ЭКОНОМИКА
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ 1971 том VII, вып. 2

К ВОПРОСУ О НОРМАТИВНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ *

А. В. ТЕМУРДЖЯН

(Ереван)

Эффективность выбранного варианта проекта объектов, например в энергетике, определяется критерием экономичности, который на современном уровне развития экономической науки является нормативным сроком окупаемости или нормативным коэффициентом эффективности.

При исследовании проблемы эффективности капиталовложений возникает принципиальный вопрос, каким должен быть срок окупаемости — единым для всех отраслей промышленности или дифференцированным по отдельным отраслям производства.

Вопрос об экономической сущности нормативного коэффициента эффективности и методах его определения трактуется различными авторами поразному. Одни считают, что во всех технико-экономических расчетах должен применяться единый нормативный коэффициент эффективности [1—5], другие — что он должен быть дифференцированным по отраслям [6—12].

Если принять норматив единым для всех отраслей производства, получаются большие искажения в энергоэкономических расчетах. Например, неэффективными становятся многие уникальные гидроэлектростанции (не только с нашей точки зрения, но и с точки зрения мировой практики гидротехнического строительства).

Мнение сторонников дифференцирования нормативных коэффициентов эффективности для различных отраслей народного хозяйства, в частности, отражено в [13], где рекомендуется нормативный коэффициент эффективности $P_н = 0{,}15$, т. е. срок окупаемости $\tau = 6$, (6) лет.

В [14] содержится принципиально иная рекомендация по вопросу дифференцирования нормативных сроков окупаемости. В ней говорится, что нормативные сроки окупаемости должны быть дифференцированы по характеру мероприятий, связанных с частичной механизацией и автоматизацией производства.

Ни в той, ни в другой методике не дается конкретных обоснований для принятия того или иного предложения. Нет единства мнений по этому вопросу и в других социалистических странах. Например, в Польше и Венгрии норматив эффективности взят единым для всего хозяйства, а в Чехословакии и Румынии — дифференцированным по отраслям [15].

На наш взгляд, единый коэффициент эффективности можно было бы принять только для тех взаимозаменяемых видов продукции, которые производятся в разных отраслях промышленности. Причем это не должно касаться гидроэлектроэнергетики.

---

* В порядке обсуждения.

Сроки окупаемости могут быть установлены по отдельным отраслям промышленности. Как известно, на любом предприятии, независимо от рода и характера производимых им потребительских стоимостей, увеличение капиталовложений до известного предела способствует снижению себестоимости продукции.

Существует определенная зависимость себестоимости выпускаемой продукции от величины капиталовложений: $C = f(K)$.

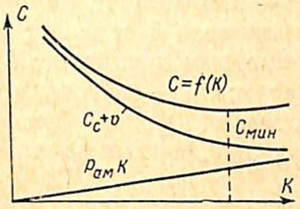

Рис. 1

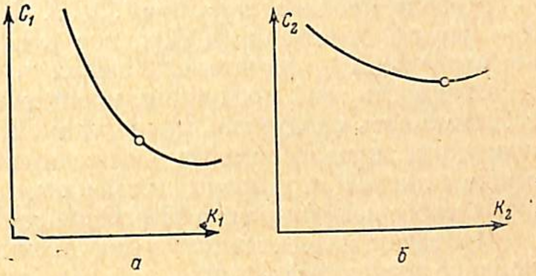

Рис. 2

Рис. 1. $C = f(K)$ — кривая зависимости себестоимости от капитальных вложений; $C_{\min}$ — минимальное значение себестоимости: $C_{ам} = P_{ам}K$ — амортизация основных фондов; $C_{с}$ — расходы на сырье, топливо и материалы; v — заработная плата рабочих и служащих

Рис. 2. *а* — характерная зависимость $C_1 = f(K_1)$ для гидроэлектростанций; *б* — характерная зависимость $C_2 = f(K_2)$ для тепловых электростанций

Как показано в [5, рис. 1], с увеличением капиталовложений в себестоимости продукции возрастают амортизационные отчисления, что соответствует ординатам прямой $P_{ам}K$. В то же время сумма других составляющих себестоимости $(C_{с} + v)$ обычно уменьшается. Это происходит, например, при увеличении сечения проводов линии электропередачи. При увеличении сечения проводов амортизационные отчисления возрастают, но вместе с тем потери энергии в линии уменьшаются обратно пропорционально возрастанию сечения. С увеличением капиталовложений себестоимость продукции уменьшается до определенного предела $(C_{\min})$, после чего она начинает возрастать, так как увеличение амортизационных отчислений происходит быстрее. Из-за разного влияния капиталовложений, необходимых для постройки различных предприятий, зависимости $C = f(K)$ имеют неодинаковый вид. Одни предприятия могут требовать значительных капиталовложений, необходимых для работы, и не давать никакого снижения себестоимости продукции. В этом случае кривая себестоимости продукции сдвигается вправо (за счет увеличения капиталовложений) и вверх (за счет увеличения амортизационных отчислений в составе себестоимости продукции, см. рис. 2*а*). Это особенно характерно для гидростанции, где удельный вес амортизационных отчислений составляет до 80—90%.

Другие предприятия, напротив, могут требовать сравнительно больших размеров сырья, топлива, заработной платы, никак не связанных с величиной основных фондов. В этом случае кривая себестоимости продукции передвигается вверх (см. рис. 2*б*). Это характерно для тепловых электростанций, где в себестоимости решающее значение имеет стоимость топлива.

Однако на всех предприятиях себестоимость зависит в определенном смысле от капиталовложений, и отсюда возникает задача нахождения для каждого из них наилучшего сочетания капитальных и эксплуатационных затрат.

Докажем, что, имея определенные суммы капитальных вложений: $K = \sum_{i=1}^{l} K_i = \sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{m} K_{ij}$, минимум суммарной себестоимости продукции всех предприятий народного хозяйства: $C = \sum_{i=1}^{l} C_i = \sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{m} C_{ij}$, где l — отрасли производства, $i = 1, 2, \ldots, l$; m — предприятия $j = 1, 2, \ldots, m$; K — капиталовложения в народное хозяйство; K_i — капиталовложения в i-ю отрасль; K_{ij} — капиталовложения в j-е предприятие i-й отрасли; C — себестоимость всей продукции, производимой в народном хозяйстве; C_i — себестоимость продукции, производимой в i-й отрасли; C_{ij} — себестоимость продукции, производимой в j-м предприятии i-й отрасли, может быть достигнут лишь при условии применения в расчетах дифференцированного отраслевого коэффициента эффективности.

Приведем математическую постановку задачи. Требуется найти минимальное значение функции

$$C = f(K_{11}, \ldots, K_{1m}, \ldots, K_{21}, \ldots, K_{2m}, \ldots, K_{l1}, \ldots, K_{lm}) \tag{1}$$

при условиях

$$\Phi_i(K_{11}, \ldots, K_{1m}; K_{21}, \ldots, K_{2m}; \ldots; K_{l1}, \ldots, K_{lm}) = 0, \tag{2}$$

где $\min K_{ij} \leqslant K_{ij} \leqslant \max K_{ij}$, $i = 1, 2, \ldots, l$; $j = 1, 2, \ldots, m$.

$\Phi_i = \sum_{j=1}^{m} K_{ij} - K_i = 0$ — линейные функции, представляющие собой баланс капитальных вложений для каждой i-й отрасли. Количество уравнений равно l по числу отраслей производства.

$$C = \sum_{i=1}^{l} C_i = \sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{l} C_{ij}, \quad \text{где } C_{ij} = f(K_{ij})$$

— непрерывные функции.

Используем в доказательстве метод неопределенных множителей Лагранжа [16], поскольку функции $C, \Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_l$ — непрерывные и имеют непрерывные частные производные в каждой точке рассматриваемой области по всем независимым переменным и ранг матрицы, составленной из частных производных функций Φ_i для каждой точки области, равен l, т. е. хотя бы один из его детерминантов порядка l не равен нулю

$$\begin{Vmatrix} \frac{\partial \Phi_1}{\partial K_{11}} \cdots \frac{\partial \Phi_1}{\partial K_{1m}} & \frac{\partial \Phi_1}{\partial K_{21}} \cdots \frac{\partial \Phi_1}{\partial K_{2m}} \cdots & \frac{\partial \Phi_1}{\partial K_{l1}} \cdots \frac{\partial \Phi_1}{\partial K_{lm}} \\ \frac{\partial \Phi_2}{\partial K_{11}} \cdots \frac{\partial \Phi_2}{\partial K_{1m}} & \frac{\partial \Phi_2}{\partial K_{21}} \cdots \frac{\partial \Phi_2}{\partial K_{2m}} \cdots & \frac{\partial \Phi_2}{\partial K_{l1}} \cdots \frac{\partial \Phi_2}{\partial K_{lm}} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\partial \Phi_l}{\partial K_{11}} \cdots \frac{\partial \Phi_l}{\partial K_{1m}} & \frac{\partial \Phi_l}{\partial K_{21}} \cdots \frac{\partial \Phi_l}{\partial K_{2m}} \cdots & \frac{\partial \Phi_l}{\partial K_{l1}} \cdots \frac{\partial \Phi_l}{\partial K_{lm}} \end{Vmatrix}.$$

Например, детерминант не равен нулю

$$\frac{D(\Phi_1\Phi_2, \ldots, \Phi_l)}{D(K_{1m}K_{2m}, \ldots, K_{lm})} = \begin{vmatrix} \frac{\partial\Phi_1}{\partial K_{1m}} & \frac{\partial\Phi_1}{\partial K_{2m}} & \cdots & \frac{\partial\Phi_1}{\partial K_{lm}} \\ \frac{\partial\Phi_2}{\partial K_{1m}} & \frac{\partial\Phi_2}{\partial K_{2m}} & \cdots & \frac{\partial\Phi_2}{\partial K_{lm}} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{\partial\Phi_l}{\partial K_{1m}} & \frac{\partial\Phi_l}{\partial \Phi_{2m}} & \cdots & \frac{\partial\Phi_l}{\partial K_{lm}} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \ldots 0 \\ 0 & 1 \ldots 0 \\ \cdot & \cdot \\ 0 & 0 \ldots 1 \end{vmatrix} = 1,$$

чем и объясняется независимость условий.

Введем l неопределенных множителей $(\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_l)$ и из (1), (2) составим вспомогательную функцию

$$F^* = \sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{m} C_{ij} + \lambda_1\left(\sum_{j=1}^{m} K_{1j} - K_1\right) + \ldots$$

$$\ldots + \lambda_l\left(\sum_{j=1}^{m} K_{lj} - K_l\right).$$

Для достижения минимума функции F^* необходимо, чтобы ее производные по всем независимым переменным равнялись нулю: $F^* = F(K_{11}K_{12}\ldots$ $\ldots K_{1m}K_{21}K_{22}\ldots K_{2m}\ldots K_{l1}K_{l2}K_{l3}\ldots K_{lm})$, т. е.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial F}{\partial K_{11}} &= \frac{\partial C_{11}}{\partial K_{11}} + \lambda_1 = 0;\\
\frac{\partial F}{\partial K_{12}} &= \frac{\partial C_{12}}{\partial K_{12}} + \lambda_1 = 0;\\
&\cdots\cdots\cdots\\
\frac{\partial F}{\partial K_{1m}} &= \frac{\partial C_{1m}}{\partial K_{1m}} + \lambda_1 = 0;\\
\frac{\partial F}{\partial K_{21}} &= \frac{\partial C_{21}}{\partial K_{21}} + \lambda_2 = 0;\\
\frac{\partial F}{\partial K_{22}} &= \frac{\partial C_{22}}{\partial K_{22}} + \lambda_2 = 0;\\
&\cdots\cdots\cdots\\
\frac{\partial F}{\partial K_{2m}} &= \frac{\partial C_{2m}}{\partial K_{2m}} + \lambda_2 = 0;\\
\frac{\partial F}{\partial K_{l1}} &= \frac{\partial C_{l1}}{\partial K_{l1}} + \lambda_l = 0;\\
&\cdots\cdots\cdots\\
\frac{\partial F}{\partial K_{lm}} &= \frac{\partial C_{lm}}{\partial K_{lm}} + \lambda_l = 0.
\end{aligned} \tag{3}$$

Получаем систему l_m уравнений. Кроме этого, имеем еще l уравнений связи. Таким образом, получается $(lm + l)$ уравнений, где имеется столько же неизвестных: $(K_{11}, K_{12}, \ldots, K_{1m}, K_{21}, K_{22}, \ldots, K_{2m}, \ldots, K_{l1}, K_{l2}K_{lm}\lambda_1, \ldots, \lambda_l)$.

Следовательно, система решается единственным образом. Из (3) находим

$$
\begin{aligned}
\lambda_1 &= -\frac{\partial C_{11}}{\partial K_{11}} = -\frac{\partial C_{12}}{\partial K_{12}} = \ldots = -\frac{\partial C_{1m}}{\partial K_{1m}};\\
\lambda_2 &= -\frac{\partial C_{21}}{\partial K_{21}} = -\frac{\partial C_{22}}{\partial K_{22}} = \ldots = -\frac{\partial C_{2m}}{\partial K_{2m}};\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
\lambda_l &= -\frac{\partial C_{l1}}{\partial K_{l1}} = -\frac{\partial C_{l2}}{\partial K_{l2}} = \ldots = -\frac{\partial C_{lm}}{\partial K_{lm}}.
\end{aligned} \tag{4}
$$

Оптимальное соотношение между себестоимостью C_{ij} и капиталовложениями K_{ij} на j-м предприятии соответствует минимальной величине полных затрат, т. е. связь между этими величинами выражается следующим образом: $З_{ij} = C_{ij} + P_{\text{н}_{ij}} K_{ij}$, $i = 1, \ldots, l$; $j = 1, \ldots, m$, где $P_{\text{н}_{ij}}$ — нормативный коэффициент эффективности j-го предприятия i-й отрасли.

Для нахождения минимальных затрат приравняем нулю частные производные по K_{ij}

$$\frac{\partial З_{ij}}{\partial K_{ij}} = \frac{\partial C_{ij}}{\partial K_{ij}} + P_{\text{н}_{ij}} = 0, \quad i = 1, \ldots, l; j = 1, \ldots, m.$$

Отсюда

$$P_{\text{н}_{ij}} = -\frac{\partial C_{ij}}{\partial K_{ij}}. \tag{5}$$

Из (4) и (5) получаем, что нормативные коэффициенты эффективности предприятий, входящих в отрасли, равны между собой

$$
\begin{aligned}
&P_{\text{н}_{11}} = P_{\text{н}_{12}} = P_{\text{н}_{13}} = \ldots = P_{\text{р}_{1m}} = \lambda_1;\\
&P_{\text{н}_{21}} = P_{\text{н}_{22}} = P_{\text{н}_{23}} = \ldots = P_{\text{н}_{2m}} = \lambda_2;\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&P_{\text{н}_{l_1}} = P_{\text{н}_{l_2}} = P_{\text{н}_{l_3}} = \ldots = P_{\text{н}_{l_m}} = \lambda_l.
\end{aligned}
$$

Обозначим первую строку через $P_{\text{н}_1}$, вторую — $P_{\text{н}_2}, \ldots$, l-ю — $P_{\text{н}\,l}$ или $P_{\text{н}_i} = P_{\text{н}_{i_1}} = P_{\text{н}_{i_2}} = \ldots = P_{\text{н}_{im}} = \lambda_i$, $i = 1, \ldots, l$, где $P_{\text{н}_i}$ — нормативный коэффициент эффективности i-й отрасли. Получаем столько нормативов, сколько отраслей. Это говорит о том, что во всех расчетах необходимо пользоваться дифференцированным нормативным коэффициентом эффективности, установленным по отраслям промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Белоусов. Искусственно запутанный вопрос. Научно-техн. о-ва СССР, 1962, № 1.
2. А. Воронин. Улучшить методику расчета. Научно-техн. о-ва СССР, 1961, № 10.
3. С. Крицкий, М. Менкель. О методике технико-экономических сопоставлений. Гидротехн. стр-во, 1962, № 4.
4. В. Новожилов. Измерение затрат и их результатов в социалистическом хозяйстве. В сб. Применение математики в экономических исследованиях. М., Соцэкгиз, 1959.
5. Л. А. Ваат, С. Н. Захаров. Методы экономической оценки в энергетике. М.—Л., Госэнергоиздат, 1962.
6. А. М. Осепян. Технико-экономические расчеты в энергетике. Ереван, Армянское Гос. изд-во, 1962.

7. Г. Г. Бугаев. Основные вопросы методики определения экономической эффективности новых технологических процессов. М., 1958 (АН СССР, Ин-т экономики).
8. В. И. Ганштак, В. М. Готлобер. Экономическая эффективность внедрения новой техники. М., «Знание», 1958.
9. А. И. Ноткин. Вопросы определения экономической эффективности капитальных вложений в промышленности СССР. М., Изд-во АН СССР, 1953.
10. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1966 (АН СССР).
11. Т. С. Хачатуров. Экономическая эффективность капитальных вложений. М., «Экономика», 1964.
12. Б. О. Егиазарян. Оценка экономической эффективности капитальных вложений в промышленности. Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1968.
13. Методика технико-экономических расчетов в энергетике. М., 1966 (ГК СМ СССР по науке и технике).
14. Методика определения экономической эффективности и внедрения механизации и автоматизации производства с учетом специфики отдельных отраслей. М., Госпланиздат, 1960.
15. Я. Шуксталь. Об определении экономической эффективности капитальных вложений в странах — членах СЭВ. Вопросы экономики, 1961, № 10.
16. Г. М. Фихтенгольц. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 1. М.— Л., Гостехиздат, 1949.

Поступила в редакцию
1 XI 1968