

Л.Г.Тубольцев, В.П.Беланов, Н.И.Падун

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Приведены методические положения, обеспечивающие достоверность и обоснованность определения экономической эффективности инновационных мероприятий в черной металлургии. В качестве основных показателей эффективности определены чистый дисконтированный доход и индекс доходности инвестиций.

Современное состояние вопроса.

Достоверность и обоснованность определения эффективности мероприятий научно–технического прогресса в значительной степени зависят от методологии и уровня совершенства применяемой методики оценки экономических и финансовых результатов предполагаемых инвестиций. В течение достаточно длительного времени в нашей стране практически все инновационные проекты предусматривали расчет так называемых абсолютных и сравнительных критериев эффективности капиталовложений, а совокупным интегральным показателем являлась величина приведенных затрат на единицу продукции. Документом, в котором сделана попытка восполнить несоответствие расчетов рыночным условиям, явилась «Методика определения экономической эффективности затрат на научные исследования и разработки», утвержденная Министерством экономики и Министерством финансов Украины приказом № 218/416 от 25.09.2001 [1]. Однако применение указанной методики для практических расчетов показало, что она позволяет производить определение финансово-экономических показателей эффективности инноваций только фрагментарно, т.к. не учитывает всех особенностей изменения ценовой политики рынка. Методы оценки, вполне приемлемые в условиях планово–распределительной и, в целом, закрытой экономики, оказались неадекватными при рыночной системе хозяйствования и интеграции на мировом рынке. В то же время наличие такой методики является положительным моментом, поскольку устанавливает основные положения для оценки эффективности инновационных проектов и отдельных мероприятий.

Методы и результаты исследования.

Ключевыми показателями инвестиционного мероприятия являются потенциальные изменения денежных потоков заказчика, прибыльность и риск инвестирования.

Наиболее значимым показателями эффективности инновационных проектов указанной методикой установлены следующие:

чистый дисконтированный доход $D_{чд}$ (прибыль), определяемый как:

$$D_{\text{чд}} = \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1+d)^t}, \quad (1)$$

где: t – годы реализации инновационного мероприятия;

P_t – прибыль, полученная за все годы реализации инновационного мероприятия;

d – норма дисконта относительно момента начала инновационного мероприятия.

индекс доходности (или коэффициент эффективности) инновационного мероприятия ($K_{\text{д}}$) относительно стоимости инвестиций I , определяемый как:

$$K_{\text{д}} = \frac{D_{\text{чд}}}{I_{\text{д}}} = \frac{D_{\text{чд}}}{I(1+d)^t} \quad (2)$$

где I – стоимость инвестиций;

$I_{\text{д}}$ – дисконтированная стоимость инвестиций I за время t .

Величина, обратная индексу доходности, представляет собой срок окупаемости инвестиций, то есть срок, необходимый для возврата суммы вложенных затрат за счет получения (накопления) чистых потоков денежных средств.

Поскольку в странах с рыночной экономикой оценка эффективности инвестиций базируется на расчете денежных потоков, то есть реальных денежных поступлений и расходов, осуществляемых в различные временные интервалы, то возникла объективная необходимость оперировать этими же категориями. В рыночных условиях деятельность любого промышленного объекта (участок, цех, предприятие, отрасль, регион и т.д.) оценивается рядом показателей, которые характеризуют его производственную деятельность. Обозначим показатели производственной деятельности в общем виде как Π^i и примем в качестве постулата, что критерием эффективности деятельности промышленного объекта во времени может служить отношение соответствующего показателя текущего периода (Π_{T}^i) к аналогичному показателю базового периода (Π_0^i):

$$K_{\text{эф}}^i = \Pi_{\text{T}}^i / \Pi_0^i \quad (3)$$

К показателям производственной деятельности, которые обычно используются в производственной практике и в наибольшей степени характеризуют деятельность промышленного объекта, относятся: рыночный спрос на продукцию; финансово-экономические показатели; экология производства; социальная направленность производства; национальная безопасность; специфичность производства; обеспеченность минерально-сырьевыми ресурсами; наукоемкость продукции и т.д. По этим показателям определяют также критерии эффективности производственной деятельности $K_{\text{эф}}^i$. В работе [2] предлагаются шесть укрупненных критериев,

выражающих значимость металлургического предприятия, и численные значения взаимосвязи показателей ξ_i (табл.1)

Таблица 1. Доля влияния (ξ_i) показателей производственной деятельности (Π_T^i) металлургического предприятия на общие результаты его работы

Показатели производственной деятельности Π_T^i	ξ_i
• финансово-экономические показатели	0,70
• экология производства	0,13
• социальная направленность производства	0,08
• национальная безопасность	0,04
• специфичность производства	0,01
• обеспеченность минерально-сырьевыми ресурсами	0,04

Примечание: численные значения ξ_i определены путем экспертной оценки для обобщенных условий черной металлургии [4]. В каждом конкретном случае необходима отдельная оценка долевого влияния инвестиционного мероприятия на критерии оценки эффективности.

Приведенные выше определения можно использовать для оценки эффективности новых технологий и инновационных мероприятий, что в условиях рыночных отношений в Украине представляет собой актуальную задачу. На современном этапе развития черной металлургии Украины, вследствие ограниченных финансовых возможностей металлургических предприятий и в условиях отсутствия достаточных инвестиционных средств, инновационные мероприятия направлены, в первую очередь, на модернизацию оборудования металлургических предприятий, восстановление мощностей и сконцентрированы в первых переделах горно-металлургического комплекса Украины – доменное и сталеплавильное производство. Как правило, мероприятия по совершенствованию сортамента и качества металлопродукции относятся на более поздний срок. В этой связи наиболее актуальным является рассмотрение эффективности финансово-экономических показателей инвестиционных процессов [3].

К основным финансово-экономическим показателям могут быть отнесены: рыночный спрос на продукцию предприятия, себестоимость продукции, затраты на одну тонну товарной продукции, прибыль, рентабельность, стоимость основных средств и коэффициент их использования, обеспеченность собственными оборотными средствами, платежеспособность предприятия, оборачиваемость собственного капитала и другие.

Многообразие финансово-экономических показателей обуславливает необходимость постоянного мониторинга производственной деятельности предприятия, что возможно при создании соответствующей математической модели и ее реализации. Для создания модели работы промышленно-

го предприятия необходимо более подробно рассмотреть сущность финансово-экономических показателей.

Рыночный спрос на металлопродукцию.

Перспективы реализации произведенной продукции должны быть четко определены, поскольку рыночный спрос на продукцию является важнейшей составляющей эффективной работы промышленного объекта и целесообразности использования инновационных мероприятий. Поэтому при оценке инновационных мероприятий должен быть выполнен анализ рыночного спроса на продукцию, произведенную с использованием новой технологии, в сравнении со старой технологией.

Спрос на продукцию характеризуется показателем покупательной способности рынка A_i , который можно представить в виде следующего выражения: $A_i = Dq_i = c_i \cdot q_i$, где Dq_i – выручка от реализации продукции, произведенной с помощью отдельного инновационного мероприятия; c_i – цена единицы продукции; q_i – объем продаж продукции. Для прогнозных расчетов эффективности инновационных мероприятий целесообразно использовать методику расчета приведенной цены металлопродукции [4].

Себестоимость продукции. Является важнейшим показателем конкурентоспособности предприятия на рынке. Для расчета себестоимости необходима информация о ценах на сырье и материалы, информация о величине расходных коэффициентов сырья и материалов на единицу продукции, информация о количестве выпускаемой предприятием продукции и величине условно постоянных и переменных затрат. Расчет себестоимости ведется по достаточно хорошо отработанной методике и не зависит от формы работы предприятия. Пожалуй, единственным условием для ее определения является наличие своевременной достоверной информации по всей технологической цепочке предприятия и наличие соответствующего математического аппарата для расчетов.

Прибыль.

В рамках определения макроэкономических показателей финансово-экономической эффективности наиболее обобщенным показателем является прибыль Πq_i от использования отдельного инновационного мероприятия, которую можно рассматривать как:

$$\Pi q_i = Dq_i - Vq_i - Pq_i, \quad (4)$$

где: Dq_i – выручка от реализации продукции объемом q_i единиц, произведенной с помощью отдельного инновационного мероприятия;

Vq_i – переменные затраты предприятия (издержки) на выпуск продукции объемом q_i единиц, произведенной с помощью отдельного инновационного мероприятия;

Pq_i – постоянные затраты предприятия, отнесенные на выпуск продукции объемом q_i единиц, произведенной с помощью отдельного инновационного мероприятия.

Эффективность инновационного мероприятия $\Delta\Pi q_i$ оценивается как разница между прибылью, получаемой от использования новой технологии (прибыль $\Pi^H q_i$, и прибылью, получаемой при использовании традиционной технологии (прибыль $\Pi^0 q_i$)

$$\Delta\Pi q_i = \Pi^H q_i - \Pi^0 q_i \quad (5),$$

либо по выражению (1) через критерий эффективности по прибыли:

$$K_{\text{приб}}^{\text{эф}} = \Pi^H q_i / \Pi^0 q_i$$

Отнеся прибыль к конкретному временному промежутку (сутки, месяц, год) можно объединить переменные и постоянные затраты в виде удельных затрат z_i на себестоимость продукции, а при условии полной реализации выпускаемой продукции на рынке можно записать:

$$\Pi q_i = \Sigma c_i \cdot q_i - \Sigma z_i \cdot q_i. \quad (6)$$

или при отнесении к мировой валюте:

$$\Pi q_{iK} = (\Sigma c_i \cdot q_i - \Sigma z_i \cdot q_i) / K_B \quad (7)$$

Оценка социальных последствий научно-технических разработок. Основными видами социальных последствий инновационных проектов, которые определяются в границах его эффективности, являются изменения:

- количества рабочих мест;
- структуры производственного персонала и его квалификации;
- уровня здоровья работников (изменения выплат из социального страхования, затрат на охрану здоровья);
- состояния окружающей среды, вызванные применением технических нововведений.

В расчетах экономической и социальной эффективности научно-технических разработок необходимо учитывать уровень инфляции. Уровень инфляции в конце текущего периода реализации проекта относительно начального его момента определяется с помощью индекса изменения цен на использованные ресурсы и на готовую продукцию.

Определение уровня инфляции (I_i) осуществляется отношением цены продукции в конце периода (i) к цене этой же продукции в начале периода (n) по формуле:

$$I_i = (c_i / c_n) - 1 = K_{cin} - 1 \quad (8)$$

где: K_{cin} – индекс цен в момент ti относительно момента tn .

Среднесрочные и долгосрочные инновационные мероприятия (проекты) относительно сроков их реализации должны учитывать фактор неопределенности и риска, используя такие методы, как:

- проверка стойкости проекта;
- корректировка его параметров ;
- формализованное описание неопределенности.

Стойкость проекта определяется с помощью показателя точки безубыточности (T_6) по формуле :

$$T_6 = Z_{\text{пост}} / (c_i - Z_{\text{пер}}) \quad (9)$$

где : $Z_{\text{пост}}$ – условно-постоянные затраты на производство продукции;

c_i – цена единицы продукции;

$Z_{\text{пер}}$ – условно–переменные затраты, которые изменяются пропорционально объему производства.

Корректировка параметров проекта проводится на основе уточнения ТЭЗ, в том числе из–за изменения сроков финансирования, нарушения технологии внедрения инноваций и других осложнений.

Формализованное математическое описание неопределенности при различных условиях реализации проекта имеет такой вид :

$$\mathcal{E}_{\text{ож}} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i \times P_i, \quad (10)$$

где : $\mathcal{E}_{\text{ож}}$ – ожидаемый (потенциальный) экономический эффект;

\mathcal{E}_i – интегральный эффект при условии реализации от i до n ;

P_i – вероятность (достоверность) реализации i –того условия, исходя из неопределенности и риска, связанного с достижением технико–экономических показателей на различных этапах проекта, риска относительно внедрения результатов научных исследований на предприятиях и риска, связанного с рынком (реализацией продукции).

При необходимости учитывать разброс значений эффекта, формула ожидаемого экономического эффекта имеет следующий вид :

$$\mathcal{E}_{\text{ож}}^i = \mathcal{E}_{\text{ож}} - D^i \times \lambda_s, \quad (11)$$

где : D^i – дисперсия случайной i –той величины эффекта; увеличение дисперсии уменьшает предпочтительность варианта;

λ_s – норматив учета дисперсии экономического эффекта; устанавливается отраслевыми инструкциями в зависимости от типа научно–технических мероприятий, например, для новых технологий $\lambda_s = 0,75$.

В случаях, когда известен интервал, в границах которого может изменяться эффект, расчет ожидаемого экономического эффекта определяется по формуле :

$$\mathcal{E}_{\text{ож}} = g \mathcal{E}_{\text{max}}^i + (1 - g) \mathcal{E}_{\text{min}}^i, \quad (12)$$

где : $\mathcal{E}_{\text{max}}^i$ и $\mathcal{E}_{\text{min}}^i$ – соответственно наибольшее и наименьшее значение экономического эффекта при i –том условии его реализации;

g – специальный норматив для учета неопределенности эффекта; устанавливается отраслевыми инструкциями в зависимости от типа научно–технических мероприятий и стадии их реализации ($0 < g < 0,5$).

Анализ примеров учета неопределенности и риска в расчетах потенциального экономического эффекта научно–технических разработок свидетельствует о том , что ранжирование вариантов определения эффекта в значительной мере зависит от :

исходной базы данных (необходима тесная взаимосвязь предприятия–заказчика с разработчиками технологии);

критериев оптимальности;

полноты информации о вероятности получения тех или иных значений экономического эффекта (условий реализации).

Уровень эффективности производственной деятельности конкретного объекта можно оценивать различными критериями, выражающими значимость мероприятия в результатах деятельности промышленного объекта, т.е. использовать многокритериальную систему оценки. Многочисленность критериев эффективности деятельности промышленного объекта позволяет производить частный анализ всех сторон деятельности, однако такая многокритериальность затрудняет обобщенную оценку эффективности производственной деятельности. Наиболее практичной для использования является оценка по одному критерию. Поэтому для принятия управленческого решения на макроуровне в ряде случаев целесообразно использовать комплексный обобщенный критерий эффективности производства $K_{\text{общ}}^i$. В качестве такого критерия можно принять следующее выражение:

$$K_{\text{общ}}^i = \xi_1 \cdot K_{\text{эф}}^1 + \xi_2 \cdot K_{\text{эф}}^2 + \xi_3 \cdot K_{\text{эф}}^3 + \dots + \xi_N \cdot K_{\text{эф}}^N \quad (13),$$

при соблюдении условия

$$\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 \dots + \xi_N = 1 \quad (14)$$

где ξ_i – доля влияния показателя Π_i^i , на обобщенный показатель производственной деятельности $\Pi_{\text{общ}}^i$, т.е. $\xi_i = \Pi_i^i / \Pi_{\text{общ}}^i$;

N – количество критериев, используемых для оценки деятельности объекта.

Существуют различные способы определения численной величины $\Pi_{\text{общ}}^i$, в частности: когда все показатели производственной деятельности выражаются в одних единицах (денежном эквиваленте) или используется базальная система оценки влияния каждого показателя производственной деятельности. Если показатели производственной деятельности не представляется возможным выразить в денежном эквиваленте, то можно использовать граничные условия, которые учитывают изменение параметров эффективности в определенных границах, т.е. для критерия, например, экология производства должно выполняться условие «А <экология производства >В». Можно также установить взаимосвязи между различными показателями производственной деятельности, что позволяет установить количественное значение ξ_i и, следовательно, определить величину $K_{\text{общ}}^i$.

Для расчета сквозной себестоимости производства продукции на металлургическом комбинате авторами разработана соответствующая программа на базе вычислительных средств *Excel* с использованием системного подхода [5] по всем технологическим переделам горно-металлургического комплекса. Фрагмент расчета сквозной себестоимости продукции с использованием базовых расходных коэффициентов материалов и учетом мировых цен представлен в табл.2.

Разработанная программа позволяет выполнять расчеты различных вариантов производства металлопродукции, что можно использовать для последующего анализа и выбора наиболее эффективных схем производства и

реализации продукции. Наличие такого инструмента позволяет обоснованно применять управленческие решения при изменении внешних и внутренних факторов производства.

Таблица 2. Фрагмент расчета себестоимости металлопродукции

Статьи затрат	Цена, \$/т	Чугун	Сталь кон-верт	Сорт	Лист г.к	Лист х.к
<i>Сырье и материалы</i>						
Агломерат	65	1,328				
Окатыши	63,1	0,51				
Железная руда	25	0,007	0,003			
Пыль колошниковая	3	0,03				
Отсев агломерата	32	0,1				
Лом стальной	260		0,293			
Скрап, обрезь, недоливки стал	180		0,034			
Чугун жидкий	290		0,817			
Заготовка				1,07	1,012	1,09
<i>Флюсы</i>						
Известняк (известь)	26	0,049	0,007			
Шлак	12	0,291	0,14			
<i>Ферросплавы</i>	1080		0,0193			
Ферромарганец, 80%	1000		0,0013			
Ферросилиций, 45%	600		0,0044			
Силикомарганец	1100		0,006			
Аллюминий	2500		0,0004			
Феррохром	1400		0,002			
Плавиновый шпат	300		0,003			
Доломит обож.	80		0,005			
<i>Энергоресурсы</i>						
Кокс 6%, тут	260	0,56				
Электроэнергия, тут	102,4		0,024	0,019	0,028	0,047
Природный газ, тут	140		0,006	0,068	0,02	0,3
Вода, тыс.м3	40	0,028	0,025	0,016	0,028	0,012
Дутье, тыс.м3	5,3	2,48				
Кислород, тыс.м3	60	0,15	0,072	0,031		
Сжатый воздух (выс)	44	0,055	0,037	0,002	0,08	0,055

Пар, т/т	280		0,0019	0,012	0,146	0,007
Газ доменный, т/т	124	0,14		0,009		
Азото-защитный газ	8,5		0,008			0,008
<i>Расходы по переделу</i>						
Сменное оборуд-ние	5,04		0,48		1	2,04
Изложницы	400		0,02			
Ремонтный фонд	1,5	4	3,5	3,3	4,13	13,14
Амортизация	0,74	2	1,1	5	2,18	11,88
Проч.цехов.расходы		3,8	1,24	3	0,6	3,18
Общезаводск. расх.		0,3	0,3	0,6	3,09	7,64
ФЗП	1,6	0,66	0,62	2,12	1,47	4,4
Отчисл на соцстрах		0,27	0,25	0,85	0,593	1,76
Себестоимость, \$/т		288,0	355,2	479,9	572,3	708,0
Мировые цены, \$/т		300	385	530	620	740
Прибыль, \$/т		11,63	29,04	47,34	45,25	27,37

В качестве примера выполнен обобщенный расчет для типового металлургического предприятия и на рисунке приведено изменение показателя эффективности по прибыли производства металлопродукции за период 2002-2004 гг. Из приведенных данных следует, что в указанный период произошли изменения в эффективности производства отдельных видов продукции. Существенно выросла эффективность производства агломерата и окатышей, возросла эффективность производства сортовой стали и слябов. Практически не изменилась эффективность выпуска чугуна, стали, горячекатаного листового проката. Резко упала эффективность производства заготовки, что является настораживающим фактором для металлургии Украины, поскольку в экспорте этот вид продукции занимает значимое место.

Методика определения эффективности научных исследований предназначена для определения эффективности прикладных научно-технических разработок, как потенциальных инноваций, на всех стадиях их жизненного цикла – научных исследований, проектно-конструкторских разработок, создания опытных образцов, испытания и внедрения их в производство. Результаты определения эффективности научно-исследовательских и научно-конструкторских работ могут быть использованы для решения следующих задач: выбор основных направлений научных исследований; отбор проектов и заданий для включения в различные научно-технические программы; рациональное распределение ресурсов по этапам жизненного цикла научно-исследовательских и научно-конструкторских работ; определение экономической эффективности использования научно-технических разработок в производстве.

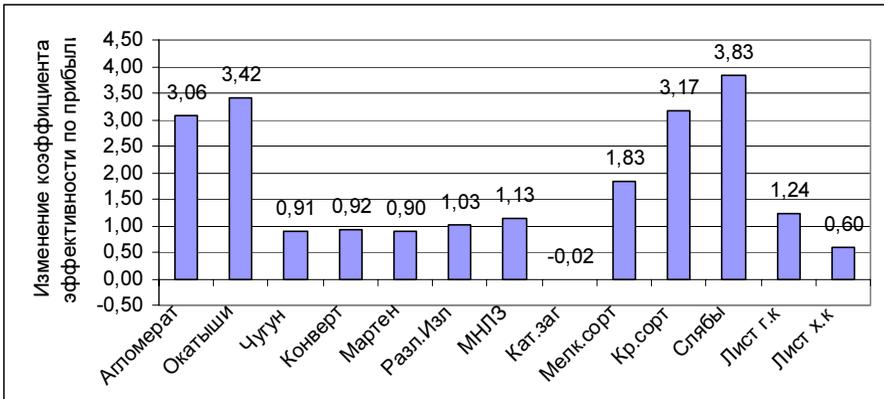


Рисунок. Изменение коэффициента эффективности производства металлопродукции по прибыли за период 2002-2004 гг.

Выводы. Разработаны и предлагаются для практического применения методические положения, обеспечивающие достоверность и обоснованность экономической эффективности инновационных мероприятий в черной металлургии. Для практических целей методика расчета удельных и абсолютных денежных потоков упрощена. В качестве основных показателей эффективности определены чистый дисконтированный доход и индекс доходности инвестиций.

1. *Комплексная оценка эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса. Методические рекомендации. "Информэлектро".* – М; 1989 – 118 с.
2. *Шевелев Л.Н.* Реструктуризация неэффективных мощностей в черной металлургии России и за рубежом. Сталь. 2005.–№2.–С.83–87.
3. *Савчук Н.А.* Экономическая модель определения эффективности инвестиций. Изв. вузов. Черная металлургия. 2005.–№3.–С.63–67.
4. *Тубольцев Л.Г., Беланов В.П., Падун Н.И.* Управление ценами на металлопродукцию в рыночных условиях хозяйствования // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии.* – Вып.10. – 2005. – С.353–368.
5. *Большаков В.И., Тубольцев Л.Г., Падун Н.И., Шевченко А.М.* Использование системного анализа для расчета экономической эффективности технологических процессов. // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии.* – Вып. 8. – 2004. –С. 390–401.

*Статья рекомендована к печати чл.корр.НАН Украины
В.И.Большаковым*