

УДК 658.155

¹В.И. Доненко, ¹Е.Ю. Антипенко, ¹А.А. Бобраков, ²Ю.А. Чуприна, ¹И.В. Доненко¹ Запорожская государственная инженерная академия, Запорожье² Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

ТЕОРЕТИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПЛАНИРОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ДЕНЕЖНОГО ПОТОКА С ЗАДАННОЙ СТЕПЕНЬЮ НАДЕЖНОСТИ ПРОЕКТА

Рассмотрен теоретико-аналитический инструментарий определения и планирования размеров денежных потоков по периодам выполнения проекта, которые соответствуют требуемой границе надежности, с учетом увеличения факторов неопределенности во времени.

Ключевые слова: денежный поток, коррекция меры риска, эквивалент минимально необходимого уровня надежности, инвестиционный проект

Постановка проблемы

В работах [1;2] представлена и проанализирована модель для определения допустимых границ денежных потоков, обеспечивающих необходимый уровень надежности проекта для случая нормального и неправильного профилей развития кривой доходности во времени. Основным недостатком предложенной модели является то, что устанавливаемая с ее помощью премия за риск определяется исходя из общего уровня надежности. Поэтому влияние факторов риска в денежном эквиваленте равномерно распределяется по периодам выполнения проекта пропорционально их величине. Но на практике риск периодических денежных потоков (ПДП) меняется с течением времени. Поэтому, допустимые границы ПДП должны быть соответственно скорректированы.

Цель исследования

Разработка теоретического инструментария определения величины денежных потоков по периодам выполнения проекта, которые соответствуют требуемой границе его надежности.

Основной материал исследований

Докажем утверждение, что при использовании модели определения постоянной премии за риск для установления допустимых значений ПДП, обеспечивающих МНУН проекта, риск во времени нарастает.

Доказательство первое

Для установления допустимых границ ПДП, возможно применение, как методики, корректирующей знаменатель дроби в выражении

определения ЧДД (метод скорректированной по риску ставки дисконтирования), так и методики, корректирующей числитель дроби в выражении определения ЧДД (метод эквивалентных денежных потоков). Поэтому обе модели должны давать одинаковые значения периодических денежных потоков ПДП. То есть, для каждого периода t обе методики оценки ПДП должны давать одинаковое дисконтированное значение соответствующих денежных потоков m (ДДП _{t}):

$$m(\text{ДДП}_t) = \frac{\alpha_t m(\text{ПДП}_t)}{\prod_{i=1}^t (1 + e_{\delta_i})} = \frac{m(\text{ПДП}_t)}{\prod_{i=1}^t (1 + e_{\delta_i} + \Delta e)} \quad (1)$$

Откуда:

$$\alpha_t = \frac{\prod_{i=1}^t (1 + e_{\delta_i})}{\prod_{i=1}^t (1 + e_{\delta_i} + \Delta e)} \quad (2)$$

$$\alpha_{t+1} = \frac{\prod_{i=1}^{t+1} (1 + e_{\delta_i})}{\prod_{i=1}^{t+1} (1 + e_{\delta_i} + \Delta e)} \quad (3)$$

Для упрощения проводимых преобразований и рассуждений представим выражения (2) и (3), приняв постоянную по проекту безрисковую норму дисконта, в следующем виде:

$$\alpha_t = \frac{(1 + e_{\delta})^t}{(1 + e_{\delta} + \Delta e)^t} \quad (4)$$

$$\alpha_{t+1} = \frac{(1 + e_{\delta})^{t+1}}{(1 + e_{\delta} + \Delta e)^{t+1}} \quad (5)$$

Из выражений (4) и (5) можно выразить премию за риск Δe через безрисковую норму дисконта e_{δ} и коэффициент эквивалентности денежного потока соответствующего периода α_t :

$$\Delta e = \frac{1 + e_{\dot{a}}}{\alpha^{1/t}} - (1 + e_{\dot{a}}) \quad (6)$$

или

$$\Delta e = (1 + e_{\delta}) \left(\frac{1 - \alpha^{1/t}}{\alpha^{1/t}} \right), \quad (7)$$

где Δe – положительная величина (представляющая собой премию за риск) поскольку $\alpha^{1/t} < 1$ и $1 + e_{\delta} > 0$.

Из выражений (4) и (5) следует, что α_t – убыточная функция времени, так как $(1 + e_{\delta} + \Delta e)^t$ одновременно учитывает и стоимость денег во времени, и риск (посредством премии за риск Δe). Поэтому, α_t – убывающая функция времени t и премии за риск Δe .

Хотя значения e_{δ} и Δe постоянны во времени, с удлинением временного горизонта данная величина премии за риск оказывает все большее влияние на значение α_t . Это происходит потому, что премия за риск является составным показателем, включающим кумулятивный фактор дисконтирования:

$$\frac{1}{(1 + e_{\delta} + \Delta e)^t}. \quad (8)$$

Сравнение уравнений (6) и (7) показывает, что

$$\alpha_{t+1} < \alpha_t. \quad (9)$$

Из неравенства (9) следует, что при использовании модели определения постоянной премии за риск для установления допустимых значений денежных потоков, обеспечивающих МНУН проекта, риск во времени нарастает.

Первое доказательство окончено.

Рассмотрим случай проекта с правильным профилем развития величины ЧДД во времени.

Так как метод скорректированной по риску ДС и метод эквивалентных ДП должны давать одинаковые значения всех ДП, соответственно, они должны давать и одинаковые значения величины проектного ЧДД с учетом факторов риска:

$$\begin{aligned} m(\text{ЧДД}) &= \sum_{t=1}^n \frac{m(\text{ДП}_t)}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i + \Delta e)} - \text{ДП}_0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \sum_{t=1}^n \frac{m(\text{ДП}_t) \cdot k_t}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i)} - \text{ДП}_0 = m(\text{ЧДД}^{\min}) \end{aligned}, \quad (10)$$

где $m(\text{ЧДД}^{\min})$ – минимально возможная доходность проекта, учитывающая в денежном выражении наличие факторов риска. Показывает минимально допустимую границу уровня надежности проекта.

Выражение (10) имеет смысл только в случае нормального профиля инвестиционного проекта. Из (10) следует:

$$\frac{m(\text{ДП}_t) \cdot k_t}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i)} = \frac{m(\text{ДП}_t)}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i + \Delta e)} \quad (11)$$

Тогда:

$$k_t = \frac{\prod_{i=1}^t (1 + e_i)}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i + \Delta e)} \quad \text{для } t=1, \dots, n \quad (12)$$

где k_t – коэффициент коррекции удаленности периодических ДП в соответствии с присущим им риском.

Разница $m(\text{ДП}_t) - m(\text{ДП}_t) \cdot k_t = m(\text{ДП}_t) \cdot (1 - k_t)$ представляет область возможных значений уровня надежности периода t .

Чем дальше должен находиться определяемый денежный поток от начала проекта, тем больше должна быть неопределенность, связанная с ним и, соответственно, тем выше требуемый запас надежности, по сравнению с ДП более ранних периодов. Процесс дисконтирования учитывает это требование, используя для корректировки ДП убывающие по периодам коэффициенты коррекции, в основу которых положена определенная по проекту премия за риск Δe . Таким образом, не требуется дополнительная премия за риск для «удаленных» ДП или для случая, когда неопределенность, присущая будущим ДП требует различного уровня надежности.

Примем:

$$m(\text{ДП}_t^{\min}) = m(\text{ДП}_t) \cdot k_t, \quad (13)$$

где $m(\text{ДП}_t^{\min})$ – скорректированный денежный поток.

Тогда $m(\text{ДП}_t^{\min})$ представляет минимально-допустимый ПДП (его нижнюю границу), ниже которого проект для инвестора теряет привлекательность, а для случая $m(\text{ЧДД}^{\min}) = 0$ становится убыточным. Разница между определенным ожидаемым значением $m(\text{ДП}_t)$ и его допустимо-нижней границей $m(\text{ДП}_t^{\min})$ является зоной возможной маневренности управленческих решений, так как характеризует степень надежности соответствующего периода, при которой выполняется требование заданной надежности проекта. Поэтому сравнение периодических минимально-допустимых уровней надежности ДП с соответствующими определенными ПДП открывает доступ к управлению проектом с очень высокой точностью информации о проектном риске и его составляющих. Допустимая величина, устанавливаемая при анализе проекта, зависит от меры склонности к риску ЛПР, а минимальное значение рекомендуется принимать не ниже величины $m(\text{ДП}_t^{\min})$, соответствующей

коэффициенту коррекции меры риска k_t . Здесь следует отметить, что суть данного метода (и одно из его преимуществ) определения нижней допустимой границы, соответствующей МНУН проекта, и объективного учета рисков по периодам выполнения проекта в зависимости от присущей им степени неопределенности дает возможность проведения оценки «рисковых» проектов без установления точной меры склонности к риску ЛПР, что будет далее показано при анализе применения метода совместно с другими методиками и на примерах.

Из выражения (12) следует, что коэффициент коррекции степени риска k_t – это положительное действительное число, меньшее единицы. Коэффициент k_t является убывающей функцией от времени t (k_t убывает по мере возрастания величины t). Если размер Δe по отношению к e_t возрастает по периодам, то и степень убывания k_t ускоряется от периода к периоду. Таким образом, в проектах с большим Δe «удаленные» ДП оказывают незначительное влияние на общую величину минимально-необходимой доходности проекта. Это происходит потому, что малое значение k_t , характеризующее «удаленные» ДП с большим уровнем неопределенности, задает больший минимально-допустимый уровень надежности, а соответственно и более низкий $m(ДП_t^{\min})$.

Следует отметить, что коэффициент коррекции степени риска не является фиксированной величиной, а варьируется по периодам в зависимости от количества информации касающейся природы ДП и присущей им степени неопределенности. В случае, когда проект реализуется в условиях полной неопределенности, величина k_t определяется для каждого периода проекта в зависимости от установленного для него МНУН. Предположим, что проект реализуется в условиях частичной неопределенности и руководство проекта, основываясь на необходимом количестве информации и на экспертном заключении, считает, что первые несколько периодов проекта (до периода τ) обладают малой степенью неопределенности, достаточной для того, чтобы считать их реализуемыми в условиях определенности. В таком случае, минимально допустимые периодические уровни надежности, полученные с помощью k_t , определенного по (12) окажутся ниже их истинных значений, так как для начальных периодов с меньшей степенью неопределенности (а соответственно и с меньшим требуемым запасом надежности) должны быть получены более высокие $m(ДП_t^{\min})$, а

«неиспользованные» запасы надежности этих ранних периодов могут быть использованы в более поздних периодах, обладающих большей степенью неопределенности. Используя более высокий уровень надежности в периодах с более высокой степенью неопределенности, руководство делает возможным увеличить премию за риск $\Delta \dot{a}$ этих периодов, вследствие чего в них генерируются денежные потоки адекватные присущему им риску, а, следовательно, и соответствующей им степени неопределенности.

Новое значение Δe_n для периодов с более высокой степенью неопределенности можно получить следующим образом:

$$\begin{cases} m(ЧДД) = \sum_{i=1}^{\tau} \frac{ДП_i^{\min}}{\prod_{i=1}^t (1+e_i)} + \sum_{i=\tau+1}^n \frac{m(ДП_i)}{\prod_{i=1}^t (1+e_i + \Delta e)} - ДП_0 \\ m(ЧДД) = \sum_{i=1}^n \frac{m(ДП_i) \cdot k_t}{\prod_{i=1}^t (1+e_i)} - ДП_0 \end{cases} \quad (14)$$

Приравняв уравнения системы, имеем:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \frac{m(ДП_i) \cdot k_t}{\prod_{i=1}^t (1+e_i)} - ДП_0 = \\ & \Rightarrow \sum_{i=1}^{\tau} \frac{ДП_i^{\min}}{\prod_{i=1}^t (1+e_i)} + \sum_{i=\tau+1}^n \frac{m(ДП_i)}{\prod_{i=1}^t (1+e_i + \Delta e_n)} \end{aligned} \quad (15)$$

Тогда:

$$k_t^n = \frac{\prod_{i=1}^t (1+e_i)}{\prod_{i=1}^t (1+e_i + \Delta e_n)} \quad \text{для } t = \tau + 1, \dots, n \quad (16)$$

где τ – период, начиная с которого проект обладает более высокой степенью неопределенности, и начиная с которого коэффициент k_t для оценки минимальных ЧДД находится по формуле (16), а не по формуле (12).

Новые нижние пределы для периодов с некоторой степенью неопределенности составят:

$$m(\dot{A} \dot{I}_{k_i}^{\min}) = m(\dot{A} \dot{I}_t) \cdot k_t^i \quad \text{для } t = \tau + 1, \dots, n \quad (17)$$

Высказанное предположение о том, что определенное количество начальных периодов проекта обладает малой степенью неопределенности (необходимым уровнем информативности) является характерной ситуацией для большинства реализуемых проектов. Однако данное утверждение выступает частным случаем ситуации, при которой руководство проекта располагает необходимой, для снятия неопределенности, информацией не только первые несколько периодов, а, вообще, любого периода жизненного цикла проекта.

В этом случае, допустимые уровни надежности периодов, реализуемых в условиях определенности должны быть ниже (так как значения $m(\bar{A} \bar{I}_t^{\min})$ выше, чем в случае реализации проекта в условиях полной неопределенности), а «неиспользованные» запасы надежности этих периодов должны перераспределиться с учетом возрастания риска во времени, реализуемые в условиях неопределенности. Тогда система (16) для общего случая наличия периодов с высокой степенью определенности будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{aligned} m(\text{ЧДД}) &= \sum_{i=1}^n \frac{m(\text{ДП}_i) \cdot k_i}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} - \text{ДП}_0 \\ m(\text{ЧДД}) &= \sum_{i=1}^w \frac{\text{ДП}_i^{\min}}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} + \sum_{i=1}^z \frac{m(\text{ДП}_i)}{\prod_{i=1}^i (1+e_i + \Delta e_i)} - \text{ДП}_0 \end{aligned} \right. \quad (18)$$

где w – количество периодов, реализуемых в условиях определенности, $w \in W$;

z – количество периодов, реализуемых в условиях неопределенности, $z \in Z$;

n – количество рассматриваемых периодов, $n = w + z$, $n \in N$;

W – множество всех периодов определенности;

Z – множество всех периодов неопределенности;

N – множество всех рассматриваемых периодов, $N = W \cup Z$.

Приравниваем уравнения системы:

$$\sum_{i=1}^w \frac{\text{ДП}_i^{\min}}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} + \sum_{i=1}^z \frac{m(\text{ДП}_i)}{\prod_{i=1}^i (1+e_i + \Delta e_i)} - \text{ДП}_0 = \sum_{i=1}^n \frac{m(\text{ДП}_i) \cdot k_i}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} - \text{ДП}_0$$

Разложив правую часть, получим:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^w \frac{\text{ДП}_i^{\min}}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} + \sum_{i=1}^z \frac{m(\text{ДП}_i)}{\prod_{i=1}^i (1+e_i + \Delta e_i)} - \text{ДП}_0 = \\ & = \sum_{i=1}^w \frac{\text{ДП}_i^{\min}}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} + \sum_{i=1}^z \frac{m(\text{ДП}_i) \cdot k_i}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} - \text{ДП}_0 \end{aligned} \quad (19)$$

Сократим левую и правую часть на первые слагаемые:

$$\sum_{i=1}^z \frac{m(\text{ДП}_i)}{\prod_{i=1}^i (1+e_i + \Delta e_i^{\text{общ}})} = \sum_{i=1}^z \frac{m(\text{ДП}_i) \cdot k_i^{\text{общ}}}{\prod_{i=1}^i (1+e_i)} \quad (20)$$

Откуда:

$$k_i^{\text{общ}} = \frac{\prod_{i=1}^{t \in Z} (1+e_i)}{\prod_{i=1}^{t \in Z} (1+e_i + \Delta e_i^{\text{общ}})} \quad (21)$$

де $k_i^{\text{общ}}$ – коэффициент коррекции денежных потоков, реализуемый в условиях неопределенности для общего случая наличия ДП с высокой степенью определенности.

Выражения (12) и (16) являются частичными случаями (21) и, соответственно, показывают нахождение коэффициентов коррекции для случая реализации проекта в условиях полной неопределенности и случая реализации проекта в условиях определенности нескольких начальных периодов. Зависимость (21) предназначена для определения k_i в случае наличия ДП_{*t*}, реализуемых в условиях определенности произвольного порядка.

Алгоритм нахождения коэффициентов коррекции k_i как для частного, так и для общего случая наличия периодов реализуемых в условиях определенности представлен на рисунке.

Рассмотрим применение методики установления коэффициента коррекции степени риска, для определения МНУН денежных потоков проекта, на численном примере (таблица)

Пример.

Таблица

Исходные данные проекта

Период t	0	1	2	3	4	5
$m(\text{ДП}_t)$, млн. грн.	-30	11	12	13	12	11
e_t , %	-	10	20	30	20	10

Требуется определить ожидаемую доходность проекта, а также максимальную премию за риск и соответствующие МНУН проекта величины $m(\bar{A} \bar{I}_t^{\min})$ с учетом нарастания риска во времени для случаев:

- 1 - реализации проекта в условиях полной неопределенности;
- 2 - реализации 4-го и 5-го периодов в условиях неопределенности;
- 3 - реализации 2-го, 4-го и 5-го периодов в условиях неопределенности.

Минимально допустимый уровень надежности проекта $m(\text{ЧДД} \min) = 0.1$

Максимально допустимая премия за риск определяется из следующего уравнения:

$$m(\text{ЧДД}) = -30 + \frac{11}{1,1} + \frac{12}{1,1 \cdot 1,2} + \frac{13}{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3} +$$

$$+ \frac{12}{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2} + \frac{11}{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,1} = 7,35 \text{ млн грн.}$$

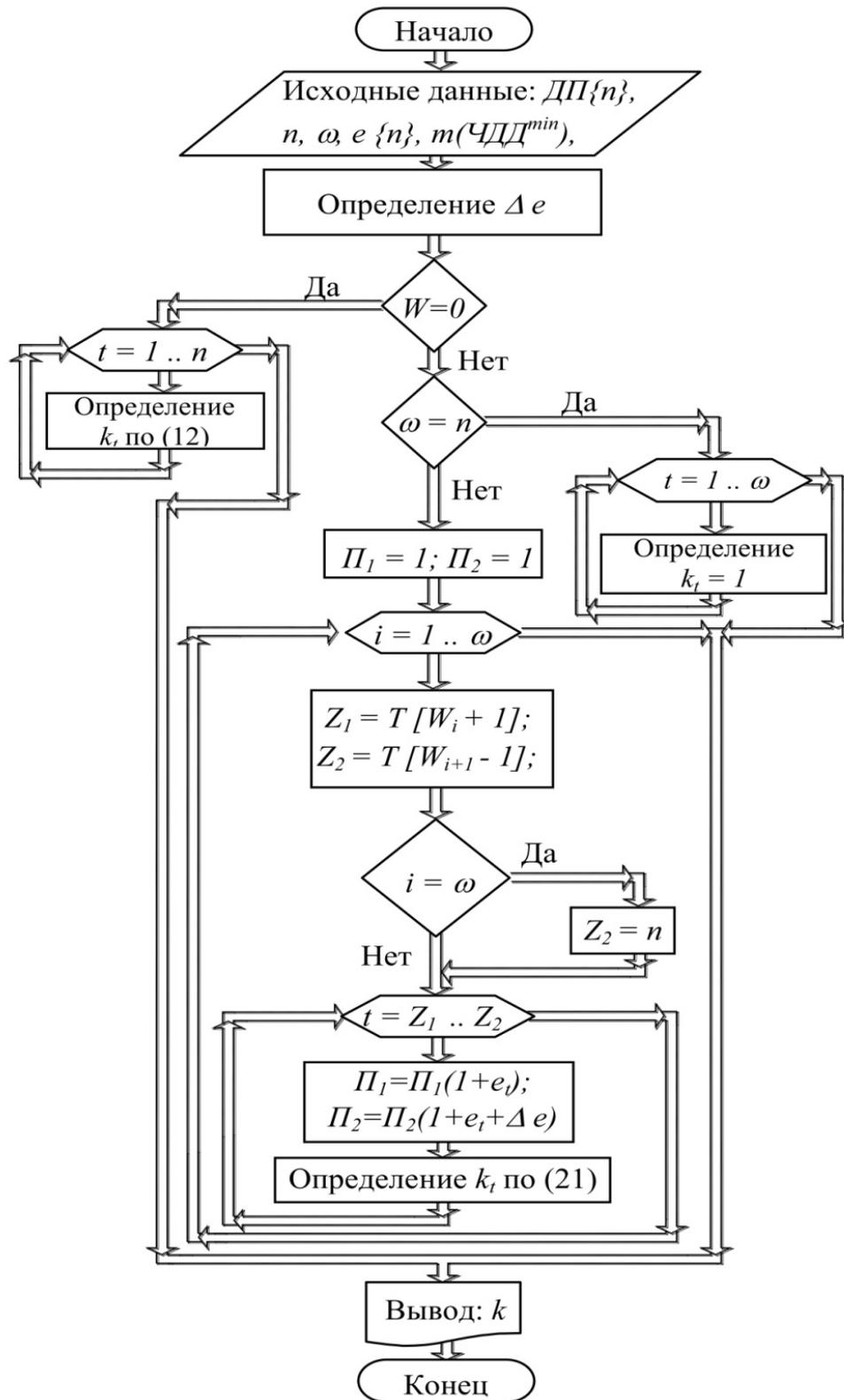


Рисунок. Принципиальный алгоритм определения корректировки величины денежных потоков в соответствии с заданными уровнями надежности

$$m(\text{ЧДД}^{\min}) = -30 + \frac{11}{(1,1 + \Delta e_1)} + \frac{12}{(1,1 + \Delta e_1)(1,2 + \Delta e_1)} + \frac{13}{(1,1 + \Delta e_1)(1,2 + \Delta e_1)(1,3 + \Delta e_1)} + \frac{12}{(1,1 + \Delta e_1)(1,2 + \Delta e_1)(1,3 + \Delta e_1)(1,2 + \Delta e_1)} + \frac{11}{(1,1 + \Delta e_1)(1,2 + \Delta e_1)(1,3 + \Delta e_1)(1,2 + \Delta e_1)(1,1 + \Delta e_1)} = 0$$

Откуда $\Delta e_1 = 10,4\%$

Определим k_i^1 и $m(\text{ДП}_i^{\min})_1$, соответствующие МНУН $m(\text{ЧДД}^{\min}) = 0$, где нижний индекс показывает порядковый номер периода, а верхний – номер задания в примере:

1-й период:

$$k_1^1 = \frac{1,1}{1,204} = 0,914,$$

$$m(\text{ДП}_1^{\min})_1 = 11 \cdot 0,914 = 10,05 \text{ млн грн.}$$

2-й период:

$$k_2^1 = \frac{1,1 \cdot 1,2}{1,204 \cdot 1,304} = 0,841,$$

$$m(\text{ДП}_2^{\min})_1 = 12 \cdot 0,841 = 10,09 \text{ млн грн.}$$

$$3\text{-й период: } k_3^1 = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3}{1,204 \cdot 1,304 \cdot 1,404} = 0,778,$$

$$m(\text{ДП}_3^{\min})_1 = 13 \cdot 0,778 = 10,11$$

4-й период:

$$k_4^1 = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{1,204 \cdot 1,304 \cdot 1,404 \cdot 0,304} = 0,716,$$

$$m(\text{ДП}_4^{\min})_1 = 12 \cdot 0,716 = 8,59 \text{ млн грн.}$$

5-й период:

$$k_5^1 = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{1,204 \cdot 1,304 \cdot 1,404 \cdot 0,304 \cdot 1,204} = 0,655,$$

$$m(\text{ДП}_5^{\min})_1 = 11 \cdot 0,655 = 7,21 \text{ млн грн.}$$

2) Максимально допустимая премия за риск, в случае реализации первых трех периодов в условиях определенности, находится из следующего уравнения:

$$m(\text{ЧДД}^{\min}) = -30 + \frac{\text{ДП}_1^{\min}}{1,1} + \frac{\text{ДП}_2^{\min}}{1,1 \cdot 1,2} + \frac{\text{ДП}_3^{\min}}{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3} + \frac{12}{(1,1 + \Delta e_2)(1,2 + \Delta e_2)(1,3 + \Delta e_2)(1,2 + \Delta e_2)} + \frac{12}{(1,1 + \Delta e_2) \cdot (1,2 + \Delta e_2) \cdot (1,3 + \Delta e_2) \cdot (1,2 + \Delta e_2) \cdot (1,1 + \Delta e_2)} = 0$$

где $\text{ДП}_1^{\min}, \text{ДП}_2^{\min}, \text{ДП}_3^{\min}$ – установление экспертной оценкой минимально возможных значений

денежных потоков соответственно 1-го, 2-го и 3-го периодов.

Экспертная оценка установила:

$$\text{ДП}_1^{\min} = 10,5 \text{ млн грн.};$$

$$\text{ДП}_2 = 11 \text{ млн грн.};$$

$$\text{ДП}_3 = 11,5 \text{ млн грн.}$$

Тогда:

$$m(\text{ЧДД}^{\min}) = -30 + \frac{10,5}{1,1} + \frac{11}{1,1 \cdot 1,2} + \frac{11,5}{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3} + \frac{12}{(1,1 + \Delta e_2)(1,2 + \Delta e_2)(1,3 + \Delta e_2)(1,2 + \Delta e_2)} + \frac{11}{(1,1 + \Delta e_2)(1,2 + \Delta e_2)(1,3 + \Delta e_2)(1,2 + \Delta e_2)(1,1 + \Delta e_2)} = 0$$

Откуда $\Delta e_2 = 19,3\%$.

Определим k_i^2 и $m(\text{ДП}_i^{\min})_2$:

4-й период:

$$k_4^2 = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{1,293 \cdot 1,393 \cdot 1,493 \cdot 1,393} = 0,55,$$

$$m(\text{ДП}_4^{\min})_2 = 12 \cdot 0,55 = 6,6 \text{ млн грн.}$$

5-й период:

$$k_5^2 = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{1,293 \cdot 1,393 \cdot 1,493 \cdot 1,393 \cdot 1,293} = 0,468,$$

$$m(\text{ДП}_5^{\min})_2 = 11 \cdot 0,468 = 5,15 \text{ млн грн.}$$

3) Максимально допустимая премия за риск, в случае реализации первого и третьего периодов в условиях определенности, находится из следующего уравнения:

$$m(\text{ЧДД}^{\min}) = -30 + \frac{10,5}{1,1} + \frac{12}{(1,1 + \Delta e_3)(1,2 + \Delta e_3)} + \frac{12}{(1,1 + \Delta e_3)(1,2 + \Delta e_3)(1,3 + \Delta e_3)(1,2 + \Delta e_3)} + \frac{11,5}{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3} + \frac{11}{(1,1 + \Delta e_3)(1,2 + \Delta e_3)(1,3 + \Delta e_3)(1,2 + \Delta e_3)(1,1 + \Delta e_3)} = 0$$

Откуда $\Delta e_3 = 14\%$.

Определим k_i^3 и $m(\text{ДП}_i^{\min})_3$:

2-й период:

$$k_2^3 = \frac{1,1 \cdot 1,2}{1,24 \cdot 1,34} = 0,794,$$

$$m(\text{ДП}_2^{\min})_3 = 12 \cdot 0,794 = 9,528 \text{ млн грн.}$$

$$3\text{-й период: } k_4^3 = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{1,24 \cdot 1,34 \cdot 1,44 \cdot 1,34} = 0,642,$$

$$m(\text{ДП}_4^{\min})_3 = 12 \cdot 0,642 = 7,71 \text{ млн грн.}$$

5-й период:

$$k_5^3 = \frac{1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{1,24 \cdot 1,34 \cdot 1,44 \cdot 1,34 \cdot 1,24} = 0,57,$$

$$m(\text{ДП}_5^{\min})_3 = 11 \cdot 0,57 = 6,27 \text{ млн грн.}$$

Проаналізуємо результати прикладу

При реалізації проекту в умовах повної неопределенності (шаг 1 прикладу) загальний рівень надійності проекту (7,35 млн грн.) розподілилися по всім періодам з урахування фактора візростання ризику во времени (об этом свидетельствует убывание периодических коэффициентов коррекции).

При реалізації проекту в умовах частинної неопределенності (случай реалізації перших декількох періодів в умовах определенності – см. приклад) загальний рівень надійності проекту розподілилися на 4-й і 5-й періоди, в результаті чого були отримані коефіцієнти корекції: $k_2^4 = 0,55 < k_1^4 = 0,716$ і $k_2^5 = 0,468 < k_1^5 = 0,655$. Уменьшение коэффициентов коррекции означает увеличение, в этом случае, МНУН денежных потоков 4-го и 5-го периодов (то есть уменьшение значений $m(\text{ДП}_4^{\min})$ и $m(\text{ДП}_5^{\min})$):

$$m(\text{ДП}_4^{\min})_2 = 6,6 \text{ млн грн.} < m(\text{ДП}_4^{\min})_1 = 8,59 \text{ млн грн.}$$

$$m(\text{ДП}_5^{\min})_2 = 5,15 \text{ млн грн.} < m(\text{ДП}_5^{\min})_1 = 7,21 \text{ млн грн.}$$

Таким образом, запас надійності проекту перерозподілилася не на п'ять, а на два періоди, що привело до збільшення рівня надійності відповідних двох періодів.

При реалізації проекту в загальному випадку наявності періодів определенності загальний рівень надійності проекту розподіляється тільки по періодам неопределенності з урахування візростання ризику во времени (в прикладі це 2-й, 4-й і 5-й періоди). В цьому випадку:

$$k_2^3 = 0,794 < k_2^1 = 0,841;$$

$$k_4^2 = 0,55 < k_4^3 = 0,642 < k_4^1 = 0,716$$

$$k_5^2 = 0,468 < k_5^3 = 0,57 < k_5^1 = 0,655$$

що привело до:

$$m(\text{ДП}_2^{\min})_3 = 9,528 \text{ млн грн.} < m(\text{ДП}_2^{\min})_1 = 10,09 \text{ млн грн.}$$

$$m(\text{ДП}_4^{\min})_2 = 6,6 \text{ млн грн.} < m(\text{ДП}_4^{\min})_3 =$$

$$7,71 \text{ млн грн.} < m(\text{ДП}_4^{\min})_1 = 8,59 \text{ млн грн.}$$

$$m(\text{ДП}_5^{\min})_2 = 5,15 \text{ млн грн.} < m(\text{ДП}_5^{\min})_3 =$$

$$6,27 \text{ млн грн.} < m(\text{ДП}_5^{\min})_1 = 7,21 \text{ млн грн.}$$

Приведенные сравнения показывают, что полученные коэффициенты коррекции (а значит и минимально допустимые уровни надійності ДП_i) имеют промежуточное значение по сравнению с шагом 1 и шагом 2 прикладу. Это объясняется

наличием трех периодов неопределенности, в то время как, в шаге 1 их было пять, а в шаге 2 их было два.

Преимущество приведенных методик для установления допустимого уровня надійності денежных потоков для случая реалізації проекту в умовах повної неопределенності, а также для частного и общего случаев реалізації проекту в умовах частинної неопределенності с учетом нарастающего во времени риска состоит в том, что предлагаемые распределения общего уровня надійності $m(\text{ЧДД}^{\min})$ по периодам выполнения проекта, в зависимости от их степени неопределенності, основываются только на значениях прогнозируемых денежных потоков и дисконтных ставок, то есть на информации, которая в обязательном порядке устанавливается для любого проекта. Данное преимущество позволяет не проводить каких-либо дополнительных исследований для определения степени риска каждого периода реалізації инвестиционного проекта.

В случае реалізації проекту в умовах повної неопределенності распределение допустимого уровня надійності $m(\text{ЧДД}^{\min})$ по периодам выполнения проекта идентичного ДП каждого периода и рискам по проекту с учетом их візростання на всем жизненном цикле проекта.

В случае наличия периодов с малым уровнем неопределенності (реалізації проекту в умовах частинної неопределенності) процесс перераспределения надійності дает минимальные уровни надійності для периодов с высокой информативностью и эквивалентные периодичным риском и степени неопределенності, с учетом их візростання во времени, границы допустимой надійності для периодов с высокой степенью неопределенності. А это соответствует стремлению руководства ограничить меньшим допустимым уровнем надійності денежные потоки с меньшей степенью неопределенності, а, соответственно, и с меньшим уровнем риска.

Еще раз заметим, что предложенные методики дают истинное распределение общего уровня надійності только для инвестиционных проектов с правильным профилем развития их доходности во времени, в силу построения выражения (10) на ранее принятых допущениях.

Инвестиционные проекты с нормальным профилем кривой доходности являются частным случаем реализуемых инвестиционных проектов реального сектора, так как у них отсутствуют периодические отрицательные денежные потоки ненулевого периода.

Рассмотрим случай проекта с неправильным профилем развития величины ЧДД во времени.

Метод скорректированной по риску $ДС$ в этом случае будет иметь вид:

$$m(ЧДД) = \sum_1^u \frac{m(ДП_t)}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i + \Delta e)} - \sum_1^v [m(ДП_t)] \times \left[\frac{2}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i)} - \frac{1}{\prod_{i=1}^t (1 + e_i + \Delta e)} \right] - ДП_0 = m(ЧДД^{\min}) \quad (22)$$

Методика эквивалентных $ДП$ в своем классическом представлении выглядит следующим образом:

$$m(ЧДД) = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i \cdot m(ДП_t)}{\prod_{i=1}^t (1 + e_{\alpha_i})} - ДП_0, \quad (23)$$

где α_i – коэффициент эквивалентности периода t .

При этом классическая трактовка смысла, вкладываемого в коэффициент α_i приблизительно такова.

Коэффициенты эквивалентности зависят от степени неопределенности, связанной с $ДП$ и мерой склонности руководства к риску, и представляют собой положительные действительные числа, каждое из которых меньше либо равно единице, $\alpha \in [0; 1]$. Коэффициенты эквивалентности отражают функцию риска $ЛПР$ и изменяются обратно пропорционально степени риска, то есть чем выше риск, тем меньше должен быть коэффициент. Величина равная нулю означает, что $ЛПР$ считает проект слишком рискованным для того, чтобы от него можно было ожидать реальной прибыли. Величина равная единице означает, что $ЛПР$ считает проект свободным от риска. Таким образом, чем больше степень неопределенности, тем меньше значение определяемых коэффициентов.

Выводы

Для проектов, реализуемых в условиях полной или частичной неопределенности, риск является возрастающей функцией от времени. А чем больше степень неопределенности, тем меньше значение определяемого коэффициента α_t соответствующего периода t , то есть кривая α_t во времени носит убывающий характер. При таком подходе к формированию массива коэффициентов эквивалентности α_t при анализе инвестиционного проекта возникает, похожая по своей природе и структуре на проблему нахождения скорректированной по норме дисконта для случая

неправильного профиля доходности проекта, проблема оценки минимального значения отрицательных денежных потоков. Так как коэффициент $0 \leq \alpha \leq 1$ является убывающей функцией от времени, то минимальное значение отрицательного $ДП$ будет выше прогнозируемого, что приведет к неверной оценке риска всех $ДП_t$ и всего проекта в целом (по аналогии с методикой нахождения премии за риск при наличии отрицательных $ПДП$).

Список литературы

1. Антипенко Е. Ю. Принципы анализа капитальных вложений: монография / Е.Ю. Антипенко, В.И. Доненко. - Запорожье: Фазан, 2005. - 418 с. - ISBN 966-8132-36-X.
2. Доненко В.И. Количественная оценка денежных потоков при анализе строительного проекта / В.И. Доненко, Е.Ю. Антипенко // Новини науки Придніпров'я. Наук.-практ. журнал. Серія: Інженерні дисципліни. – Дніпропетровськ: Вид. «Дніпро-VAL», 2005. – № 3. - С. 46-50.
3. Доненко В.И. Модель пошуку і оцінки граничних значень можливих відхилень основних показників ефективності будівельних проектів / В.И. Доненко, Д.О. Приходько // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету - Вип. 4. Т.46 - Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С. 84-89
4. Доненко И.В. Комплексная диагностика параметров реализуемости строительных проектов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. - Вип. 4. Т.48. – С. 104-112.
5. Основы конкурентных преимуществ и инновационного развития: монография / Б.И. Холод, В.А. Ткаченко, Р.Б. Тянь, С.И. Чимишит, А.И. Щукин. - Д.: Монолит, 2008. - 475 с.
6. Проектний аналіз: навч. посіб. / Р.Б. Тянь, О.Б. Ватченко, Є.Ш. Ісхаков, О.В. Оскома. – Д.: ДДФА, 2009. – 244 с.
7. Салига К.С. Економічні теорії інноваційного розвитку підприємства: монографія / К.С. Салига; Класич. приват. ун-т. – Запоріжжя, 2009. - 216 с.
8. Салига С.Я. Економічне обґрунтування інвестиційних проектів промислових підприємств: Монографія / С.Я. Салига, К.С. Салига, Л.І. Кирилова. – Запоріжжя: Гуманіт. ун-т. Запоріз. ін-т держ. та муніцип. упр., 2005. - 170 с.
9. Тянь Р.Б. Научные подходы к определению денежного потока предприятия / Р.Б. Тянь, Н.М. Демченко, М.Н. Демченко // Вісн. Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт. – Д.: ПДАБА, 2007. – № 7. – С. 46-51.

Статья поступила в редколлегию: 21.10.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.И. Назаренко, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев.