

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ: "СТАРЫЕ" И "НОВЫЕ" ПРОБЛЕМЫ

Балтрушевич Т.Г., Лившиц В.Н.

(Москва)

Исследуются проблемы оценки эффективности инноваций; проводится анализ используемых методов оценки с точки зрения общих условий корректности; предлагается подход к учету совокупности интересов различных участников проведения хозяйственного мероприятия.

ВВЕДЕНИЕ

Осуществляемый в нашей стране переход к рыночным отношениям вызвал к жизни в последние годы ряд новых явлений. Принятые законы и постановления [1, 2] существенно изменили хозяйственный механизм в стране. В новой обстановке необходимы углубленные исследования в различных сферах экономической науки, совершенствование действующих (в том числе и выпущенных относительно недавно) нормативных и рекомендательных документов, определяющих принципы, методы и процедуры проведения расчетов экономической эффективности хозяйственных мероприятий.

В полной мере это относится и к методическим рекомендациям [3], при составлении которых были использованы наиболее прогрессивные (для того времени) идеи и принципы оценки эффективности инновационных мероприятий, учтен зарубежный опыт таких оценок. Тем не менее сегодня изложенные в [3] постановки задач и методы их решения нуждаются в дальнейшем развитии. Цель настоящей статьи — осветить возникающие при этом вопросы. Их с некоторой степенью условности можно разбить на две группы:

1. Относительно "новые" проблемы, проявившиеся недавно в связи с изменением хозяйственного механизма, не затронутые (или почти не затронутые) в [3] и слабо разработанные в отечественной и зарубежной литературе применительно к нашим условиям (например, проблема учета интересов участников инновационных мероприятий при оценке эффекта от их проведения, анализируемая в разделе 1).

2. "Старые" проблемы, которые отражены в [3] и опубликованных исследованиях, но до сих пор весьма дискуссионны и, более того, иницируют на практике многочисленные ошибки вследствие непроработанности ряда аспектов или недостаточной ясности их изложения в научной литературе и нормативных документах. Эти проблемы рассматриваются в разделе 2.

Хотя по содержанию рассматриваемые проблемы существенно различаются, но направлены они на один и тот же объект — совершенствование методики оценки эффективности инноваций и, по мнению авторов, затрагивают ряд достаточно актуальных аспектов, связанных с расчетами эффективности на основе [3].

Поэтому такие термины, как затраты, результаты, эффект, эффективность и т.д. будут, если это особо не оговаривается, пониматься так же, как в [3]. Отметим только, что для упрощения речь пойдет о результатах и эффекте лишь экономического

(или сводящегося к нему) характера, а под инновациями подразумевается новая техника или технология. Учет не выражаемых сегодня в стоимостной форме видов социальных или экологических эффектов и анализ других типов инноваций не вызовет принципиальных изменений в излагаемых положениях.

1. ОБ УЧЕТЕ ИНТЕРЕСОВ УЧАСТНИКОВ ПРОВЕДЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Переход предприятий на полный хозяйственный расчет и развитие разных форм собственности порождают различные интересы участников проведения инновационных мероприятий. Между ними могут возникать и разногласия, в том числе при распределении результатов хозяйственной деятельности предприятия. Для поиска компромиссного варианта необходимо при оценке эффективности инноваций учитывать совокупность целей, средств достижения и критериев эффективности всех основных участников (предприятий, банков, населения, народного хозяйства и др.).

Процесс создания, внедрения и функционирования новой техники следует рассматривать по крайней мере с учетом трех групп интересов: 1) народнохозяйственных, 2) хозрасчетных предприятий, осваивающих инновации и потребляющих выпускаемую с ее помощью продукцию, и 3) дополнительных собственников средств производства. Каждый из них безусловно будет стараться реализовать свои цели наиболее выгодным для себя образом, в том числе при оценке целесообразности участия в мероприятии. А поскольку интересы их в большинстве случаев не совпадают, различными окажутся и критерии оценки эффективности мероприятия для участников, преследующих ту или иную группу целей.

1. О критериях оценки эффективности решений. Проблема глобальных и локальных критериев эффективности, отражающих интересы участников мероприятия, достаточно хорошо освещена в научной литературе. В случае, когда цели и интересы всех участников носят экономический характер, например, может быть использована следующая совокупность их критериев*:

максимум народнохозяйственного эффекта [3-6]

$$R_1 = \max \left[\sum_{t=0}^T (P_t - Z_t) (1 + E_n)^{-t} \right], \quad (1)$$

где P_t — стоимостная оценка результатов в году t ; Z_t — стоимостная оценка затрат в году t ; E_n — народнохозяйственный нормативный коэффициент приведения разновременных затрат и результатов, $E_n = 0,1$; T — расчетный период реализации мероприятия;

максимум внутренней нормы прибыли, коэффициента эффективности единовременных затрат e , рассчитываемой, согласно [3, 7], из соотношения

$$\sum_{t=0}^T (P_t - I_t - K_t) (1 + e)^{-t} = 0, \quad (2)$$

где I_t — чистые производственные расходы в году t ; K_t — капитальные вложения в году t ;

максимум среднего дохода одного работающего, [8-11]**

$$R_2 = \max \left[\frac{\sum_{t=1}^T \frac{\Phi(t)}{Ч(t)} \prod_{\tau=1}^{\tau=t} (1 + R_\tau)^{-1}}{\sum_{t=1}^T \prod_{\tau=1}^{\tau=t} (1 + R_\tau)^{-1}} \right], \quad (3)$$

*Конечно, некоторые из приводимых ниже критериев обладают недостатками, свойственными многим удельным показателям [4, 5]. Эти критерии даются здесь в качестве примера, иллюстрирующего, что формализация интересов участников инновационных мероприятий может быть осуществлена, и такие предложения существуют.

**Строго говоря, в указанных работах описывается статический вариант критериев (3) — (3').

$$R'_2 = \max \left[\frac{\sum_{t=1}^T \Phi(t) \prod_{\tau=1}^{\tau=t} (1 + R_\tau)^{-1}}{\sum_{t=1}^T \Psi(t) \prod_{\tau=1}^{\tau=t} (1 + R_\tau)^{-1}} \right], \quad (3)$$

где $\Phi(t)$ — фонд оплаты труда и социального развития в году t ; $\Psi(t)$ — численность работающих в году t ; R_τ — "хозрасчетный" (исходя из интересов предприятия) коэффициент приведения разновременных затрат и результатов для года τ . Критерий (3) по сравнению с (3') более чувствителен к резкому сокращению численности работающих в году t . Но если дополнить этот критерий условием, что численность в году t должна быть не ниже некоторого ее норматива (т.е. $\Psi(t) \geq \Psi_n(t)$), то результаты расчетов по критериям будут значительно приближены друг к другу; максимум дохода от акционерного капитала [12, 13]

$$R_3 = \max \left[I(T) \prod_{\tau=1}^{\tau=T} (1 + R_\tau)^{-1} + \sum_{t=1}^T \Delta\Pi(t) \prod_{\tau=1}^{\tau=t} (1 + R_\tau)^{-1} \right], \quad (4)$$

где $\Delta\Pi(t)$ — часть чистой прибыли, идущей на выплату дивидендов; $I(T)$ — цена акций в конце расчетного периода.

Если акции дополнительно выпускаются или изымаются в течение расчетного периода, то критерий (4) модифицируется

$$R_3 = \max \left[\frac{I(T) \prod_{\tau=1}^{\tau=T} (1 + R_\tau)^{-1} + \sum_{t=1}^T \Delta\Pi(t) \prod_{\tau=1}^{\tau=t} (1 + R_\tau)^{-1}}{N(0) + \sum_{t=1}^T \Delta N(t) \prod_{\tau=1}^{\tau=t} (1 + R_\tau)^{-1}} \right], \quad (5)$$

где $\Delta N(t)$ — номинальная стоимость дополнительно выпущенных акций в году t ; $N(0)$ — номинальная стоимость акций в начале расчетного периода.

Нетрудно видеть, что если номинальная стоимость акций в расчетном периоде не меняется, то $\Delta N(t) = 0$, $N(t) = N(0)$, критерии (4), (5) пропорциональны и решения по ним совпадают.

2. Исходные положения и процедура учета интересов участников. Необходимость учета интересов участников, описываемых различными частными критериями, приводит к многокритериальной оптимизационной задаче. При этом степень участия в данном мероприятии и получаемый результат каждого из них могут не совпадать, и частные критерии быть неравнозначны по их влиянию на принимаемое решение.

Значимость критерия может определяться из условий заключаемого участниками компромисса, скажем, по доле средств производства, находящихся в их собственности. Тогда критерий отразит ту долю эффекта, которую получит каждый участник согласно вложенным средствам.

Однако в ряде случаев ненулевой вес должен быть присвоен и некоторым участникам, не обладающим рассматриваемой собственностью. Так, на полностью акционерном предприятии при принятии решений, сравнении их вариантов необходимо принимать во внимание народнохозяйственные интересы, поскольку государство косвенно (например, через кредитную и налоговую политику) может существенно воздействовать на эффективность инвестиционных процессов в фирмах. Кроме того, при принятии решений об инновационных мероприятиях целесообразно учитывать и интересы коллектива предприятия с соответствующим коэффициентом значимости.

Таким образом, априорные величины коэффициентов значимости p_n , присваиваемые участникам на основе некоторого компромисса, — функции ряда параметров. Одним из них может быть доля собственности участника, однако в общем случае коэффициенты значимости могут не быть пропорциональны ни доле собственности, ни доле эффек-

та, получаемого участником. Ниже приводится возможный вариант реализации таких предположений.

Как известно [14, 15], решать многокритериальную задачу по оценке мероприятия с учетом неравнозначности интересов участников можно несколькими способами, основные из которых: 1) свертка частных критериев в один общий при учете степени их важности; 2) оценка вариантов по частным критериям сразу, без сведения их к одному (выбор из множества решений, оптимальных по Парето, такой его точки, которая соответствует принятой схеме компромисса).

Свертка критериев, например аддитивная (суммирование частных критериев с некоторыми весами), не всегда позволяет получить обоснованный результат по следующим причинам. Для того чтобы суммируемые значения были сопоставимы, все взвешенные частные критерии должны быть однородны (представлены, в частности, относительными величинами), а это возможно только, если существует общая база для сравнения или определения индексов изменения соответствующих показателей (критериев). Кроме того не всегда соблюдаются интересы всех участников с учетом их значимости. Так, если один из частных критериев по варианту намного превышает величины других критериев, то это может привести к выбору варианта, оптимального по общему критерию, максимально эффективного для одного из участников и очень плохого для других*.

Излагаемый ниже подход лишен указанных недостатков. Мы опишем его применительно к ситуации, когда основное содержание мероприятия сводится к выбору рационального сочетания интенсивности использования новой и базисных (традиционных, существующих) технологий из множества заданных вариантов таких сочетаний.

Введем гипотезу. Пусть априорно задаваемые коэффициенты значимости частных целевых функций определяют степень близости реализуемых их величин к максимально возможным.

Рассмотрим задачу векторной оптимизации**

$$\max F(X^k), \quad (6)$$

$$G(X^k) \leq B, \quad (7)$$

$$X^k \geq 0, \quad (8)$$

где $F = \{f_1, \dots, f_H\}$ — H -мерная целевая вектор-функция, все компоненты которой неотрицательны и максимизируются; G — вектор-функция, определяющая меру расхода ресурсов; X^k — вектор интенсивности использования различных технологий по варианту k ; B — вектор ограничений на ресурсы.

Предположим для простоты, что множество векторов $F(X^k)$ для допустимых решений X^k неотрицательно и выпукло. Каждой точке F допустимой области можно поставить в соответствие вектор значений априорных коэффициентов значимости p_i , определяемых, согласно принятой гипотезе, из соотношений***

$$\frac{p_i}{p_j} = \frac{f_i}{f_{i \max}(X_{\Pi}^k)} : \frac{f_j}{f_{j \max}(X_{\Pi}^k)}, \quad \sum_{n=1}^H p_n = 1, \quad (9)$$

где $f_{n \max}(X_{\Pi}^k)$ — максимальный эффект по целевой функции n , достигаемый на одной из соответствующих точек Парето.

Рассмотрим решение задачи (6)–(9) на примере простейшего случая $H = 2$, допус-

*В частности, если соответствующая задача оптимизации укладывается в рамки линейного программирования, то оптимальное решение обычно находится в одной из вершин многогранника, в которой ряд целевых функций может принимать нулевое значение.

**Общий подход к решению многокритериальных задач с дополнительными ограничениями изложен в [14–16].

***Существование соответствующих значений p_i при задании матрицы предпочтений $P = \|p_{ij}\|$ легко доказывается в случае, если матрица P состоятельна [17], т.е. имеют место соотношения: $P_{ij} = P_{ik}P_{kj}$, $P_{ij} > 0$. В этом случае ранг матрицы $P = 1$.

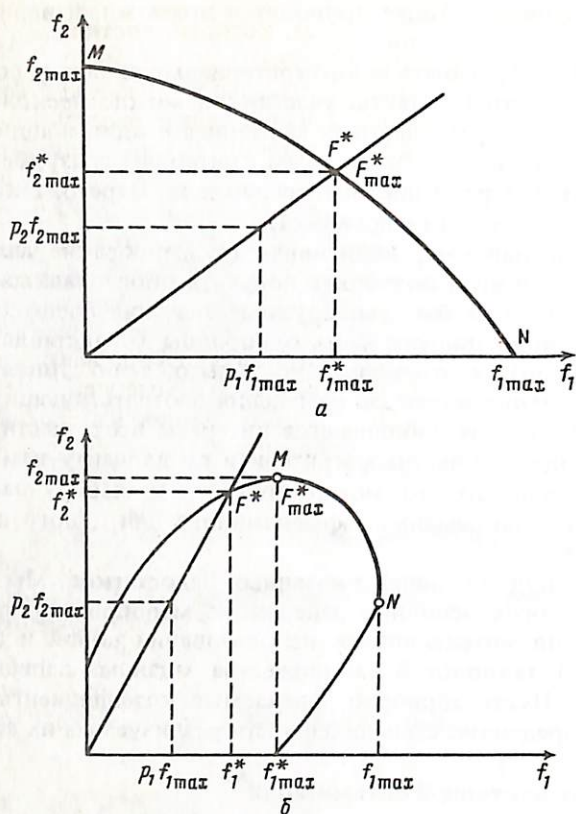


Рис. 1. Построение решения для двумерного случая

кающего наглядную геометрическую интерпретацию, обобщив его затем на случай N функций.

Случай 1. $N = 2$. Пусть заданы две целевые функции f_1 и f_2 , являющиеся частными критериями эффективности. Множество парето-оптимальных точек, удовлетворяющее условиям (6)–(8), лежит на дуге $\widehat{MN}$, причем точка N соответствует значению $f_{1\max}(X_{\Pi}^k)$ а точка M – $f_{2\max}(X_{\Pi}^k)$ (рис. 1).

Тогда можно записать

$$\frac{f_1}{p_1 f_{1\max}(X_{\Pi}^k)} = \frac{f_2}{p_2 f_{2\max}(X_{\Pi}^k)}. \quad (10)$$

Нетрудно видеть, что поскольку $p_1, p_2, f_{1\max}, f_{2\max}$ известны, то совокупность допустимых решений, соответствующих фиксированной величине вектора значимости, в данном двумерном случае представляет прямую* на плоскости (f_1, f_2) , проходящую через начало координат и пересекающую границу множества допустимых решений в точке F^* .

Если точка F^* принадлежит множеству Парето (лежит на дуге $\widehat{MN}$ рис. 1, а), т.е. значение критерия (6) в этой точке оптимально при заданной системе ограничений (7)–(8), то вектор F^* соответствует оптимальному решению X_{Π}^* , и при этом априорная (а в данной ситуации и апостериорная) значимость частных критериев $f_1(X_{\Pi}^*)$ и $f_2(X_{\Pi}^*)$ соответствует p_1 и p_2 . Будем в этом случае считать, что вектор F^* определяет

*Содержание гипотезы также может быть предметом компромисса между участниками, и в случае принятия иной гипотезы по определению коэффициентов значимости, соотношение, аналогичное (10), может описывать не прямую, а другой вид зависимости.

максимальный общий эффект $F_{\max}^*$ — тот, который достигим с учетом интересов обоих участников и согласованных ими коэффициентов значимости критериев.

Если точка F^* не является парето-оптимальной (не лежит на дуге MN , рис. 1,б), тогда следует найти такую парето-оптимальную точку, расстояние до которой от прямой минимально, и считать, что значение критерия (6) в этой точке ($F_{\max}^*$) определяет максимум общего эффекта по варианту. Затем необходимо либо скорректировать априорные значения коэффициентов p_1 и p_2 на апостериорные, соответствующие $F_{\max}^*$, либо иметь в виду, что решение, принятое с учетом априорных коэффициентов, не является оптимальным по Парето. Алгоритм корректировки коэффициентов значимости будет более подробно рассмотрен для случая 2.

Случай 2. Пусть число частных критериев эффективности, входящих в общий, больше двух ($N > 2$). Тогда при решении задачи выбора наиболее эффективного решения с учетом неравнозначности входящих в него критериев, как и в предыдущем случае, каждой точке допустимой области можно поставить в соответствие вектор априорных коэффициентов значимости, определяемых согласно (9) и

$$\frac{f_1}{p_1 f_{1\max}(X_{\Pi}^k)} = \frac{f_2}{p_2 f_{2\max}(X_{\Pi}^k)} = \dots = \frac{f_N}{p_N f_{N\max}(X_{\Pi}^k)} \quad (11)$$

Нетрудно видеть, что (11) описывает прямую в пространстве функций $f_1, \dots, f_N$, проходящую через начало координат. Если она пересекает гиперповерхность в точке F^* , удовлетворяющей условиям задачи (8)–(11), т.е. парето-оптимальной точке, то соответствующее ей значение $F^*(X_{\Pi}^k)$ и является оптимальной величиной векторного критерия эффективности $F_{\max}^*$.

Если ввести параметр

$$z = \frac{f_n(X_{\Pi}^k)}{p_n f_{n\max}(X_{\Pi}^k)}, \quad (12)$$

то искомая точка Парето удовлетворяет уравнению

$$Q(z p_1 f_{1\max}; \dots; z p_N f_{N\max}) = 0, \quad (13)$$

где $Q=0$ — уравнение гиперповерхности точек Парето.

Если прямая пересекает гиперповерхность, ограничивающую допустимую область, в точке $F^* = (f_1^*, \dots, f_N^*)$, не являющейся парето-оптимальной*, то по аналогии со случаем 1 следует найти парето-оптимальную точку $F_{\max}^* = (f_1^{\Pi}, \dots, f_N^{\Pi})$, ближайшую к

прямой (11). Перейдем к нормированным значениям функций, т.е. к $\tilde{f}_n = \frac{f_n}{f_{n\max}}$ и

вычислим координаты указанных точек путем решения задачи**

$$\rho = \sqrt{(\tilde{f}_1^* - \tilde{f}_1^{\Pi})^2 + \dots + (\tilde{f}_N^* - \tilde{f}_N^{\Pi})^2} \rightarrow \min, \quad (14)$$

$$Q(f_{1\max} \cdot \tilde{f}_1^{\Pi}; \dots; f_{N\max} \cdot \tilde{f}_N^{\Pi}) = 0, \quad (15)$$

при этом

$$\tilde{f}_1^* / p_1 = \dots = \tilde{f}_N^* / p_N. \quad (16)$$

*Третий случай, когда прямая вообще не пересекает допустимую область, по существу не вносит ничего нового, и анализ проводится аналогично.

**Использование евклидовой метрики ничем, кроме эвристических соображений удобства, не объясняется. Вопрос о выборе метрики в данной статье не является определяющим — ее выбор зависит от специфики конкретной задачи и также может быть предметом компромисса между участниками.

Из (9) и (11) следует, что найденной точке будут соответствовать апостериорные значения коэффициентов значимости

$$p_n^* = \frac{f_n^{\Pi}}{f_{n\max} \sum_{n=1}^N (f_n^{\Pi}/f_{n\max})} \quad (17)$$

Если точек, удовлетворяющих условию (14), несколько, то выбрать из них единственную можно, например, по критерию минимального отклонения апостериорных значений p_n^* от априорных.

До сих пор рассматривался случай, когда множество допустимых решений в исходном пространстве и пространстве целевых функций выпукло. Эта процедура без существенных изменений переносится и на другие ситуации (например, когда допустимых вариантов конечное число).

Предложенный подход позволяет выбрать вариант мероприятия, наиболее выгодный для каждой из групп участников с учетом интересов других групп, и оценить по соответствующим значениям целевых функций (и принятых в них единицах) величину эффекта, получаемого каждым участником от реализации мероприятия в зависимости от условий компромисса. Если в итоге для какого-то участника его эффект окажется очень мал, то итеративно пересматриваются априорные коэффициенты значимости до тех пор, пока найдется взаимовыгодное и, следовательно, согласованное решение, либо один или несколько участников откажется от мероприятия, и тогда оно будет реализовано при уменьшенном числе участников или не реализовано вообще.

Описанная выше методика учета интересов участников базировалась на предположении о том, что участники установили априорные значения коэффициентов значимости частных целевых функций — организационно-экономический механизм этого процесса может быть различным (переговоры, соображения нормативно-рекомендательно-го характера и др.).

Естественно, что применять изложенную методику имеет смысл в тех случаях, когда процедура установления априорных значений коэффициентов значимости и поиска компромиссного решения на этой основе более проста и надежна, чем непосредственный согласованный выбор одного из возможных парето-оптимальных вариантов проведения инновационных мероприятий.

2. АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ

Методы оценки эффективности инноваций в основном базируются на принципиальных положениях, изложенных в [18], либо в [3]. Несмотря на то что преимущества [3] отмечены в ряде публикаций (прежде всего в Комментариях к [3], недавно вышедшей монографии [6] и др.), тем не менее до сих пор часто приходится сталкиваться с тем, что практические расчеты проводятся на основе методики 1977 г. [18]. Это объясняют обычно тем, что она якобы более проста, требует меньше исходной информации и т.д. Что же касается известных недостатков, отмеченных в [3, 6], то они (опора на принцип тождества эффектов, неполный учет динамики и др.), будто бы не мешают правильно проводить расчеты в реальных ситуациях. В связи с этим представляет интерес остановиться на некоторых общих требованиях, которым должна удовлетворять корректная методика оценки эффективности, а также рассмотреть особенности отдельных рекомендуемых [3, 18] методов оценки эффективности.

1. Об общих условиях корректности расчетов эффективности. Представляется, что при правильном сравнении двух вариантов (например, с инновационными мероприятиями и без них) по критериям стоимостного типа должно всегда получаться так, что насколько (в абсолютном выражении) первый вариант выгоднее второго, настолько же второй менее выгоден, чем первый. Кроме того, при сравнении нескольких вариантов не должно получаться цепных противоречий (например, первый вариант хуже второго,

второй хуже третьего, а третий хуже первого). Методика призвана также объективно отражать особенности зависимости затрат и результатов от соответствующих факторов и параметров.

Формально соблюдение этих естественных [19] положений предполагает выполнение общих условий корректности расчетов эффективности, т.е. соблюдения следующих свойств:

а) антисимметричность

$$\mathcal{E}_{ij} = -\mathcal{E}_{ji}, \quad (18)$$

где $\mathcal{E}_{ij}$ — эффект от замены варианта i инновации на j -й;

б) транзитивность: если $\mathcal{E}_{ik} > 0$ и $\mathcal{E}_{kj} > 0$, то и $\mathcal{E}_{ij} > 0$;

в) учет нелинейностей, если они имеют место и существенны.

Желательно также, чтобы выполнялось и свойство аддитивности, т.е.

$$\mathcal{E}_{ik} + \mathcal{E}_{kj} = \mathcal{E}_{ij}. \quad (19)$$

При этом из свойства аддитивности естественным образом вытекают свойства антисимметричности и транзитивности.

Вспомним основную формулу (4) определения годового народнохозяйственного эффекта в [18] для оценки новой техники

$$\mathcal{E}_{ij} = (Z_i \frac{B_j}{B_i} \frac{k_{pi} + E_n}{k_{pj} + E_n} + \frac{I_i - I_j + E_n(\Delta K_i - \Delta K_j)}{k_{pj} + E_n} - Z_j) A_j, \quad (20)$$

где A_j — количество единиц годового выпуска техники по варианту j ; Z_i и Z_j — приведенные затраты на производство единицы базовой и новой техники с производительностью, соответственно B_i и B_j ; I_i и ΔK_i — чистые издержки эксплуатации (без учета реновации на полное восстановление) и сопутствующие капитальные вложения у потребителя при применении базовой техники, но в расчете на объем работы (выпуска продукции), выполняемой единицей новой техники*, I_j и ΔK_j — при применении новой техники, k_{pi} и k_{pj} — коэффициенты реновации.

Нетрудно видеть, что при $A_i \neq A_j$, $Z_i \neq Z_j$, $B_i \neq B_j$ и некоторых других естественных посылах (когда, например, базовым могут считаться варианты i и j) $\mathcal{E}_{ij} \neq -\mathcal{E}_{ji}$, т.е. антисимметричность не выполняется.

Кроме того, при практических расчетах по (20) обычно $\mathcal{E}_{ij}$ пропорционально A_j , т.е. не учитывается нелинейный характер зависимости затрат Z_j и чистых издержек эксплуатации I_{ij} и I_j от объема выпуска новой техники A_j . Конечно, есть отдельные работы (например, [20]), где обращается внимание на необходимость учета этой нелинейной зависимости и указываются соответствующие методы, но в [18] они не приведены и большинству ее пользователей не известны. Полагаем, что сама потребность такой в общем случае достаточно непростой коррекции значений параметров (в частности, I_{ij}) является структурным недостатком формулы (4) в [18] и, следовательно, самой этой методики.

Возможность нарушения транзитивности при расчетах эффективности новой техники и сравнении ее вариантов на базе (20) докажем для простоты не в общем случае, а построив следующий пример.

Пусть требуемый объем выпуска продукции равен 8 ед.; $\Delta K_{ij} = \Delta K_j = 0$; $t_{cpi} = t_{cpi} = 5$ лет, тогда $k_{pi} = k_{pj} = 0,1 / ((1 + 0,1)^5 - 1) = 0,164$, $E_n = 0,1$. Остальные значения характеристик, различающихся по трем сравниваемым вариантам, приведены в табл. 1 и 2.

Рассмотрим два случая, которые, по нашему мнению, охватывают достаточно большую часть реально производимых проектантами расчетов по формуле (4) из [18].

* Таким образом, величины I_i (и ΔK_i) являются функцией не только характеристик базовой i , но и новой (j) техники. Поэтому в (20) лучше заменить I_i и ΔK_i на I_{ij} и ΔK_{ij} — это предложение внесено С.А. Смоляком и используется ниже.

Таблица 1

Характеристики	Варианты		
	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$
Приведенные затраты на производство единицы техники, $З_k$	1,0	4,0	8,5
Производительность единицы техники, B_k	1,0	2,0	4,0
Чистые издержки эксплуатации, I_k	2,1	1,3	1,06
Годовой объем выпуска техники, A_k	8,0	4,0	2,0

Таблица 2

Характеристики	Варианты		
	$k = 0$	$k = 2$	$k = 3$
Приведенные затраты на производство единицы техники $З_k$	1,0	4,0	8,5
Производительность единицы техники, B_k	1,0	2,0	4,0
Чистые издержки эксплуатации I_k	1,8	1,3	1,6
Годовой объем выпуска техники A_k	8,0	4,0	2,0
Значения коэффициентов a_k	1,5	0,7	0,6
Значения коэффициентов b_k	0,3	0,6	1,0

1. Чистые издержки эксплуатации базовой техники I_{ij} не зависят от характеристик новой i , следовательно, $I_{ij} \equiv I_i$. Тогда, согласно (20)

$$\Theta_{12} = \left(1 \frac{2}{1} + \frac{2,1 - 1,3}{0,164 + 0,1} - 4\right) 4 = 4,12 > 0,$$

$$\Theta_{23} = \left(4 \frac{4}{2} + \frac{1,3 - 1,06}{0,164 + 0,1} - 8,5\right) 2 = 0,86 > 0,$$

$$\Theta_{13} = \left(1 \frac{4}{1} + \frac{2,1 - 1,06}{0,164 + 0,1} - 8,5\right) 2 = -1,12 < 0.$$

Таким образом, $\Theta_{12} > 0$, $\Theta_{23} > 0$, а $\Theta_{13} < 0$, т.е. транзитивность нарушена.

Из этого примера видно, что аддитивность также не выполняется, так как $\Theta_{12} + \Theta_{23} \neq \Theta_{13}$.

Принятое допущение независимости I_{ij} от B_j и I_j кажется несколько экзотичным, но фактически нередко встречается по следующим причинам. Во-первых, существуют ситуации, когда издержки I_{ij} в основном определяются типом используемой в данном месте техники i , а не ее количеством или производительностью, т.е. основной удельный вес имеют не прямые, а косвенные (сопутствующие) расходы. Величина же A_j в этом случае соответствует числу мест применения новой техники; в этих условиях $I_{ij} \equiv I_i$. Во-вторых, указываемая в [18] корректировка величин издержек базовой техники "на объем продукции (работы), производимой с помощью нового средства труда", часто понимается как необходимость лишь учитывать "годовой объем производства новых средств труда в расчетном году", что отражается в (20) множителем A_j . Поэтому величина I_i принимается в расчетах по (20) неизменной при сравнении базовой техники i с любым другим вариантом j и не корректируется ни на величину соотношения производительностей B_j и B_i , ни на объем выпуска новой техники A_j .

Однако, несмотря на приведенные аргументы, случай независимости величин I_{ij} от характеристик новой техники может показаться неубедительным для доказательства положения о возможной нетранзитивности расчетов по (20). Поэтому рассмотрим более общий случай.

2. Чистые издержки эксплуатации I_{ij} линейно, но не прямо пропорционально зависят от соотношения производительности единиц новой и базовой техники, т.е.

$$I_{ij} = a_i + b_i(B_j/B_i) = I_i + b_i((B_j/B_i) - 1). \quad (21)$$

Тогда с учетом этих допущений (20) примет вид

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{ij} &= (3_i \frac{B_j}{B_i} + \frac{I_{ij} - I_j}{k_p + E_n} - 3_j) A_j = \\ &= ((k_p + E_n) 3_i + b_i) \frac{B_j}{B_i} + (a_i - a_j) - ((k_p + E_n) 3_j + b_j) \frac{A_j}{k_p + E_n}, \end{aligned} \quad (22)$$

и согласно (22), для приведенных в табл. 2 значений характеристик вариантов имеем

$$\mathcal{E}_{12} = ((0,164 + 0,1) 1 + 0,3) (2/1) + (1,5 - 0,7) - ((0,164 + 0,1) 4 + 0,6) 15,2 = 4,1,$$

$$\mathcal{E}_{23} = ((0,164 + 0,1) 4 + 0,6) (4/2) + (0,7 - 0,6) - ((0,164 + 0,1) 8,5 + 1) 7,58 = 1,27,$$

$$\mathcal{E}_{13} = ((0,164 + 0,1) 1 + 0,3) (4/1) + (1,5 - 0,6) - ((0,164 + 0,1) 8,5 + 1) 7,58 = -0,67.$$

Транзитивность и в этом случае не выполняется (хотя, конечно, есть много других частных ситуаций, где она имеет место).

Таким образом, рассмотренный числовой пример еще раз подтверждает то, что некоторые положения методики [18] не отвечают ряду как содержательных, так и формальных требований к оценке эффективности, и требуют серьезной доработки.

Методические рекомендации [3] лишены отмеченных недостатков и в основном удовлетворяют принципиальным требованиям к оценке эффективности как содержательного, так и формального характера. Рассмотрим по аналогии с методикой [18] выполнение указанных выше принципов.

Согласно методическим рекомендациям [3] экономический эффект i -го мероприятия НТП за расчетный период T

$$\mathcal{E}_{Ti} = R_{Ti} - 3_{Ti}, \quad (23)$$

где R_{Ti} — стоимостная оценка результатов реализации мероприятия i за указанный период, а 3_{Ti} — стоимостная оценка затрат на осуществление мероприятия i за то же время. При этом результаты и затраты определяются с учетом их неравнозначности в разные моменты и приводятся к расчетному году дисконтированием.

Выбор оптимального варианта по [3] производится максимизацией $\mathcal{E}_{Ti}$; попарное сравнение вариантов путем расчета величин типа $\mathcal{E}_{ij} = \mathcal{E}_{Tj} - \mathcal{E}_{Ti}$ обычно не проводится. Тем не менее легко убедиться, что приведенные выше общие условия корректности расчетов выполняются. Действительно, экономический эффект мероприятия j по сравнению с i -м можно определить так (для простоты индекс T опускается)

$$\mathcal{E}_{ij} = (R_j - 3_j) - (R_i - 3_i) = R_j - R_i - 3_j + 3_i.$$

Нетрудно проверить, что условия антисимметричности и аддитивности справедливы

$$\mathcal{E}_{ij} = -((R_i - 3_i) - (R_j - 3_j)) = -\mathcal{E}_{ji}.$$

Если $\mathcal{E}_{ik} > 0$ и $\mathcal{E}_{kj} > 0$, то и $\mathcal{E}_{ij} > 0$, т.е. транзитивность выполняется. Кроме того, формула (23) корректна и с точки зрения учета нелинейностей: предполагается, что ее составляющие (затраты и результаты) могут меняться непропорционально объему выпуска.

Таким образом, в отличие от методики [18] методические рекомендации [3] удовлетворяют требованиям, которые необходимы для корректной и объективной оценки эффективности инноваций.

2. О внутренней норме прибыли. Оценка хозрасчетной, (т.е. на уровне фирм) эффективности инноваций на основе внутренней нормы прибыли давно применяется в зарубежной практике. В СССР этот метод рекомендован в [3], где правильно указывается, что для выбора варианта по данному критерию необходимо полученную величину

Период времени	e				
	0,05	0,1	0,2	0,5	1
$T = 3$	2,72	2,49	2,11	1,41	0,88
$T = 5$	4,33	3,79	2,99	1,74	0,97
$T = 7$	5,79	4,87	3,6	1,88	0,99
$T = \infty$	20	10	5	2	1

внутренней нормы прибыли (или эффективности единовременных затрат) e сопоставлять с нормативной. Однако в [3] не акцентировано внимание на то, что величина внутренней нормы прибыли не может служить критерием эффективности при сравне-

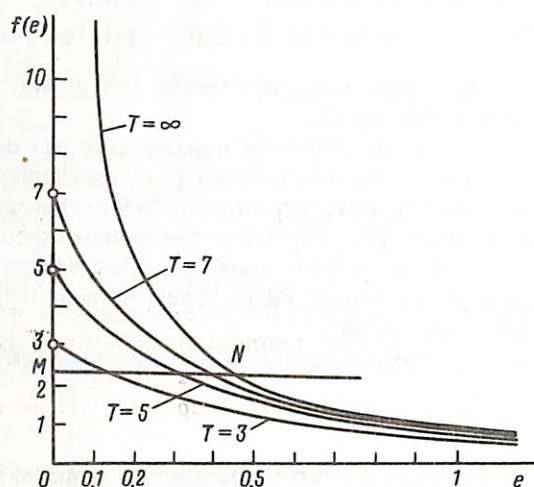


Рис. 2. График зависимости "фактического" срока окупаемости от внутренней нормы прибыли

нии вариантов и довольно широко распространено мнение, что лучшему варианту отвечает большее e , и наивыгоднейший вариант из числа заданных можно найти из условия максимизации минимального положительного корня уравнения (2), т.е.

$$\max_j e_j = \max_j \min_k e_{jk}, \quad e_{jk} > 0, \quad (24)$$

При этом для j -го варианта e_{jk} — k -й положительный корень уравнения

$$\sum_{t=0}^T (P_{tj} - I_{tj} - K_{tj})(1 + e_{jk})^{-t} = 0. \quad (25)$$

Хотя в отдельных работах (например, [21]) имеется аргументация в пользу того, что критерием эффективности должна служить величина полного дисконтированного интегрального эффекта, а не внутренней нормы прибыли, но сама аргументация сводится лишь к доказательству того, что указанные критерии не идентичны, и остается не совсем понятным (особенно для основных пользователей методическими рекомендациями [3])*, почему должно быть на уровне предприятий отдано предпочтение максимизации полного эффекта, а не внутренней нормы прибыли. Поэтому представляется полезным "перебросить мост" между методом выбора вариантов путем максимизации

*К тому же обычно не знакомых с монографиями типа [21].

е и таким известным и явно некорректным методом оценки эффективности, как выбор варианта по минимуму срока окупаемости [6].

В этих целях преобразуем (25) к виду

$$\sum_{t=0}^T (\Pi_{tj} - K_{tj}) (1 + e)^{-t} = 0. \quad (26)$$

где Π_{tj} — прибыль в году t .

Рассмотрим весьма распространенный в расчетной практике случай, когда капитальные вложения осуществляются однократно при $t = 0$, а прибыль в течение периода эксплуатации $[1, T]$ остается постоянной.

На примере этой упрощенной ситуации нетрудно видеть, что критерий максимума внутренней нормы прибыли действительно может приводить к результатам, не совпадающим с теми, которые соответствуют критерию максимизации интегрального эффекта. Убедимся в этом графически и алгебраически.

Из (26) следует, что

$$K_j = \sum_{t=1}^T \Pi_j (1 + e_j)^{-t} = \Pi_j \sum_{t=1}^T (1 + e_j)^{-t}, \quad (27)$$

и поэтому

$$\frac{K_j}{\Pi_j} = \frac{1}{e_j} \left[1 - \frac{1}{(1 + e_j)^T} \right] = f_T(e_j). \quad (28)$$

Численные значения и графики функций $f_T(e)$ при различных T представлены в табл. 3 и на рис. 2. Нетрудно проверить, что эти функции — монотонно убывающие и, следовательно, уравнение (28) имеет единственный корень. На графике он показан точкой пересечения соответствующей кривой с горизонталью MN , отстоящей от оси абсцисс на расстояние, равное "фактическому" сроку окупаемости $T_j = K_j/\Pi_j$. При этом с ростом T_j указанная точка пересечения сдвигается влево, т.е. внутренняя норма прибыли e_j уменьшается. Отсюда вариант с наибольшей внутренней нормой прибыли будет одновременно обеспечивать и наименьший срок окупаемости, и наибольшую величину обратного показателя Π_j/K_j — "удельной прибыли". Использование же этого и других удельных показателей в качестве критериев оптимальности некорректно, что уже достаточно давно показано и неоднократно отмечалось в литературе [21, 22].

Приведенные соображения, касающиеся методов оценки эффективности инноваций, по мнению авторов, можно перенести и на более общую проблематику. Представляется, что целесообразно продолжить работу, проводившуюся в 1982–1983 гг. под руководством Н.П. Федоренко и Д.С. Львова, и вновь вернуться к идее составления на основе [3] общих методических рекомендаций оценки эффективности хозяйственных мероприятий с учетом специфики современного этапа перехода к рыночным отношениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. О собственности в СССР. Закон СССР // Экономика и жизнь. 1990. № 12.
2. О предприятиях и предпринимательской деятельности. Закон РСФСР // Экономика и жизнь. 1991. № 4.
3. Комплексная оценка эффективности мероприятий, направленных на ускорение НТП. Методические рекомендации и комментарий по их применению. М.: Информэлектро, 1989.
4. Лившиц В.Н. Оптимизация при перспективном планировании и проектировании. М.: Экономика, 1984.
5. Лившиц В.Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте. М.: Транспорт, 1986.
6. Львов Д.С. Эффективное управление техническим развитием. М.: Экономика, 1990.
7. Гальперин В.М. О тенденциях развития методов и практики оценки технических вариантов // Изв. АН СССР. Сер. экон. 1987. № 1.
8. Браславский А.Л., Кочетов Е.И. Проблемы и пути совершенствования хозяйственного механизма транспорта // Экономика и мат. методы. 1984. Т. XX. Вып. 2.

9. Нудельман Р.И. Народнохозяйственный подход и хозрасчетная эффективность новой техники // Экономика и мат. методы. 1990. Т. 26. Вып. 5.
10. Conte M.A. Entry of Worker Cooperatives in Capitalist Economies // J. Comparative Econ. 1986. N 10.
11. Wong D.C. A Two-Period Model of the Competitive Socialist Labour-Managed Firm // J. Comparative Econ. 1986 N 10.
12. Samuelson P., Nordhaus W. Economics. N.Y., 1989.
13. Khoury S.J. Investment Management Theory and Application. N.Y.; L., 1983.
14. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982.
15. Полищук Л.И. Анализ многокритериальных экономико-математических моделей. Новосибирск: Наука, 1989.
16. Полтерович В.М. Экономическое равновесие и хозяйственный механизм. М.: Наука, 1990.
17. Саати Т.Л. Математические модели конфликтных ситуаций. М.: Сов. радио, 1977.
18. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.: Экономика, 1977.
19. Клейнер Г.Б. Производственные функции: Теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986.
20. Чирков В.Г. Расчеты экономического эффекта новой техники. Киев: Техника, 1984.
21. Массе П. Критерии и методы оптимального определения капиталовложений. М.: Статистика, 1971.
22. Лышич В.Н. Выбор оптимальных решений в технико-экономических расчетах. М.: Экономика, 1971.

Поступила в редакцию
19 VIII 1991