

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ РАСЧЁТА ДИСКОНТИРОВАННОГО ПЕРИОДА ОКУПАЕМОСТИ

**Петренко Я. В.**

Проанализированы существующие подходы к расчёту показателя срока окупаемости. Доказано, что общепринятый способ определения дисконтированного периода окупаемости содержит противоречащие друг другу допущения и в целом, хотя и является самым простым, но даёт лишь приблизительный результат. Впервые предложены более точные и методологически верные три других способа расчёта дисконтированного периода окупаемости, в частности с применением интегрирования. На основании решения условного примера показано, что использование новой методологии сопряжено с более сложными вычислениями, может требовать применения информационных технологий, но даёт возможность получения более точной информации при обосновании принятия инвестиционных решений субъектами экономики.

Проаналізовані існуючі підходи до розрахунку показника строку окупності. Доведено, що загальноприйнятий спосіб визначення дисконтованого періоду окупності містить припущення, що суперечать один одному і в цілому, хоча і є найпростішим, але дає лише приблизний результат. Уперше запропоновані точніші і методологічно більш вірні три інші способи розрахунку приведенного періоду окупності, зокрема із застосуванням інтегрування. На основі вирішення умовного прикладу показано, що використання нової методології пов'язано з більш складними розрахунками, може вимагати використання інформаційних технологій, але надає можливість отримання точнішої інформації при обґрунтуванні ухвалення інвестиційних рішень суб'єктами економіки.

Existed approaches to the evaluation of payback period indicator are analyzed. It is proven that the generally accepted method of determination of the discounted payback period contains contradicting to each other of assumption and on the whole, though is the simplest, but gives an approximate result only. The first the more exact and methodologically faithful three another ways of settling of the discounted payback period are offered, in particular with the use of integration. On the basis of solving the conditional example it is shown that the usage of new methodology is connected with more complicated evaluations and can demand using information technologies but enables receipt of more exact information at the ground of acceptance of investment decisions of subject of economy.

Петренко Я. В.

канд. экон. наук, доц. каф. «Учет и аудит» ДГМА  
y.petrenko@ukr.net

УДК 330.322.54

Петренко Я. В.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ РАСЧЁТА ДИСКОНТИРОВАННОГО ПЕРИОДА ОКУПАЕМОСТИ

Эффективное использование экономических ресурсов субъектами экономики предполагает использование ими научных методов обоснования оптимальности решений относительно таких ресурсов. Одним из наиболее часто применяемых методов для оценки целесообразности принятия инвестиционных решений является определение их периода окупаемости, желательно с учётом концепции временной стоимости денег. Согласно ряду исследований [1–3] этот метод применяется гораздо чаще других методов оценки инвестиционных проектов (используется при обосновании до 92 % проектов), однако признаётся лишь приблизительно. Это объясняет утверждения аналитиков и исследователей о необходимости использования также и других методов для оценки инвестиционных проектов и обуславливает актуальность совершенствования методологии расчёта показателей окупаемости.

Методология расчёта коэффициентов окупаемости изложена и проанализирована в различных аспектах в научной и учебной литературе, в частности в работах Вейнгартнера Х. [4], Бордмена К. М. [5], Бандари Ш. [6], Лохмана Дж. [7], Хайдашинского М. [8], Васильевой Т. А. [9, 10], Гойко А. Ф. [11]. Вместе с тем, во всех этих работах прослеживаются единые методологические принципы и использование, на наш взгляд, приблизительного способа расчёта показателей окупаемости инвестиционных проектов.

Целью данного исследования является определение такого способа расчёта дисконтированного периода окупаемости, который бы полностью отражал суть концепции дисконтирования и являлся более точным инструментом для определения периода окупаемости по сравнению с существующим.

Общепринято понимать период (срок) окупаемости как минимальный временной промежуток, достаточный для того, чтобы сгенерированные инвестицией денежные потоки могли покрыть первоначальные затраты на её осуществление. На практике используются две разновидности этого показателя:

- период окупаемости, рассчитываемый на основе номинальных недисконтированных денежных потоков;
- период окупаемости, учитывающий временную стоимость денег за счёт дисконтирования денежных потоков (дисконтированный период окупаемости).

В первом случае период окупаемости, обозначаемый  $PP$ , является таким минимальным периодом времени  $t$ , при котором выполняется условие (1):

$$\sum_{i=1}^t CF_i \geq IC \Leftrightarrow CCF_t \geq 0, \quad (1)$$

где  $CF_t$  – денежный поток, сгенерированный инвестицией в период (обычно год)  $t$ ;

$C$  – первоначальные инвестиционные затраты;

$CCF_t$  – накопленный денежный поток за  $t$  предыдущих периодов, начиная с  $t = 0$ , причём, обычно  $CF_0 = -IC$  (2).

$$CCF_t = \sum_{i=0}^t CF_i \quad (2)$$

Удобной и общепринятой является универсальная формула расчёта периода окупаемости, не предполагающая обязательного равенства денежных потоков во всех временных периодах (3):

$$PP = T - \frac{CCF_T}{CF_T}, \quad (3)$$

где  $T$  – такой период времени  $t$ , в котором  $CCF_t$  впервые имеет неотрицательное значение.

Таким образом, метод расчёта периода окупаемости основан на допущении о равномерности поступления денежного потока  $CF_t$  в каждом периоде времени  $t$ , в т. ч.  $t = T$ .

Алгоритм расчёта дисконтированного периода окупаемости, используемый в учебной и монографической литературе, полностью аналогичен предыдущему алгоритму, но основан не на номинальных, а на дисконтированных денежных потоках, рассчитываемых при использовании сложных процентов по формуле (4):

$$PV_t = \frac{CF_t}{(1+d)^t}, \quad (4)$$

где  $PV_t$  – текущая (дисконтированная) стоимость денежного потока периода  $t$ ;

$d$  – ставка дисконтирования, рассчитываемая на основе WACC, стоимости заёмного капитала, экспертных оценок или использования другого известного метода.

Таким образом, сумма дисконтированных денежных потоков на конец периода  $t$  представляет собой величину накопленного дисконтированного денежного потока  $CDCF_t$  (5), а дисконтированный период окупаемости  $DPP$  рассчитывается с использованием показателей  $PV$  и  $CDCF$  (6):

$$CDCF_t = \sum_{i=0}^t PV_i \quad (5)$$

$$DPP = T - \frac{CDCF_T}{PV_T}, \quad (6)$$

где  $T$  – такой период  $t$ , в котором  $CDCF_t$  впервые имеет неотрицательное значение.

Логика расчёта  $DPP$  подразумевает, что отношение  $CDCF_T$  и  $PV_T$  в формуле (6) позволяет определить период времени, в течение которого  $CDCF_T$  составлял положительное значение. Другими словами, указанное отношение должно определять время, в течение которого накапливаемое значение  $PV_T$  было большим, чем непокрытые первоначальные затраты на конец предыдущего периода ( $T-1$ ). Таким образом, существующий метод расчёта дисконтированного периода окупаемости основан на допущении о равномерности поступления дисконтированного денежного потока  $PV_t$  в каждом периоде времени  $t$ , в т. ч.  $t = T$ , что обуславливает возникновение двух методологических проблем.

Первая проблема. Существующие допущения в расчёте периода окупаемости  $PP$  и дисконтированного периода окупаемости  $DPP$  входят в противоречие: при равномерном поступлении денежных средств в каждом периоде  $t$ , что в сумме и составляет денежный поток  $CF$  этого периода (рис. 1), дисконтированный денежный поток  $PV$  не будет накапливаться равномерно, но большая его часть при положительном значении ставки дисконтирования должна накапливаться в начале периода  $t$ , и меньшая – в конце, исходя из формулы (4) (рис. 2).

Для равномерности накопления дисконтированного денежного потока  $PV_t$  неравномерно должен накапливаться номинальный денежный поток  $CF_t$ , что является менее правдоподобным, чем первое утверждение.

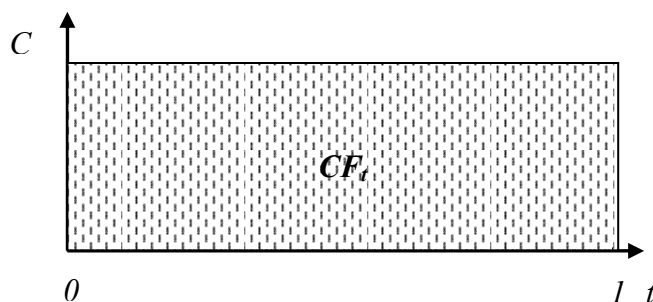


Рис. 1. График функции номинального денежного потока  $CF_t$ , при допущении его равномерного накопления

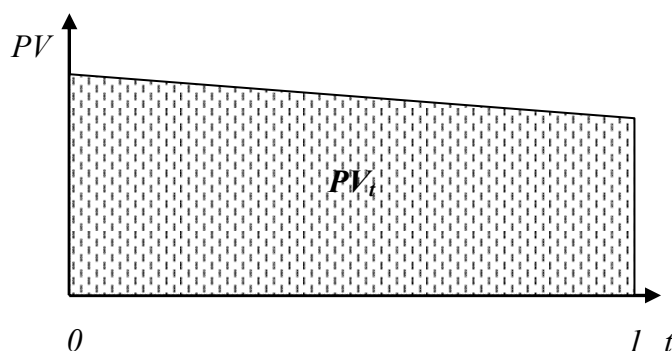


Рис. 2. График функции дисконтированного денежного потока  $PV_t$ , при допущении равномерного накопления денежного потока  $CF_t$

Вторая проблема. Дисконтированный денежный поток  $PV$  периода  $T$  рассчитывается на основании предположения, что вся сумма денежного потока  $CF$  будет получена одновременно в конце этого периода. Но, во-первых, это вступает в противоречие и с допущением о равномерности поступления денежного потока  $CF$  на протяжении каждого периода  $t$ , и с допущением о равномерности поступления  $PV$ , а во-вторых, отношение  $CDCF_T$  и  $PV_T$  в формуле (6) предполагает, что если  $CDCF_T$  отличен от нуля, окупаемость будет достигнута раньше конца периода  $T$ . Но тогда при расчёте части дисконтированного денежного потока  $PV_T$ , достаточного для покрытия непокрытых первоначальных затрат на конец предыдущего периода  $(T - 1)$ , в формуле (4) должно использоваться значение периода  $t$ , равное периоду окупаемости.

Таким образом, общепринятый способ расчёта дисконтированного периода окупаемости, призванный учитывать временную стоимость денег, является достаточно условным даже на основании декларируемых допущений, а результат расчёта – приближительным.

Можно предложить три способа усовершенствования методологии расчёта показателя дисконтированного периода окупаемости, которые полностью или частично решают указанные нами проблемы в его расчёте. Для этого обратимся в формуле (6). Предположим, что нам известен период  $T$ , показатели  $PV$  и  $CDCF$ . При этом очевидно, что показатель, отражающий непокрытые первоначальные затраты,  $CDCF_{T-1} \leq 0$ .

Первый способ определения дисконтированного периода окупаемости предполагает расчёт показателя  $PV$  не на момент времени  $T$ , а на момент окупаемости инвестиции, т. е.  $DPP$ . Выразим условно  $DPP$  как (7), тогда должно выполняться условие (8):

$$DPP = T - 1 + k, \quad (7)$$

где  $0 \leq k \leq 1$  – часть года  $T$ , в течение которого будет достигнута окупаемость.

$$\begin{aligned} \frac{CF_T \cdot k}{(1+d)^{DPP}} = -CDCF_{T-1} &\Rightarrow \frac{CF_T \cdot k}{(1+d)^{T-1} \cdot (1+d)^k} = -CDCF_{T-1} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{k}{(1+d)^k} &= \frac{-CDCF_{T-1} \cdot (1+d)^{T-1}}{CF_T}. \end{aligned} \quad (8)$$

Получаем уравнение вида (9):

$$\frac{k}{const^k} = const \quad (9)$$

Аналитического решения этого уравнения не существует, но возможно его графическое решение или решение с использованием программного обеспечения, например пакета «анализ данных» MS Excel.

Второй способ определения дисконтированного периода окупаемости аналогичен предыдущему, но предполагает использование простого процента при определении  $t$ , что является упрощением, снижающим точность расчёта по сравнению с (8), но даёт возможность простого аналитического решения. Тогда имеем (10):

$$\begin{aligned} \frac{k}{1+d \cdot k} = \frac{-CDCF_{T-1} \cdot (1+d)^{T-1}}{CF_T} &\Rightarrow \\ \Rightarrow \left| N = \frac{-CDCF_{T-1} \cdot (1+d)^{T-1}}{CF_T} \right| &\Rightarrow k = \frac{N}{1-d \cdot N}. \end{aligned} \quad (10)$$

Дисконтированный период окупаемости, определяемый в первом способе по формуле (7), можно тогда выразить как (11):

$$DPP = T - 1 + \frac{N}{1-d \cdot N}. \quad (11)$$

Первый и второй способы расчёта дисконтированного периода окупаемости, изложенные нами выше, частично решают вторую из указанных проблем, приводящих к неточности общепринятого способа расчёта этого показателя. Полным решением обеих указанных проблем является нахождение показателя дисконтированного денежного потока с помощью интегрирования, на чём основан третий способ расчёта показателя  $DPP$ .

Действительно, гипотеза о непрерывном равномерном накоплении суммы денежного потока  $CF_t$  на протяжении периода  $t$  позволяет определить накопленную сумму за весь этот период или его часть следующим образом (12):

$$CF = \int_0^k CF_t \cdot dt \Leftrightarrow CF = \int_{t-1}^{t-1+k} CF_t \cdot dt, \quad (12)$$

где  $k$  – часть года  $t$ , за которую определяется равномерно накапливаемый денежный поток.

Так, если на протяжении, например, третьего года ( $t = 3$ ) денежный поток  $CF_3$  составлял всего 100 ден. ед., то в течение 0,75 этого года денежный поток будет равен (13):

$$CF = \int_0^{0,75} 100 \cdot dt = 100 \cdot t \Big|_0^{0,75} = 100 \cdot 0,75 - 100 \cdot 0 = 75 \text{ ден. ед.} \quad (13)$$

Аналогично найдём дисконтированный денежный поток, накопленный в течение всего периода  $t$  или его части  $k$ , по формуле (14):

$$PV = \int_0^k \frac{CF_t}{(1+d)^m \cdot (1+d)^t} \cdot dt \Leftrightarrow PV = \int_{t-1}^{t-1+k} \frac{CF_t}{(1+d)^t} \cdot dt, \quad (14)$$

где  $m = t-1 = \text{const}$ .

Тогда дисконтированный период окупаемости, исходя из формулы (7), определим, решив уравнение (15), позволяющее найти период, в котором накопленная сумма дисконтированного денежного потока года  $T$  становится равной непокрытым первоначальным затратам на конец предыдущего года  $CDCF_{T-1}$ :

$$\int_{T-1}^{DPP} \frac{CF_T}{(1+d)^t} \cdot dt = -CDCF_{T-1} \Rightarrow -\frac{CF_T}{\ln(1+d)} \cdot \frac{1}{(1+d)^t} \Big|_{T-1}^{DPP} = -CDCF_{T-1}. \quad (15)$$

Решение уравнения (15) позволяет получить формулу  $DPP$  (16):

$$DPP = \log_{(1+d)} \left( \frac{CF_T}{\frac{CF_T}{(1+d)^{T-1}} + CDCF_{T-1} \cdot \ln(1+d)} \right). \quad (16)$$

Немного упрощает решение уравнения (15) для нахождения  $DPP$  использование другого уравнения относительно  $k$  (17):

$$\begin{aligned} \int_0^k \frac{CF_T}{(1+d)^{T-1} \cdot (1+d)^t} \cdot dt &= -CDCF_{T-1} \Rightarrow \\ \Rightarrow -\frac{CF_T}{(1+d)^{T-1} \cdot \ln(1+d)} \cdot \frac{1}{(1+d)^t} \Big|_0^k &= -CDCF_{T-1} \Rightarrow \\ \Rightarrow -\frac{CF_T}{(1+d)^{T-1} \cdot \ln(1+d)} \cdot \left( \frac{1}{(1+d)^k} - 1 \right) &= -CDCF_{T-1}. \end{aligned} \quad (17)$$

Тогда дисконтированный период окупаемости, определяемый по формуле (7), исходя из решения (18) для предыдущего уравнения (17), будет определяться как (19):

$$k = \log_{(1+d)} \left( \frac{CF_T}{CF_T + CDCF_{T-1} \cdot (1+d)^{T-1} \cdot \ln(1+d)} \right); \quad (18)$$

$$DPP = T - 1 + \log_{(1+d)} \left( \frac{CF_T}{CF_T + CDCF_{T-1} \cdot (1+d)^{T-1} \cdot \ln(1+d)} \right). \quad (19)$$

Формулы расчёта дисконтированного периода окупаемости (16) и (19) являются идентичными и могут быть выведены одна из другой. Естественно, что при использовании этих формул дисконтированные денежные потоки предыдущих периодов правильнее будет тоже находить с использованием формулы (14) при  $k = 1$ , что, вместе с тем, является трудоёмким без использования специальных информационных технологий.

Рассчитаем и сопоставим результаты расчётов дисконтированного периода окупаемости общепринятым и тремя предложенными нами способами. Пусть инвестиционный проект, реализуемый при ставке дисконтирования  $d = 20\%$  в течение  $n$  лет при первоначальных затратах 500 ден. ед., характеризуется следующими показателями денежных потоков (табл. 1).

Таблица 1

Показатели денежных потоков, характеризующие условный инвестиционный проект

Период	$CF$ , ден. ед.	$PV$ , ден. ед.	$CDCF$ , ден. ед.
$t = 0$	-500	-500	-
$t = 1$	120	100,00	-400,00
$t = 2$	250	173,61	-226,39
$t = 3$	260	150,46	-75,93
$t = 4$	200	96,45	20,52
...	...	...	...
$t = n$	$CF_n$	$PV_n$	$CDCF_n$

Показатели  $PV$  и  $CDCF$  рассчитаны обычным способом по формулам (4) и (5) соответственно. Очевидно, что  $T = 4$  и окупаемость достигается между третьим и четвёртым годом. Представим результаты расчёта дисконтированного периода окупаемости разными способами в виде табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчёта дисконтированного периода окупаемости разными способами

Способ	Формула	Расчёт	$DPP$ , лет
1	2	3	4
Общепринятый	(6)	$DPP = 4 - \frac{20,52}{96,45} = 3,7872$	3,7872
Первый	(7)	$\frac{k}{(1+0,2)^k} = \frac{75,93 \cdot (1+0,2)^3}{200} \Rightarrow k = 0,7525$	3,7525
	(8)	$DPP = 4 - 1 + 0,7525 = 3,7525$	
Второй	(10)	$N = \frac{75,93 \cdot (1+0,2)^3}{200} = 0,656$	3,7551
	(11)	$DPP = 4 - 1 + \frac{0,656}{1 - 0,2 \cdot 0,656} = 3,7551$	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Третий	(16)	$DPP = \log_{(1+0,2)} \left( \frac{200}{\frac{200}{(1+0,2)^3} - 75,93 \cdot \ln(1+0,2)} \right) = 3,6987$	3,6987

Методологически самым правильным способом является третий. Затем следует первый, второй и общепринятый. В такой же последовательности по возрастанию расположены и результаты вычисления дисконтированного периода окупаемости, полученные с помощью этих способов. Недостатком первого способа является необходимость графического или программного решения задачи. При этом, как видно из табл. 2, результаты первого и второго способов расчёта близки по значению, но второй способ можно использовать с помощью самых простых инструментов для вычислений.

### ВЫВОДЫ

Общепринятый способ определения дисконтированного периода окупаемости содержит противоречащие друг другу допущения и в целом, хотя и является самым простым, но даёт лишь приблизительный результат. Более точными и методологически верными являются впервые предложенные три других способа расчёта этого показателя. Их использование сопряжено с более сложными вычислениями, может требовать применения информационных технологий, но даёт возможность получить более точную информацию при обосновании принятия решений использующими его субъектами экономики.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pike R. H. *A longitudinal study of capital budgeting practices* / R. H. Pike // *Journal of Business Finance and Accounting*. – 1996. – No. 23(1). – P. 79–92.
2. Trahan E. A. *Bridging the theory-practice gap in corporate finance: A survey of Chief financial officers.* / E. A. Trahan, L. J. Gitman // *Quarterly Review of Economics and Finance*. – 1995. – 35 (1). – P. 73–87.
3. Dardenne P. *Capital budgeting practices : Procedures and techniques by large companies in Belgium, paper presented at the 21st Annual Congress of the European Accounting Association* / P. Dardenne. – Antwerp, Belgium. – 1998.
4. Weingartner H. *Martin Some New Views on the Payback Period and Capital Budgeting Decisions* / H. Martin Weingartner // *Management science*. – Vol. 15. – 1969.
5. boardman calvin m. *the role of the payback period in the theory and application of duration to capital budgeting* / Calvin M. Boardman, Walter J. Reinhart, Stephen E. Celec // *Journal of Business Finance & Accounting*. – 1982. – Volume 9, Issue 4. – P. 511–522.
6. Bhandari, Shyam B. *Discounted Payback: A Criterion for Capital Investment Decisions* / Bhandari, Shyam B. // *Journal of Small Business Management*. – 1986. – Vol. 24.
7. Lohmanna Jack R. *The irr, npv and payback period and their relative performance in common capital budgeting decision procedures for dealing with risk* / Jack R. Lohmanna, Shariffn. N. Baksh // *The Engineering Economist*. – 1993. – Volume 39, Issue 1. – P. 17–47.
8. Hajdasiński Miroskaw M. *The Payback Period as a Measure of Profitability and Liquidity* / Miroskaw M. Hajdasiński // *The Engineering Economist*. – 1993. – Volume 38, Issue 3. – P. 177–191.
9. Васильева Т. А. *Многоуровневая система принятия инвестиционных решений как основа управления научно-техническим прогрессом [Текст] : дис. на соискание ученой степени канд. эконом. наук : спец. 08.02.02 : экономика и управление научно-техническим прогрессом / Татьяна Анатольевна Васильева ; Сумской государственной университет. – Суми : [ Б. В. ], 2001. – 199 с.*
10. Васильева Т. А. *Сравнительный анализ методических рекомендаций по определению экономической эффективности инвестиций / Т. А. Васильева // Збірник наукових праць Сумського державного університету. Механізм регулювання економіки, економіка підприємства та організація виробництва. – 1999. – Випуск 3(99). – С. 223–225.*
11. Гойко А. Ф. *Методи оцінки ефективності інвестицій та пріоритетні напрямки їх реалізації* / А. Ф. Гойко. – К. : Віра, 1999. – 320 с.

Статья поступила в редакцию 03.12.2012 г.