

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА

С. Б. Рубинштейн, В. П. Линева

В практике проектирования горнорудных предприятий зачастую приходится сравнивать варианты с различной интенсивностью строительства и освоения проектной производительности карьера по руде. Эти варианты могут отличаться друг от друга сроками строительства, продолжительностью периода освоения проектной мощности, величиной и временем вложения средств, а также количеством товарной руды, добываемой в период до расчетного года. При сравнении вариантов с разными объемами товарной продукции в проектах обычно не соблюдается требование тождества эффекта, т. е. сопоставимости вариантов по объему и качеству руды. Утвержденная в 1969 г. Типовая методика определения эффективности капитальных вложений [5] исходит из соблюдения этого требования, однако не указывает пути и способы его удовлетворения.

Для сравнения вариантов строительства и развития карьера известно несколько критериев оптимальности. Для учета разновременности затрат и доходов по вариантам В. С. Хохряковым [6] предложена максимальная приведенная во времени суммарная прибыль

$$\Pi_{\text{пр}} = \sum_{t=1}^T \frac{U_t}{(1+E)^{t-1}} - \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+E)^{t-1}} - \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+E)^{t-1}}, \quad (1)$$

где U_t — доходы в t -м году; C_t и K_t — эксплуатационные и капитальные затраты в t -м году; E — коэффициент эффективности капитальных вложений; T — продолжительность оцениваемого периода.

Аналогично этому сконструирован критерий оптимальности в утвержденной Методике, составленной в институте «Гипроруда» [3]: минимальные приведенные капитальные затраты

$$K_{\text{пр}} = \sum_{t=1}^T \frac{K_t - (U_t - C_t)}{(1+E)^{t-1}}. \quad (2)$$

В ряде работ [1, 2] А. И. Арсентьевым в качестве критерия оптимальности принят минимум приведенных расчетных затрат

$$Z = C + iK_{\text{пр}} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где f — коэффициент эффективности капиталовложений; C — эксплуатационные затраты; $K_{\text{пр}}$ — приведенные капитальные вложения, исчисляемые по формуле (2).

Нередко при сравнении вариантов в качестве критерия применяется минимум суммы эксплуатационных расходов и капитальных затрат за весь оцениваемый период, приведенной к началу периода и отнесенной к единице товарной руды:

$$Z_{\text{пр}} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+E)^{t-1}} + \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+E)^{t-1}}}{\sum_{t=1}^T P_t}, \quad (4)$$

где P_t — объем товарной руды в t -м году.

По нашему мнению, использование перечисленных критериев при проектировании в условиях планового социалистического хозяйства неправомерно. Если вариант с более высокой интенсивностью строительства и освоения проектной производительности дает в период строительства и развития товарную продукцию в количестве, превышающем потребность, то он должен быть исключен из рассмотрения. Если плановая потребность в товарной продукции может быть покрыта исключительно за счет варианта наиболее интенсивного строительства и развития данного рудника, то вариант с меньшей интенсивностью должен быть отброшен. Если же интенсивности строительства и развития рудника по рассматриваемым вариантам не выходят за рамки потребности товарной продукции, а разница в годовых объемах товарной руды может быть покрыта за счет своевременного ввода в работу или увеличения производительности другого рудника, то только в этом случае правомерна задача сравнения вариантов и соблюдается требование тождества эффекта [4].

Исходя из этого, в качестве критерия оптимальности рекомендуем минимум суммарных затрат, приведенных к началу строительства и обеспечивающих развитие производительности по руде, соответствующее наиболее интенсивному варианту. К приведенным затратам менее интенсивного варианта прибавляются приведенные к тому же моменту оценки затраты, производимые на другом руднике, компенсирующие разницу в объемах товарной руды между рассматриваемыми вариантами. При этом приведенные эксплуатационные затраты дополнительного рудника рассчитываются общепринятым способом, а капитальные затраты на строительство или увеличение мощности дополнительного рудника следует исчислять как убытки от приближения начала его строительства или реконструкции на срок, равный продолжительности периода, в течение которого имеет место неравенство в производстве товарной руды по вариантам. Тогда дополнительные капитальные затраты, приведенные к одному моменту оценки (начало строительства проектируемого карьера), будут исчисляться по формуле

$$K_{t_{\text{пр доп}}} = \frac{K_{t_{\text{доп}}}}{(1+E)^{t-1}} - \frac{K_{t_{\text{доп}}}}{(1+E)^{t-1+a}} = \frac{K_{t_{\text{доп}}}}{(1+E)^{t-1}} \left[1 - \frac{1}{(1+E)^a} \right], \quad (5)$$

где a — продолжительность периода неравенства годовых объемов товарной руды по вариантам, годы.

Суммарные дополнительные затраты

$$K_{\text{пр доп}} = \left[1 - \frac{1}{(1+E)^a} \right] \sum_{t=t_{\text{доп}}}^T \frac{K_{t_{\text{доп}}}}{(1+E)^{t-1}}, \quad (6)$$

где $t_{\text{доп}}$ — год начала строительства или реконструкции дополнительно-го рудника.

В результате затраты по варианту с меньшей интенсивностью строительства и развития производительности исчисляются из выражения

$$\begin{aligned} Z_{\text{пр}} = & \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+E)^{t-1}} + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+E)^{t-1}} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{t_{\text{доп}}}}{(1+E)^{t-1}} + \\ & + \left[1 - \frac{1}{(1+E)^a} \right] \sum_{t=t_{\text{доп}}}^T \frac{K_{t_{\text{доп}}}}{(1+E)^{t-1}}. \end{aligned} \quad (7)$$

В качестве дополнительного источника покрытия потребности в товарной руде следует принимать один из рудников, разработка которого Генеральной схемой развития отрасли отнесена на более поздний период по сравнению с рассматриваемым. Другим дополнительным источником может быть увеличение интенсивности разработки уже действующего рудника.

Рассмотрим применение перечисленных в этой статье критериев для сравнения вариантов на условном примере (см. таблицу). Варианты I и II различаются продолжительностью строительства карьера, интенсивностью наращивания мощности и, как следствие, объемами руды, добываемой за рассматриваемый период.

Результаты сравнения вариантов I и II по различным критериям, рассчитанным по формулам (1) — (4) и (7), следующие:

	Величина критерия				
	$P_{\text{пр}}$ млн. руб.	$K_{\text{пр}}$ млн. руб.	Z руб/т	$Z_{\text{пр}}$ руб/т	$Z_{\text{пр}}$ млн. руб.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(7)
I	—256	+256	13,04	15,55	576
II	—243	+243	12,92	16,45	577,2

Эти данные показывают, что из критериев, рекомендуемых В. С. Хохряковым, институтом «Гипроруда» и А. И. Арсентьевым, предпочтение (с преимуществом в 5,4; 5,4 и 1,4% соответственно) следует отдать варианту с меньшей интенсивностью строительства карьера, т. е. варианту II. При использовании в качестве критерия минимума затрат, отнесенных на тонну добычи в период до расчетного года, лучшим (с преимуществом в 5,8%) является вариант I.

При применении рекомендуемого нами критерия варианты равнозначны (различие 0,2%) и решение о рекомендации одного из них должно быть принято при условии каких-то других соображений более высокого уровня планирования.

Экономические показатели по карьерам

Показатели	Годы работы карьера										Всего за период
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Рассматриваемый карьер

Вариант I

Производство товарной руды, млн. т	—	—	—	—	2	4	6	7	8	10	37
Доходы от реализации Ц, млн. руб.	—	—	—	—	30	60	90	105	120	150	555
Приведенные доходы Ц _{пр} , млн. руб.	—	—	—	—	21,3	40,8	56,6	61,2	65	75	320,0
Капитальные затраты К, млн. руб.	50	65	80	100	10	10	10	10	10	5	350
Приведенные капитальные затраты К _{пр} , млн. руб.	50	60,1	68,5	79,4	7,35	6,8	6,3	5,8	5,4	2,5	292,1
Эксплуатационные затраты С, млн. руб.	—	—	—	—	60	65	75	80	95	100	475
Приведенные эксплуатационные затраты С _{пр} , млн. руб.	—	—	—	—	44	44,3	47,4	46,6	51,5	50,1	283,9

Вариант II

Производство товарной руды, млн. т	—	—	—	—	—	2	4	6	8	10	30
Доходы от реализации Ц, млн. руб.	—	—	—	—	—	30	60	90	120	150	450
Приведенные доходы Ц _{пр} , млн. руб.	—	—	—	—	—	20,5	37,9	52,5	65,0	75	251
Капитальные затраты К, млн. руб.	25	35	45	60	70	45	35	15	10	10	350
Приведенные капитальные затраты К _{пр} , млн. руб.	25	32,4	38,6	47,5	51,5	30,6	22,1	8,8	5,4	5,1	267,0
Эксплуатационные затраты С, млн. руб.	—	—	—	—	—	60	65	75	95	100	395
Приведенные эксплуатационные затраты С _{пр} , млн. руб.	—	—	—	—	—	40,8	41,0	43,7	51,5	50,1	227,1

Дополнительный карьер

Производство товарной руды, млн. т	—	—	—	—	2	2	2	1	—	—	7
Капитальные затраты К, млн. руб.	—	10	20	30	5	1	—	—	—	—	66
Приведенные капитальные затраты К _{пр} , млн. руб.	—	9,3	17,2	23,8	3,7	0,7	—	—	—	—	54,7
Эксплуатационные затраты С, млн. руб.	—	—	—	—	33	31	28	15	—	—	107
Приведенные эксплуатационные затраты С _{пр} , млн. руб.	—	—	—	—	24,2	21,1	17,7	8,8	—	—	71,8

Примечание. Для приведения затрат во времени принято значение $E=0,08$; для подсчета затрат по формуле $C+EK$ принято $E=0,12$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсентьев А. И. Определение производительности и границ карьеров. ГНТИ литературы по горному делу, 1961.
2. Арсентьев А. И. и др. Интенсификация горных работ в карьерах. Недра, 1965.
3. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в горнорудной промышленности черной металлургии СССР. Изд. ин-та «Гипроруда», 1963.
4. Новожилов В. В. Измерение затрат и результатов. Экономика, 1967.
5. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. Экономика, 1969.
6. Хохряков В. С. и др. Проектирование карьеров. Недра, 1969.