- с 01.01.2013 г. – 19%;
- с 01.01.2014 г. – 16%.

Согласно [10] для приведения разновременных затрат к одному моменту времени в качестве нормы дисконтирования можно использовать:

- учетную ставку НБУ;
- ставки по кредитам, установленные заказчиком или инвестором для конкретного проектируемого горнодобывающего предприятия.

В данном случае в расчете используется учетная ставка НБУ.

Учетная ставка Национального банка Украины – это один из монетарных инструментов, с помощью которого Национальный банк Украины устанавливает для банков и других субъектов денежно-кредитного рынка ориентир по стоимости привлеченных и размещенных денежных средств [12].

Определение уровня и характера изменений учетной ставки Национального банка зависит от тенденций общего экономического развития, макроэкономических и бюджетных процессов, состояния денежно-кредитного рынка [13].

На текущий момент, согласно Постановлению НБУ от 21.03.2012 г. № 102, учетная ставка НБУ (ставка дисконтирования) принята в размере 7,5 %.

Время эксплуатации карьера по вариантам колеблется от 33 лет (вариант 2) до 80 лет (варианты 3 и 4). При достаточно большом оцениваемом периоде достоверность динамической оценки падает, поэтому для

оценки вариантов показатели рассматриваются в период с 2013 г. по 2032 г. (20 лет).

Исходными данными для расчета экономической эффективности возможных вариантов режима горных работ и производительности Анновского карьера явились календарные планы горных работ, таблицы 2-6. Оценка производилась по Методике расчета чистой современной стоимости с неравномерными финансовыми потоками, рекомендованной нормами технологического проектирования предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых [10]. Необходимые исходные данные для расчетов представлены в табл. 6.

Согласно методике расчета показателя чистого дисконтированного денежного потока (NPV) первоначально необходимо определить современное значение его составляющих. Результаты этих расчетов представлены в табл. 7.

Как видно из таблиц 2-5, лучшим из рассмотренных вариантов режима горных работ и производительности карьера является вариант с максимальной по горным условиям производительностью по руде и минимальными объемами вскрышных работ, обеспечивающим достижение этой производительности, в перспективных контрах карьера (четвертый вариант).

Таблица 6

## Исходные технико-экономические данные

Показатели	Варианты			
	I	II	III	IV
Себестоимости добычи руды без затрат на вскрышу ( $a_d$ ), грн./т	18,440	18,350	18,380	18,280
Затраты на вскрышу ( $e$ ), грн./м <sup>3</sup>	33,160	32,830	32,960	32,380
Выход концентрата из руды ( $\gamma_k$ ), доли ед.	0,426	0,426	0,426	0,426
Себестоимость передела 1 т руды до концентрата ( $a_n$ ), грн./т	63,420	60,390	61,090	59,830
Цена концентрата ( $C_k$ ), грн./т	959,000	959,000	959,000	959,000

Такое сочетание режима горных работ и производительности карьера по руде обеспечивает получение за 20-летний период чистого дисконтированного денежного потока в размере 40971 млн. грн. Этот расчет выполнен по методике экономической оценки вариантов горных работ, рекомендованной Нормами технологического проектирования [10]. Более удобно и доступно для горняков использовать технологический критерий для оценки и выбора режима горных работ и производительности карьера, в этом случае они управляют только технологическими показателями: объемами добычи руды, выемки вскрышных пород и производства железорудного концентрата (формула (5)).

Лучшее сочетание режима горных работ и производительности карьера за длительный период следует оценивать по дисконтированной разнице объемов концентрата и горной массы:

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t} \cdot [A_{kt} - (e_1 \cdot A_{pt} + e_2 \cdot A_{vt})] \rightarrow \max, \text{ т.} \quad (8)$$

Расчеты показывают, что и при оценке по рекомендованному критерию лучшим вариантом сочетания режима горных работ и производительности карьера является четвертый вариант: наибольшая производительность карьера по руде и минимальные объемы вскрышных пород, обеспечивающие ее достижения.

Для наглядности построим графики изменения чистого дисконтированного денежного потока и рекомендованного технологического критерия комплексной экономической оценки режима горных работ и производительности карьера по вариантам (рис. 3). Параллельность графиков доказывает идентичность оценки вариантов по экономическому и технологическому критериям.

Таблица 7

Результаты расчета чистого денежного потока по сравниваемым вариантам режима горных работ и производительности Анновского карьера, млн. грн.

Показатели	Варианты			
	I	II	III	IV
Денежные поступления от реализации железорудного концентрата (CIF)	88035	112214	118181	136750
Затраты на выемку вскрышных пород ( $COF_v$ )	8321	10473	11044	17272
Затраты на добычу руды ( $COF_{ap}$ )	3641	4632	4869	5615
Затраты на производство и реализацию товарной продукции ( $COF_{mmp}$ )	28300	34853	36504	46097
Современный чистый денежный поток (чистая прибыль) (CF)	50086	64892	68508	76053
Чистый дисконтированный денежный поток (NPV), млн. грн./%	$\frac{28876}{100}$	$\frac{34339}{119}$	$\frac{37816}{131}$	$\frac{40971}{141}$
Дисконтированная разница между объемами концентрата и горной массы, т/%	$\frac{31380}{100}$	$\frac{36890}{119}$	$\frac{40542}{130}$	$\frac{43329}{140}$

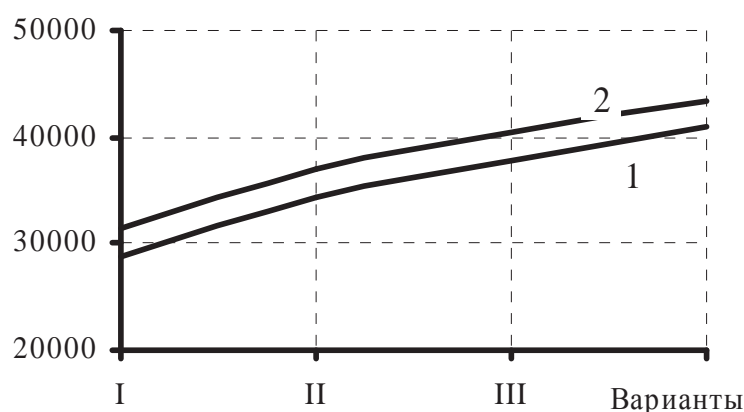


Рис. 3. Изменение значений чистого дисконтированного денежного потока (1) и дисконтированной разницы между объемами концентрата и горной массы (2) по вариантам развития горных работ

Ось ординат на графике общая для двух зависимостей, но следует отметить, что чистый дисконтированный денежный поток (общепринятый критерий оценки) измеряется в млн. грн, а дисконтированная разница между объемами концентрата и горной массы (предлагаемый технологический критерий оценки) в тоннах.

**Выводы.** Комплексная оценка режима горных работ и производительности карьера по руде по предложенному технологическому показателю

телю (по разнице между объемами производимого железорудного концентрата и извлекаемой горной массы) идентична оценке по общепринятому экономическому показателю (по прибыли от реализации железорудного концентрата). Это доказывает стопроцентную достоверность оценки вариантов режима горных работ и производительности карьера по руде по предложенному технологическому критерию.

#### *Список литературы*

1. Ржевский В.В. Режим горных работ при открытой добыче угля и руды. / В.В. Ржевский – М.: Углетехиздат, 1957. –220 с.
2. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. –2-е изд., перераб. и доп. / А.И. Арсентьев. –М.: Недра, 1970. –320 с.
3. Арсентьев А.И. Производительность карьеров. / А.И. Арсентьев. – М.: Изд-во Санкт-Петербургский горный институт. 2002. – 85 с.
4. Близнюков В.Г. Определение главных параметров карьера с учетом качества руды. / В.Г. Близнюков – М.: Недра, 1978. –151 с.
5. Анистратов Ю.И. Открытые горные работы. / Ю.И. Анистратов, К.Ю. Анистратов, М.И. Щадов // Справочник по открытым горным работам. – М.: НТЦ «Горное дело». 2010. –700 с.
6. Четверик М.С. Методика определения производительности карьера, достижимой по горнотехническим возможностям. / М.С. Четверик, О.А. Медведева // Сборник научных трудов Национального горного университета. – Днепропетровск, 2002. -№15 –Т. 1. –С. 94-98.
7. Дриженко А.Ю. Новые технологические решения по разработке глубоких железорудных карьеров этапами. / А.Ю. Дриженко // Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр: Сборник научных трудов. Вып. 2. Институт горного дела УрО РАН. Екатеринбург: Изд-во ИГД УрО РАН. –2004. –С. 212-225.
8. ТЭО увеличения производительности ОАО «СевГОК» по добыче руды до 45 млн.т. в год. Анновский карьер. Том 1. Пояснительная записка. – Харьков.: Украинский горный институт по проектированию предприятий рудного, флюсового, огнеупорного сырья и строительных материалов ОАО «УКРГИПРОРУДА», 2006. -232с.
9. Определение перспективных границ Анновского карьера ОАО «СевГОК»: Отчет о НИР (заключит.)//Государственное предприятие «Научно-исследовательский горнорудный институт. №ГР 0109U007562.-Кривой Рог. 2010. -79 с.
10. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. – Міністерство промислової політики України, м. Київ, 2007. -279 с.
11. Налоговый Кодекс Украины от 02.12.2010 г. №2355-VI с изменениями и дополнениями, внесенными от 05.03.2012 г. №5091-VI.
12. Закон Украины «О Национальном банке Украины» от 20.05.99 г. № 639, ст. 1.

13. Положения о процентной политике Национального банка Украины, утвержденного постановлением Правления НБУ от 18.08.2004 г. № 389, п. 3.2.

УДК 658.011.56

В.О. КОНДРАТЕЦЬ, канд. техн. наук, проф.

Кіровоградський національний технічний університет

## **ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОГО І ПАСИВНОГО СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ ВІДКРИТИХ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ**

*Приведені результати теоретичного дослідження активного і пасивного сканування поверхні відкритих матеріальних потоків. Розкриті переваги і недоліки кожного методу. Розглянуті характеристики матеріальних потоків, до яких можливо застосувати той чи інший підхід.*

*Приведены результаты теоретического исследования активного и пассивного сканирования поверхности открытых материальных потоков. Раскрыты преимущества и недостатки каждого метода. Рассмотрены характеристики материальных потоков, к которым можно применить тот или иной подход.*

*The results of a theoretical study of active and passive scanning the surface of the open material flows. Disclosed advantages and disadvantages of each method. Consider the characteristics of material flows, which may use one or the other approach.*

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Відсутність достатньо точних засобів вимірювання об'ємної витрати піскового продукту у пісковому жолобі спірального механічного класифікатора стримує автоматизацію розрідження пульпи у кульовому млині, що приводить до значних економічних збитків в наслідок перевитрачання електричної енергії, куль і футерівки. Розв'язання даної науково-технічної задачі сприяє удосконаленню технологічного процесу і покращенню ефективності подрібнення руди. Тому дана робота спрямована на реалізацію Державної науково-технічної програми «Ресурсозберігаючі технології нового покоління в гірничо-металургійному комплексі», затвердженої Законом України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності», за напрямком 5.3.1 «Розробка технологій видобутку та збагачення сировинних матеріалів для металургійного виробництва, в тому числі з використанням відходів виробництва» та планів наукової тематики Кіровоградського національного технічного університету за темою «Комп'ютерно інтегрована система автоматичного регулювання співвідношення руда/вода в кульових млинах з циркулюючим наванта-