

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЛОЖЕНИЯХ, РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВО ВРЕМЕНИ

М. В. КОСТЕНКО

(Ленинград)

В настоящее время выбор оптимального варианта при технико-экономических сопоставлениях производится исходя из минимума приведенных затрат [1, 2], вычисленных по формуле

$$Z_t = \varepsilon_n \sum_{i=1}^T K_i (1 + \varepsilon_n)^{t-i} + I_n (1 + \varepsilon_n)^{t-T}, \quad (1)$$

где Z_t , I_n — затраты, приведенные к концу t -го года, и издержки производства периода нормальной эксплуатации, руб./год; K_i — капитальные вложения в течение i -го года строительства, руб.; ε_n — норма эффективности капитальных вложений, отнесенных к концу расчетного года, равная коэффициенту приведения, 1/год; t , T — год, к концу которого приводятся затраты, и число лет строительства.

Эта формула не учитывает распределения вложений во времени в пределах каждого расчетного года, что может привести к значительным погрешностям и выбору неоптимального варианта. Предполагается жесткая связь (равенство) между нормой эффективности капитальных вложений и коэффициентом приведения. Кроме того, эта формула противоречит физическому смыслу, так как приходится складывать безразмерную величину 1 с коэффициентом приведения, имеющим размерность «1/год» и возводить в степень, имеющую размерность «год».

Было бы желательно получить более общую формулу, свободную от указанных недостатков.

1. ВЫВОД ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ

Если затраты, приведенные к моменту времени t , составили Z_t , то эти же затраты, приведенные к моменту времени $t + \Delta t$, составят

$$Z_{t+\Delta t} = Z_t (1 + q\Delta t), \quad (2)$$

где q — коэффициент приведения распределенных вложений, 1/год.

Переходя к бесконечно малым приращениям $\Delta t \rightarrow 0$, получаем из (2) однородное дифференциальное уравнение

$$dZ_t / dt - qZ_t = 0. \quad (3)$$

Его решение имеет вид

$$Z_t = C_0 e^{qt}. \quad (4)$$

Постоянную интегрирования C_0 определяем из условия, что в момент конца строительства $t = T$ приведенные затраты равны

$$Z_T = pK_T + I_n, \quad (5)$$

где K_T — приведенные к моменту конца строительства $t = T$ суммарные капитальные вложения (а также суммарные издержки производства всего периода частичной эксплуатации), руб.; I_n — ежегодные издержки производства периода нормальной эксплуатации, руб./год; p — коэффициент эффективности распределенных капитальных вложений, 1/год.

Подставив (5) в (4), имеем

$$C_0 = (pK_T + I_n) e^{-qT}, \quad (6)$$

$$Z_t = (pK_T + I_n) e^{-q(T-t)}. \quad (7)$$

Для определения приведенных вложений K_T имеем аналогично (2)

$$K_{t+\Delta t} = K_t + \Delta K_t = K_t + \Delta K_{\Phi} + q\Delta t K_t, \quad (8)$$

где ΔK_{Φ} — фактические дополнительные вложения в течение малого времени Δt , руб.; K_t — приведенные вложения к моменту t .

Переходя к бесконечно малым $\Delta t \rightarrow 0$, получаем из (8) неоднородное дифференциальное уравнение вида

$$dK_t / dt - qK_t = f(t), \quad (9)$$

где $f(t) = dK_\Phi / dt$ — интенсивность дополнительных вложений, руб/год.

Решение неоднородного уравнения (3) ищем методом вариации постоянной C_K

$$C_K = F_K(t) = \int_0^t f(\tau) e^{-q\tau} d\tau + C_0, \quad (10)$$

$$K_t = l^{qt} \left[\int_0^t f(\tau) e^{-q\tau} d\tau + C_0 \right].$$

Полагая в (10) $t = 0$, определяем $C_0 = K_0$, где K_0 — предшествующие капиталовложения (при $t < 0$), приведенные к моменту начала строительства $t = 0$.

Полагая теперь в (10) $t = T$ и подставляя в (7), получаем строгую интегральную формулу для приведенных затрат

$$Z_t = p e^{qi} \left[\int_0^T f(\tau) e^{-q\tau} d\tau + K_0 \right] + I_n e^{-q(T-t)}. \quad (11)$$

Если условия энергетической и экономической сопоставимости соблюдены (одинаковые производственные эффекты, степени надежности, условия труда и быта и т. д.), то оптимальным следует считать вариант, дающий минимум расчетных затрат по формуле (11).

В частности, а) при приведении к моменту конца строительства

$$Z_T = \int_0^T p f(\tau) e^{q(T-\tau)} d\tau + p K_0 e^{qT} + I_n; \quad (12)$$

б) при приведении к началу строительства

$$Z_0 = \int_0^T p f(\tau) e^{-q\tau} d\tau + p K_0 + I_n e^{-qT}. \quad (13)$$

В случае непрерывно развивающейся системы $T \rightarrow \infty$ и расчетные затраты целесообразно приводить к началу строительства. Для этого случая условие оптимума имеет вид

$$Z_0 = \int_0^\infty p f(\tau) e^{-q\tau} d\tau + p K_0 = \min. \quad (14)$$

2. ВЫБОР ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРИВЕДЕНИЯ

Коэффициенты p и q в формулах (11)–(14) должны быть выбраны так, чтобы получить наибольший народнохозяйственный эффект от капитальных вложений и обеспечить оптимальный темп развития расширенного социалистического воспроизводства всего народного хозяйства в целом, что потребует многочисленных расчетов.

В данной работе при выборе значений p и q будем исходить из условия, что численные результаты по формуле (11) при некотором «типовом» распределении вложений во времени в пределах каждого года и по формуле (1) должны совпадать. Кроме того, предположим, что коэффициент ϵ_n в формуле (1) выбран так, чтобы эта формула давала правильный численный результат в том случае, когда в условиях реального строительства вложения распределены равномерно в пределах каждого расчетного года. Это распределение и принимается в качестве «типового» для выбора p и q в формуле (11).

Полагая $K_0 = 0$, разбивая интеграл в формуле (11) на ряд интегралов по годам строительства и принимая в пределах каждого i -го года $f(t) = \text{const}$, $f(t)\Delta t = K_i$,

имеем после преобразований

$$\bar{\Xi}_t = \frac{p}{q} \sum_{i=1}^T (e^q - 1) e^{q(t-i)} K_i + I_H e^{-q(T-t)}. \quad (15)$$

Из сопоставления (1) и (15) следует, что для их тождества необходимо и достаточно положить

$$p = q = \ln(1 + \varepsilon_n). \quad (16)$$

В частности, при $\varepsilon_n = 0,15$ 1/год [2] имеем $p = q = 0,14$ 1/год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР. М., Госпланиздат, 1960.
2. Методика технико-экономических расчетов в энергетике. М., 1966.

Поступила в редакцию
8 VII 1969