© Ю.Е. Засько, 2007

УДК 622.33

Ю.Е. Засько

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ НА ЗАМЕНУ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В условиях всевозрастающей самостоятельности предприятий приобретает актуальность вопрос эффективного использования средств (собственных, заемных) на замену физически изношенного и морально устаревшего оборудования в течении определенного периода времени.

Введем следующие обозначения:

s - объем капитальных вложений, направленных на замену устаревших видов машин.

a - затраты, необходимые для приобретения отдельного вида горной техники (экскаваторов новой модели).

k - величина годовой прибыли, обеспечиваемая от замены отдельной старой машины.

Предусматривается замена устаревшего вида горной техники на более производительную модель. При этом новая модель техники может вытеснить из производства различные виды (типы) машин, аналогичного назначения.

Предполагается, что, начиная со второго года расчетного периода n (в рассматриваемой задачи n = 5) часть получаемой прибыли, от замены старого оборудования будет направляться на дальнейшее обновле-ние активной части основных фондов.

Эту долю прибыли обозначим через x_1, где $0 \le X_1 \le 1$

Рассмотрим экономические ситуации по годам расчетного периода.

1-й год. По условию в первый год можно осуществить замену количества оборудования.

$$n_1 = s/a \qquad (1)$$

Часть прибыли получаемой вследствие замены машин в первый год, будет использоваться на цели замены устаревших машин во второй год расчетного периода.

Оставшаяся часть прибыли, неиспользованная к началу второго года составит:

$$k_{01} = k*n_1(1-x_1) \qquad (2)$$

2-й год. С этого года замена старого оборудования новым осуществляется с использованием части прибыли, полученной в первый год.

Величина используемой на эти цели прибыли во второй год составит:

$$k' = k*n_1*x_1$$
(3)

Количество единиц оборудования, которое предстоит заменить за счет этой прибыли составит:

$$n_1' = \frac{k * n_1 * x_1}{a} \qquad (4)$$

Общее количество заменяемого оборудования во второй год составит:

$$n_2 = n_1 + n_1' = n_1 + k * \frac{n_1 * x_1}{a} \qquad (5)$$

Согласно условии задачи часть прибыли, полученной от замены устаревшего оборудования во второй год, будет

использоваться на дальнейшее обновление машин. Эту часть прибыли обозначим через x_2

$0 \le X_2 \le 1$ (6)

Величина оставшейся прибыли составит:

$k_{02}=k*n_2(1-x_2)$ (7)

Аналогичные рассуждения позволяют записать основные уравнения для третьего, четвертого и пятого года расчетного периода.

3-й год. Количество заменяемого оборудования:

$$n_3 = n_2 + k * \frac{n_2 * x_2}{a} \quad (8)$$

Величина остающейся прибыли:

$k_{03}=k*n_3(1-x_3)$ (9)

$0 \le X_3 \le 1$ (10)

4-й год.

$$n_4 = n_3 + k * \frac{n_3 * x_3}{a} \quad (11)$$

$k_{04}=k*n_4(1-x_4)$ (12)

$0 \le X_4 \le 1$ (13)

5-й год.

$$n_5 = n_4 + k * \frac{n_4 * x_4}{a} \quad (14)$$

В пятый год по условиям задачи не выделяется часть прибыли на цели замены оборудования.

Величина остающейся в распоряжении предприятия прибыли составит:

$k_{05} = k*n_5$ (15)

Суммарная величина прибыли за весь пятилетний период составит:

$\Pi = k_{01}+k_{02}+k_{03}+k_{04}+k_{05}$ (16)

Значение П зависит от переменных: x_1, x_2, x_3, x_4.

Задача заключается в том, чтобы найти такие значения x_1, x_2, x_3, x_4, при которых суммарная величина прибыли, получаемой предприятием от замены устаревших машин, была максимальной:

$\Pi = \max*(x_1, x_2, x_3, x_4)$. (17)

Для решения задачи используем основной принцип динамического программирования: последовательное поэтапное определение значения переменных, начиная с последнего года планового периода.

Величина суммарной прибыли за пятилетний период может быть определена:

$\Pi_5 = \Pi_4+k_{05}$ (18)

где Π_4 - суммарная прибыль за предыдущие четыре года.

Используя выражения (14) и (15) получим:

$$n_5 = n_4 + k * (n_4 + k * \frac{n_4 * x_4}{a}) \quad (19)$$

Суммарная прибыль за 4 года составит:

$\Pi_4 = \Pi_3 + k_{04} = \Pi_3 + k*n_4(1-x_4)$ (20)

Подставляя значение Π_4 из (20) в (19) получим:

$$\text{п}_5 = \text{п}_3 + \text{k} * \text{n}_4(1 - \text{x}_4) + \text{k}(\text{n}_4 + \text{k}\frac{\text{n}_4 * \text{x}_4}{\text{a}}) = \text{п}_3 + 2\text{kn}_4 - \text{kn}_4\text{x}_4(1 - \text{k/a}) \quad (21)$$

Из уравнения (21) можно определить значение x_4.

если $k<a$, то максимальное значение Π_5 получим при $x_4 = 0$.

если $k>a$, то $x_4 = 1$.

Величина годовой прибыли от внедрения новой техники в боль-шинстве случаев меньше величины затрат на внедрение. Поэтому принимаем $x_4 = 0$

Тогда величина суммарной прибыли составит:

$\Pi_5 = \Pi_3 + 2kn_4$ (22)

Суммарная прибыль за три года определяется:

$\Pi_3 = \Pi_2 + k_{03} = \Pi_2 + kn_3(1-x_3)$ (23)

Подставляя выражение $П_3$ из (23) в (22) получим:

$П_5 = П_2 + kn_3(1-x_3) + 2kn_4$ (24)

Значение n_4 определяется из (11), тогда после преобразования получим:

$$п_5 = п_2 + 3kn_3 - kn_3x_3(1 - \frac{2k}{a}) \quad (25)$$

если 2k<a, то наибольшее значение $П_5$ получится при $x_3 = 0$

если 2k>a, то $x_3 = 1$.

Как показывает анализ, в условиях использования экскаваторов на угольных разрезах удвоенное значение годовой прибыли меньше затрат на приобретение этих машин.

Поэтому принимаем 2k<a, тогда наибольшее значение $П_5$ обеспечивается при x_3=0.

Значение $П_5 = П_2+3kn_3$ (26)

Теперь определяем суммарное значение прибыли за два года

$П_2 = П_1 + k_{02} = П_1 + kn_2(1-x_2)$ (27)

Подставляя в уравнение (26) значение $П_2$ из (27), значение n_3 из (8) получим:

$$п_5 = п_1 + 4kn_2 - kn_2x_2(1 - \frac{3k}{a}) \quad (28)$$

если 3k>a, то $П_5$ = max при $x_2 = 1$

3k<a, $x_2 = 0$.

С некоторой вероятностью можно принимать 3k>a, т.к. это неравенства может иметь место при использовании высокопроизводительных машин.

Принимаем $x_2 = 1$. Тогда значение $П_5$ имеет вид:

$$п_5 = п_1 + 4kn_2 - kn_2(1 - \frac{3k}{a}) \quad (29)$$

$П_1 = kn_1(1-x_1)$ (30)

Подставляя это значение в (29), а также значение n_2 из (5), получим значение $П_5$.

Анализ характера полученной функции свидетельствует о том, что максимальное значение $П_5$ будет при x_1=1.

Тогда значение $П_5$ имеет вид:

$$П_5 = 3kn_1 + \frac{6k^2 * n_1}{a} + 3\frac{k^3 * n_1}{a^2}$$

Таким образом, для условий нашего примера целесообразным вариантами использования средств для замены устаревшего вида оборудования являются:

1. В начале первого года расчетного периода замена осуществляется за счет собственных или заемных средств на эти цели.
2. В начале второго года для замены оборудования используется вся прибыль, полученная в конце первого года.
3. В начале третьего года для замены используется вся прибыль, полученная в конце второго года.
4. В четвертом и пятом годах использования прибыли для целей замены оборудования не предусматривается.

Следует отметить, что нахождение значений x_4, x_3, x_2, x_1 зависит от конкретных соотношений k/a; 2k/a; 3k/a; 4k/a и т.д.

Поэтому начиная с уравнения (21) виды уравнений могут измениться, тогда изменяется значение искомых переменных.

Применение указанного метода для обоснования эффективных направлений использования средств на замену оборудования способствует внедрению однотипных высокопроизводительных машин, т.е. к уменьшению необоснованного многообразия типов принимаемых горных машин. ГИАБ

Коротко об авторах

Засько Юрий Евгеньевич – доктор экономических наук, Московский государственный горный университет.