

УДК 336.01

ОПЕРАТОРНАЯ МОДЕЛЬ СПИСАНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕНТНОЙ СТАВКИ АМОРТИЗАЦИИ

В. А. ЦАРЬКОВ,

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
начальник аналитического управления
E-mail: VATsarkov@bfgbank.ru
ООО «КБ «БФГ-Кредит»

В статье предложена универсальная блок-схема операторной модели амортизации капитальных вложений на основе процентной ставки амортизации. На основе модели впервые получено универсальное уравнение остаточной стоимости основного капитала для различных методов амортизации: ускоренной, равномерной и замедленной. Приведены примеры расчета и графики остаточной стоимости оборудования для ускоренной, равномерной и замедленной амортизации.

Ключевые слова: капитальные вложения, амортизация, остаточная стоимость, процентная ставка амортизации, ускоренная амортизация, равномерная амортизация, замедленная амортизация.

Введение

Применяются различные методы списания основного капитала. Они хорошо изучены и вполне удовлетворяют экономистов-практиков [1]. Однако проектирование динамических моделей в операторной форме требует моделирования амортизации в виде универсальной блок-схемы, которая может быть встроена в общую блок-схему операторной модели экономической системы – предприятия, компании, макроэкономической системы.

Такие блок-схемы – отдельно для линейной и нелинейной амортизации – предложены в работе [3]. Возникает вопрос: можно ли спроектировать универсальную блок-схему, позволяющую в зависимости от задач изменять скорость списания основного капитала: от ускоренного нелинейного до равномерного линейного, от линейного до нелинейного замедленного?

Решению такой задачи посвящена настоящая статья. Идея решения базируется на применении процентной ставки амортизации, предложенной в работе [2, с. 169–172]. В зависимости от хозяйственных задач изменение ставки реализует различную скорость списания основного капитала в широких пределах.

Описание блок-схемы модели

Необходимым условием моделирования амортизации основного капитала является выполнение требования равенства стоимости капитала K_t при $t = 0$ начальной стоимости капитала $K_t = K_0$, а при времени t , равном периоду службы основного капитала $t = \tau_{\text{сл}}$, равенства $K_t(\tau_{\text{сл}}) = 0$.

Введем следующие обозначения:

K_0 – начальная стоимость основного капитала;

$\tau_{\text{сл}}$ – срок службы основного капитала;

$A = r_a / (e^{-r_a \tau_{\text{сл}}} - 1)$ – коэффициент реновации для систем с непрерывными потоками;

$K_n = K_0 \frac{A}{s}$ – вектор стоимости наращенного капитала по ставке амортизации;

r_a – ставка амортизации основного капитала;

$K_n = K_c \frac{r_a}{s}$ – начисленная стоимость по ставке амортизации r_a нарастающим итогом;

K_c – сумма списания износа основного капитала;

K_t – остаточная стоимость основного капитала в момент времени t .

Блок-схема операторной модели амортизации основного капитала представлена на рис. 1. Процесс нахождения (проектирования) блок-схемы не поддается описанию, как и любой творческий процесс. Поэтому перейдем к ее рассмотрению и выводу конечного уравнения, которое и позволит убедиться в правильности разработанной блок-схемы.

Операторная модель составляется на основе реального процесса. Подсчет стоимости амортизируемого капитала состоит из этапа вычисления изображения в функции от комплексной переменной s и этапа определения стоимости в функции от времени на основе приводимой таблицы соответствия.

Изображение функции от параметра s определяется на основе блок-схемы модели. В блок-схеме процесс дифференцирования обозначается оператором $W = s$, а оператор интегрирования – обратной величиной $W = 1/s$. Два оператора, соединенные последовательно, могут быть заменены одним оператором $W = W_1 W_2$. Например, в блок-схеме на рис. 2 вектор K_c преобразуется в поток y_c , который поступает на вход оператора интегрирования. Для вектора K_n можем записать $K_n = K_c W_1 W_2 = K_c r_a \frac{1}{s} = K_c \frac{r_a}{s}$.

Таблица операционных соответствий

Оригинал $f(t)$	Изображение $F(s)$
$1(t) \begin{cases} 0, t < 0 \\ 1, t > 0 \end{cases}$	$\frac{1}{s}$
$K1(t)$	K/s
$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!}$	$\frac{1}{s^n}$
e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
$\frac{1-e^{-at}}{a}$	$\frac{1}{s(s+a)}$
$\frac{e^{bt}-e^{at}}{a-b} \sqrt{b^2-4ac}$	$\frac{s}{(s+a)(s+b)}$
$\frac{e^{-at} + at - 1}{a^2}$	$\frac{1}{s^2(s+a)}$
$\frac{1}{ab} + \frac{be^{-at} - ae^{-bt}}{ab(a-b)}$	$\frac{1}{s(s+a)(s+b)}$

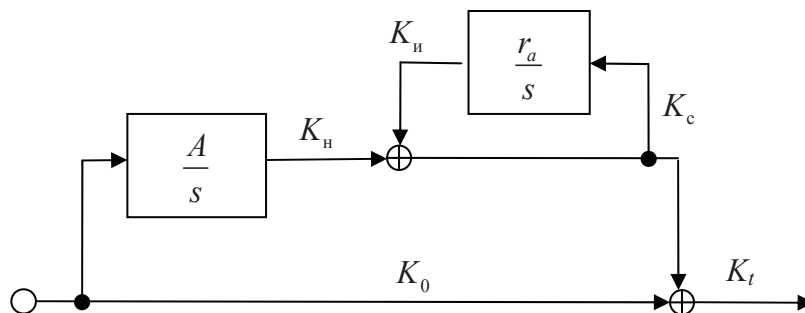


Рис. 1. Блок-схема модели амортизации

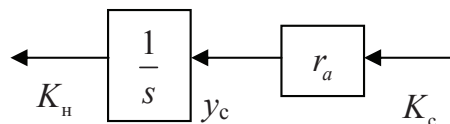


Рис. 2. Блок-схема преобразования вектора износа основного капитала

В блок-схеме на рис. 1 выходной вектор K_t равен разности двух векторов:

$$K_t = K_0 - K_c. \quad (1)$$

Сумма списания K_c формируется как разность между вектором $K_n = K_c \frac{r_a}{s}$ и $K_n = K_0 \frac{A}{s}$.

Сумма списания вычисляется в соответствии с блок-схемой путем последовательного преобразования уравнений:

$$K_c = K_0 \frac{A}{s} - K_c \frac{r_a}{s} \rightarrow K_c \left(1 + \frac{r_a}{s} \right) =$$

$$K_0 \frac{A}{s} \rightarrow K_c = K_0 \frac{A}{s} \frac{s}{s+r_a} \rightarrow K_c = K_0 A \frac{1}{s+r_a}. \quad (2)$$

Подставим K_c из уравнения (2) в уравнение (1). После простых преобразований получим:

$$K_t = K_0 \left(1 - A \frac{1}{s+r_a} \right). \quad (3)$$

При подаче входного вектора скачком можем записать: $K_0 = K_0 / s$, где K_0 – амплитуда вектора на входе блок-схемы. В результате уравнение (3) примет следующий вид:

$$K_t(s) = K_0 \left[1 - A \frac{1}{s(s+r_a)} \right]. \quad (4)$$

На основе блок-схемы путем простых алгебраических преобразований мы вычислили стоимость выходного вектора в пространстве изображения по Лапласу в зависимости от комплексной переменной s . Чтобы перейти к зависимости выходного вектора (величины стоимости основного капитала) от переменной времени t , воспользуемся таблицей операционных соответствий, приведенной выше.

Оригиналу изображения во временном пространстве будет соответствовать следующее уравнение:

$$K_t(t) = K_0 \left[1 - A \frac{e^{-r_a t} - 1}{r_a} \right]. \quad (5)$$

Уравнение (5) удовлетворяет исходным требованиям к величине стоимости капитала в начале и конце срока службы. Действительно, при $t = \tau_{\text{сл}}$ получим

$$K_t(\tau_{\text{сл}}) = K_0 \left[1 - A \frac{e^{-r_a \tau_{\text{сл}}} - 1}{r_a} \right] \rightarrow K_t(\tau_{\text{сл}}) = K_0 \left[1 - A \frac{1}{A} \right] = 0,$$

а при $t = 0$ будем иметь $K_t(0) = K_0$.

Из уравнения (5) вычислим сумму списания K_c за t лет:

$$K_c(t) = K_0 - K_t(t) = K_0 A \frac{e^{-r_a t} - 1}{r_a},$$

а также взаимосвязь суммы списания в t -м году $\Delta K_t = K_t - K_{t-1}$ и суммы списания в предыдущем году ΔK_{t-1} :

$$\Delta K_t = \Delta K_{t-1} e^{r_a}.$$

При равномерной амортизации основного капитала ставка амортизации равна нулю. В результате уравнение (5) после снятия неопределенности (по правилу Лопиталя) преобразуется в простое линейное уравнение:

$$K_t(t) = K_0 \left(1 - \frac{t}{\tau_{\text{сл}}} \right).$$

Соответственно, сумма амортизации за t лет будет определяться так:

$$K_t(t) = K_0 \frac{t}{\tau_{\text{сл}}}.$$

Три метода амортизации основного капитала

Основное достоинство модели амортизации по блок-схеме (см. рис. 1) – возможность выбора рационального для компании метода амортизации, отличающегося скоростью списания стоимости основного капитала в зависимости от выбора процентной ставки амортизации. Приведем конкретный пример расчета относительной величины остаточной стоимости капитала (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		Пример расчета амортизации оборудования							
3									
4		Исходные данные							
5				вар1	вар2	вар3	вар4	вар5	
6		Срок службы оборудования	год	6	6	6	6	6	
7		Стоимость оборудования	%	100%	100%	100%	100%	100%	
8		Ликвидационная стоимость	%	0%	0%	0%	0%	0%	
9		Ставка амортизации	%/год	-70,0%	-16,7%	0,0%	16,7%	70,0%	
10		Коэффициент реновации	%	71,1%	26,4%	16,7%	9,7%	1,1%	
11									
12		Данные расчета остаточной стоимости							
13		Номер года	0	1	2	3	4	5	6
14		вар1 - ускоренная амортизация	100,0%	48,9%	23,5%	10,9%	4,7%	1,5%	0,0%
15		вар2 - ускоренная амортизация	100,0%	75,7%	55,2%	37,8%	23,0%	10,6%	0,0%
16		вар3- равномерная амортизация	100,0%	83,3%	66,7%	50,0%	33,3%	16,7%	0,0%
17		вар4 - замедленная амортизация	100,0%	89,4%	77,0%	62,2%	44,8%	24,3%	0,0%
18		вар5 - замедленная амортизация	100,0%	98,5%	95,3%	89,1%	76,5%	51,1%	0,0%
19									
20		Данные расчета амортизации							
21		вар1 - ускоренная амортизация		51,1%	25,4%	12,6%	6,3%	3,1%	1,5%
22		вар2 - ускоренная амортизация		24,3%	20,6%	17,4%	14,7%	12,5%	10,6%
23		вар3- равномерная амортизация		16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
24		вар4 - замедленная амортизация		10,6%	12,5%	14,7%	17,4%	20,6%	24,3%

Рис. 3. Пример расчета с применением процентной ставки амортизации (компьютерное отображение)

Расчет выполнен для оборудования со сроком службы шесть лет. Данные по остаточной стоимости приведены в процентах к начальной стоимости оборудования. Варианты 1 и 2 в таблице данных относятся к ускоренной амортизации; варианты 4 и 5 расчета – к замедленной амортизации стоимости оборудования, а вариант 3 – к равномерной.

Обратим внимание на то, что варианты 2 и 4 соответствуют процентной ставке амортизации, равной по абсолютной величине обратному значению срока службы оборудования.

Процентные ставки для ускоренной амортизации отрицательны, а коэффициент реновации превышает величину 16,7%, вычисленную для варианта равномерной амортизации. Величина коэффициента реновации для варианта 3 (равномерной амортизации) равна обратной величине срока службы:

$$A_p = \frac{1}{r_{сл}}$$

Для замедленной амортизации процентные ставки положительны, а коэффициент реновации меньше коэффициента для равномерной амортизации.

Расчетные данные позволяют представить результаты трех методов амортизации в виде графиков изменения остаточной стоимости оборудования (рис. 4).

Прямая линия на рис. 4 соответствует динамике равномерного снижения остаточной стоимо-

рудования. Графики, расположенные ниже прямой линии, отражают динамику ускоренной амортизации; выше – замедленной.

Рассматриваемая модель позволяет выполнить расчеты для амортизации с ликвидационной стоимостью оборудования. Уравнение остаточной стоимости для расчета амортизации с учетом ликвидационной стоимости $K_{л}$ оборудования имеет следующий вид:

$$K_t(t) = K_0 - (K_0 - K_{л}) A \frac{e^{-r_a t} - 1}{r_a}.$$

На рис. 5 приведен пример расчета вариантов амортизации оборудования с ликвидационной стоимостью 10% от начальной стоимости оборудования на пятом году эксплуатации.

Графическое изображение динамики изменения остаточной стоимости оборудования показано на рис. 6.

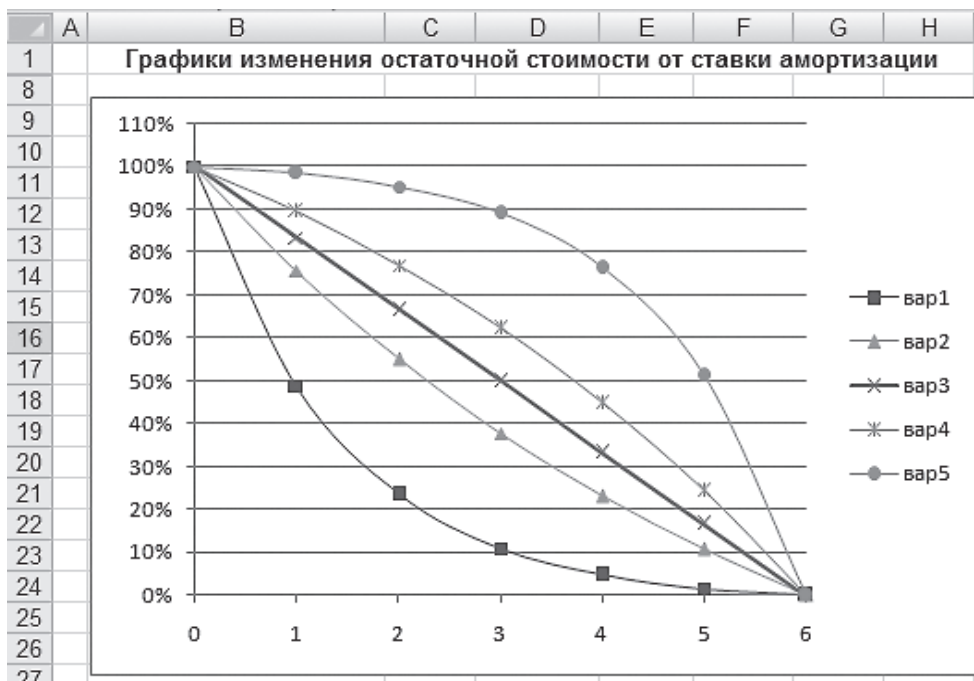
Заключение

В хозяйственной практике компании возможны разнообразные ситуации, влияющие на выбор скорости амортизации оснастки. При закупке оборудования на заемные средства со сроком, значительно меньшим срока службы, желательна максимально ускоренная амортизация. Это позволит увеличить долю, направляемую на погашение кредита, за счет ускоренной амортизации и уменьшить платежи на погашение кредита за счет прибыли.

Могут возникнуть ситуации, когда потребу-

ется уменьшение скорости амортизации, например для уменьшения убытков. Одним словом, применение процентной ставки амортизации может служить средством выбора рациональных решений, уменьшающих расходы компании с целью увеличения прибыли.

Рис. 4. Графики изменения остаточной стоимости оборудования (компьютерное отображение)



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Пример расчета амортизации оборудования						
3								
4		Исходные данные						
5				вар1	вар2	вар3	вар4	вар5
6		Срок службы оборудования	год	5	5	5	5	5
7		Стоимость оборудования	%	100%	100%	100%	100%	100%
8		Ликвидационная стоимость	%	10%	10%	10%	10%	10%
9		Ставка амортизации	%/год	-70%	-20%	0%	17%	70%
10		Коэффициент реновации	%	72,2%	31,6%	16,7%	12,8%	2,2%
11								
12		Данные расчета остаточной стоимости						
13		Номер года	0	1	2	3	4	5
14		вар1 - ускоренная амортизация	100%	53%	30%	19%	13%	10%
15		вар2 - ускоренная амортизация	100%	74%	53%	36%	22%	10%
16		вар3- равномерная амортизация	100%	82%	64%	46%	28%	10%
17		вар4 - замедленная амортизация	100%	87%	73%	55%	34%	10%
18		вар5 - замедленная амортизация	100%	97%	91%	80%	57%	10%
19								
20		Данные расчета амортизации						
21		вар1 - ускоренная амортизация		47%	23%	12%	6%	3%
22		вар2 - ускоренная амортизация		26%	21%	17%	14%	12%
23		вар3- равномерная амортизация		18%	18%	18%	18%	18%
24		вар4 - замедленная амортизация		13%	15%	18%	21%	24%
25		вар5 - замедленная амортизация		3%	6%	12%	23%	47%

Рис. 5. Пример расчета с учетом ликвидационной стоимости оборудования (компьютерное отображение)

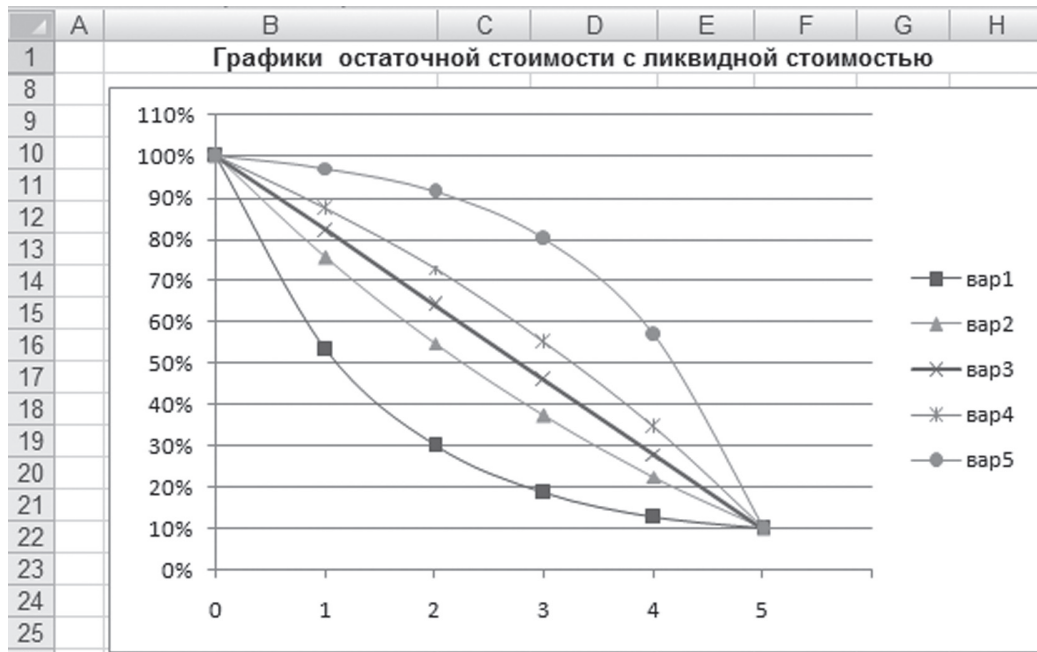


Рис. 6. Графики с ликвидационной стоимостью оборудования (компьютерное отображение)

Список литературы

1. Лукасевич И. Я. Финансовый менеджмент: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЭКСМО, 2010. 768 с.
2. Царьков В. А. Амортизация ссудного капитала

и капитальных вложений в основные фонды // Аудит и финансовый анализ. 2013. № 3.

3. Царьков В. А. Динамические модели экономики (Теория и практика экономической динамики): предисл. Ю. С. Попкова. М., Экономика, 2007. 213 с.