

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МЕТОДАМ АМОРТИЗАЦИИ

© 20110 С.К. Кыдыралиев, П.В. Дружинин*

Ключевые слова: амортизация, математическая модель, разностные уравнения, рекуррентные соотношения, линейный метод, нелинейный метод, метод суммы чисел, метод двойного уменьшения остатка.

Анализируется понятие амортизации и показаны математические основы ее наиболее распространенных методов, рассматривается возможность использовать уравнения, которые связывают значения переменных в различные моменты времени и называются разностными уравнениями (рекуррентными соотношениями). Математический подход дает возможность критически осмыслить действительность, развивает умения получать необходимые сведения самостоятельно.

На языке разностных уравнений гораздо проще моделировать различные явления. Предлагается новый метод решения систем линейных разностных уравнений, при котором постоянно приходится решать уравнение 1-го порядка¹. Линейным разностным уравнением первого порядка с постоянными коэффициентами a и b_n называется уравнение

$$x_n - ax_{n-1} = b_n, \quad (1)$$

где x_n - значение исследуемой величины в n -й период.

Если $b_n = g + hc^{n-1}$, то решение уравнения (1) в общем случае определяется формулой

$$x_n = x_0 a^n + g \frac{a^n - 1}{a - 1} + h \frac{a^n - c^n}{a - c}. \quad (2)$$

Основная функция амортизации - обеспечение воспроизводства, восстановления основных средств. В большинстве стран СНГ в 2000-х гг. коэффициент обновления основных средств вырос, но снизился коэффициент выбытия. В результате в России вырос коэффициент износа основных средств. Доля амортизации в структуре инвестиций в основной капитал в России в начале 2000-х гг. составляла 22-24%, а в 2007-2009 гг. упала до 18%². Вторая функция амортизации - учетная. Кроме того, амортизация выполняет и стимулирующую функцию, так как предусматривает интенсивное использование основных средств.

В развитых странах амортизационная политика давно превратилась в активный двигатель экономического роста, стимулирующий

обновление основного капитала, способствующий ускорению инновационных процессов за счет снижения периода амортизации или повышенной в первые годы амортизации.

В США период амортизации металлообрабатывающего оборудования снизился до 5-7 лет, а в Великобритании для некоторых видов оборудования - до 3-4 лет. В электронной промышленности некоторые компании возмещали стоимость оборудования за 8 месяцев, а отдельные машиностроительные фирмы - за 15 месяцев. В США еще в 1982 г. был принят закон о справедливом налогообложении, по которому сроки амортизации научно-исследовательского оборудования были сокращены до 3 лет, прочего движимого имущества - до 5 лет. Этот закон ввел 6%-ную скидку для инвестиций в оборудование, амортизируемое за 3 года и 10%-ную скидку - для имущества, подлежащего списанию в течение 5 лет. В последние годы постепенно меняется ситуация и в России, возрастает значение амортизации для инвестиционной и инновационной деятельности фирм.

1. *Метод равномерного (прямолинейного) списания.* Метод равномерного (прямолинейного) списания основан на предположении о том, что актив приносит равноценную пользу в течение всего периода его эксплуатации. Величина амортизационных отчислений для каждого периода (d) рассчитывается путем деления амортизируемой стоимости на число отчетных периодов эксплуатации объекта³.

* Кыдыралиев Сыргак Капарович, кандидат физико-математических наук, доцент Кыргызско-Российского Славянского университета. E-mail: syrgak@mail.ausa.kg; Дружинин Павел Васильевич, доктор экономических наук, доцент Петрозаводского государственного университета. E-mail: pdruzhinin@mail.ru.

Обозначив, через x_n остаточную стоимость амортизируемого объекта на конец периода с номером n , получим очень простое разностное уравнение $x_n = x_{n-1} - d$, которое имеет решение $x_n = x_0 - nd$.

2. Метод уменьшающегося остатка. Многие виды основных средств приносят максимальную пользу в первые годы их эксплуатации. Поэтому, исходя из принципа сопоставимости, было бы неверно начислять амортизацию подобных активов равными порциями. При этом следует принять во внимание не только физическое, но и моральное устаревание. В связи с этим применяются ускоренные методы амортизации⁴. Одним из наиболее популярных методов такого типа является метод уменьшающегося остатка (начисления износа с сокращающейся балансовой стоимостью).

Обозначив через x_n остаточную стоимость (salvage value - SV) амортизируемого объекта на конец периода с номером n , опишем метод уменьшающегося остатка, как разностное уравнение $x_n = qx_{n-1}$, с условиями $x_0 = \text{первоначальная стоимость}$ и $x_N = \text{ликвидационная стоимость}$. Тогда, имеет место формула $x_n = x_0 q^n$, где изменение остаточной стоимости определяются коэффициентом амортизации $q = \sqrt[N]{x_N / x_0}$.

3. Метод двойного уменьшения остатка. Близким "родственником" метода уменьшающегося остатка является метод уменьшающегося остатка при двойной норме амортизации. В этом случае коэффициент амортизации полагают равным $1 - 2/N$, где N есть число отчетных периодов эксплуатации объекта.

Пример 1. Пусть оборудование, приобретенное за 7000 долл. и имеющее ликвидационную стоимость $SV = 800$ долл., будет использоваться 8 лет. Тогда коэффициент амортизации равен $1 - 2/8 = 0,75$, и, соответственно, имеет место уравнение $x_n = 0,75x_{n-1}$. Поэтому

$$x_1 = 0,75x_0 = 0,75 \cdot 7000 = 5250,$$

и соответственно:

$$x_8 = 0,75x_7 = (0,75)^8$$

$$x_0 = (0,75)^8 \cdot 7000 = 700,79.$$

Так как число 700,79 не есть ликвидационная стоимость, поскольку коэффициент амортизации не связан с первоначальной и ликвидационной стоимостью, то коэффици-

ент амортизации 0,75 будем применять до предпоследнего периода, а в последнем периоде просто отнимем сумму, необходимую для выхода на ликвидационную стоимость SV :
 $SV = 934,39 - 134,39 = 800.$

Более курьезная ситуация будет иметь место, если предположить, что ликвидационная стоимость SV равна 1000 долл. В этом случае, использование коэффициента амортизации 0,75, необходимо ограничить 6-м периодом, а амортизацию в 7-м и 8-м периодах провести прямолинейным методом.

Данный метод имеет и другой существенный недостаток - иногда, начиная с некоторого периода, при амортизации этим методом будет списываться сумма меньшая, чем при прямолинейной амортизации, что противоречит идее ускоренной амортизации. Для того чтобы преодолеть это противоречие, амортизация путем "двойного уменьшения" производится до тех пор, пока амортизационные отчисления будут превышать амортизационные отчисления, соответствующие прямолинейному методу. Дальнейшее списание производится прямолинейным методом.

Определим момент перехода на прямолинейную амортизацию. Остаточная стоимость в период n равна $x_0 (1 - 2/N)^n$. Амортизация путем "двойного уменьшения" будет произведена, если при этом будет списана величина большая, чем при прямолинейном списании:

$$x_0 (1 - 2/N)^n \frac{2}{N} \geq \frac{x_0 (1 - 2/N)^n - SV}{N - n}.$$

Преобразуем данное соотношение следующим образом:

$$\begin{aligned} x_0 (1 - 2/N)^n \left(\frac{2}{N} - \frac{1}{N - n} \right) &\geq \frac{-SV}{N - n} \Rightarrow \\ \Rightarrow x_0 (1 - 2/N)^n \left(\frac{2(N - n) - N}{N(N - n)} \right) &\geq \frac{-SV}{N - n} \end{aligned}$$

и придем к неравенству

$$x_0 (1 - 2/N)^n \left(\frac{N - 2n}{N} \right) \geq -SV. \quad (3)$$

Из неравенства (3) следует, что если при некотором значении n неравенство справедливо, то в следующем периоде амортизацию нужно провести путем "двойного уменьшения", в противном случае перейти на равно-

мерное списание. В частности, в случае, когда ликвидационная стоимость SV равна нулю, неравенство (3) эквивалентно простейшему соотношению

$$N - 2n \geq 0. \quad (4)$$

Неравенство (4) говорит: если ликвидационная стоимость SV равна нулю, что в периодах с номерами большими, чем $N/2 + 1$ должна производиться прямолинейная амортизация. В частности, если срок службы 7 лет, то прямолинейная амортизация с 5-го года, если 10 лет, то с 7-го.

Для того чтобы провести амортизацию методом уменьшающегося остатка при двойной норме амортизации нужно подсчитать значение x_N : $x_N = x_0 (1 - 2/M)^N$.

а) Если оно меньше, чем ликвидационная стоимость, то остаточная стоимость в периоде с номером n будет определяться формулой $x_n = x_0 (1 - 2/M)^n$, до тех пор, пока x_n не станет меньше ликвидационной стоимости. Далее, начиная со значения x_{n-1} , остаточные стоимости следует определить прямолинейным методом (см. пример 1).

б) Если оно больше, чем ликвидационная стоимость, то начиная с номера n большего, чем $N/2 + 1$ следует вычислять величину $q_n = x_{n-1} (2/M)^n$, с величиной соответствующей прямолинейному методу: $d_n =$

$$= \frac{x_{n-1} - SV}{N - (n - 1)}. \text{ Начиная с периода, в котором}$$

величина q_n впервые станет меньше d_n , амортизация должна производиться прямолинейным методом.

4. Метод суммы чисел. Вышеизложенные методы амортизации демонстрируют, как арифметическая и геометрическая прогрессии используются в бухгалтерском учете. Но, видимо, для того чтобы подчеркнуть необходимость почтительного отношения к прогрессиям, в еще одном популярном методе - методе списания стоимости по сумме чисел - элементы арифметической прогрессии используются дважды.

Для того чтобы производить расчеты по этому методу, необходимо вспомнить сумму членов арифметической прогрессии $s = 1 + 2 + \dots + N$, где N - число периодов предполагаемого срока службы объекта. Число s равно $N(N+1)/2$. Далее, разделив амортизируемую стоимость на s , получим расчетный коэффициент:

$$d = \frac{\text{Первоначальная стоимость} - \text{Ликвидационная стоимость}}{N \cdot (N + 1) / 2}.$$

Затем, умножив коэффициент d на число $(N - n + 1)$, получим сумму, которая должна быть амортизирована за период с номером n . Тогда, если x_n - остаточная стоимость амортизируемого объекта на конец периода с номером n , то

$$x_1 = x_0 - Nd;$$

и соответственно

$$x_N = x_{N-1} - d = x_0 - Nd - (N - 1)d - \dots - d.$$

Перепишем выражение

$$x_n = x_0 - Nd - (N - 1)d - \dots - (N - n + 1)d,$$

в виде

$$x_n = x_0 - [N + (N - 1) + \dots + (N - n + 1)]d$$

и, воспользовавшись тем, что внутри квадратных скобок стоит сумма членов арифметической прогрессии, получим формулу для вычисления остаточной стоимости амортизируемого объекта на конец периода n :

$$x_n = x_0 - dn \left(N - \frac{n - 1}{2} \right). \quad (5)$$

Пример 2. Фирма купила оборудование за 7000 долл. и собирается использовать его в течение семи лет. Ликвидационная стоимость 98 долл. Так как бухгалтерские отчеты в фирме составляются ежеквартально, для учета амортизации используется метод суммы чисел, рассчитанный на 28 периодов.

Тогда расчетный коэффициент

$$d = \frac{7000 - 98}{28 \cdot (28 + 1) / 2} = 17.$$

По итогам 1-го квартала будет списано $17 \cdot 28 = 476$ долл., а остаточная стоимость будет равна $7000 - 476 = 6524$ долл. По итогам 2-го квартала будет списано $17 \cdot 27 = 459$ долл., а остаточная стоимость будет равна $6524 - 459 = 6065$ долл.

Для того чтобы рассчитать остаточную стоимость по итогам пяти лет, воспользуемся формулой (5):

$$x_{20} = 7000 - 17 \cdot 20 \left(28 - \frac{20 - 1}{2} \right) = 7000 - 6290 = 710 \text{ долл.}$$

Изменения в Налоговом кодексе РФ существенно расширили возможности фирм по

формированию ими своей амортизационной политики. В РФ в 2007 г. был введен коэффициент ускоренной амортизации в отношении имущества, используемого для осуществления научно-технической деятельности (но пока четко не определено что под этим подразумевается). Было введено понятие амортизационной премии, 10% в 2006 г. и 30% в 2009 г. Предоставление права выбора срока амортизации основных средств в рамках установленных амортизационных групп, а также выбора метода амортизации является характерным примером предоставления государством новых возможностей. Сокращая срок амортизации, и применяя нелинейный метод, фирма на законных основаниях уменьшает налогооблагаемую прибыль и одновременно увеличивает величину средств, остающихся в ее распоряжении, расширяя ресурсы самофинансирования. Особенно важна данная возможность для активизации инновационной деятельности, хотя инструкции и информационно-разъяснительные материалы ведомств не дают однозначной трактовки⁵.

Сравнительный анализ линейной и нелинейной амортизации, приведенный в статье, поможет в принятии решений и в российских фирмах. Для стран СНГ необходимо изменение амортизационной политики с целью обеспечения возможности организациям увеличивать амортизационные фонды в качестве источника инвестиций в инновации.

¹ Кыдыралиев С.К. Финансовые и инвестиционные расчеты. Бишкек, 2007.

² Россия в цифрах. 2010: краткий стат. сб. / Росстат. М., 2010.

³ См.: Бригхем Ю. Энциклопедия финансового менеджмента: пер. с англ. М., 1999; Ван Хорн Дж. Основы управления финансами: пер. с англ. М., 1996.

⁴ См.: Нидлз Б., Андерсон Х., Колдуэлл Д. Принципы бухгалтерского учета: пер. с англ. М., 1997; Шмидт Р., Райт Х. Финансовые аспекты маркетинга. М., 2000.

⁵ Мотовилов О.В. Некоторые проблемные вопросы начисления амортизации и ее использования как источника инвестиций в основной капитал // Мировой экономической кризис и Россия: причины, последствия, пути преодоления: материалы Междунар. науч. конф. СПб., 2009.

Поступила в редакцию 18.05.2011 г.