



И. Л. Туккель, С. Н. Яшин, Е. В. Кошелев

# Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности

## Практикум



**И. Л. Туккель**  
**С. Н. Яшин**  
**Е. В. Кошелев**

# **Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности**

## **Практикум**

Рекомендовано Учебно-методическим объединением  
по университетскому политехническому образованию  
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Инноватика»  
и специальности «Управление инновациями»

Санкт-Петербург  
«БХВ-Петербург»

2013

УДК 336.714  
ББК 65.9(2Рос)-56  
Т38

**Туккель, И. Л.**

Т38 Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности. Практикум: учеб. пособие / И. Л. Туккель, С. Н. Яшин, Е. В. Кошелев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 208 с.: ил. — (Учебная литература для вузов)

ISBN 978-5-9775-0911-4

В практикуме разобраны методы решения задач оценки эффективности инновационных проектов, составления полного финансового плана и оптимального портфеля проектов, а также оценки эффективности использования источников их финансирования, теоретическое описание которых в полном объеме дано в книге «Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности». Кроме того, в пособии представлены задачи для самостоятельной работы с ответами к ним.

Учебное пособие предназначено для студентов, проходящих обучение по направлению подготовки бакалавров «Инноватика» и специальности «Управление инновациями». Может быть использовано для специальностей «Экономика и управление на предприятии» и «Финансы, денежное обращение и кредит», а также студентами, аспирантами, преподавателями, бизнесменами и широким кругом читателей.

УДК 336.714  
ББК 65.9(2Рос)-56

Рецензенты:

*А. С. Кокин*, д-р экон. наук, проф., завкафедрой финансов Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского;  
*В. Н. Белых*, д-р физ.-мат. наук, проф., завкафедрой математики Волжской государственной академии водного транспорта.

Подписано в печать 31.01.13.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,09.

Тираж 1000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.

Первая Академическая типография "Наука"  
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12/28

ISBN 978-5-9775-0911-4

© Туккель И. Л., Яшин С. Н., Кошелев Е. В., 2013  
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2013

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	6
<b>Глава 1. Критерии выбора вложений капитала</b> .....	9
1.1. Оценка стандартных критериев .....	9
1.2. Анализ проектов с дискретными денежными потоками ...	21
1.3. Анализ проектов с непрерывными денежными потоками .	38
1.4. Расчет дисконтного срока окупаемости .....	45
<b>Глава 2. Анализ эффективности инновационных проектов в условиях неопределенности</b> .....	50
2.1. Оценка денежных потоков анализируемых проектов .....	50
2.2. Оценка стандартных критериев выбора вложений капитала .....	54
2.3. Выбор проекта в условиях неопределенности ставки дисконта .....	60
2.4. Анализ безубыточности и рентабельности анализируемых проектов .....	67
<b>Глава 3. Составление полного финансового плана</b> .....	74
3.1. Постановка задачи сравнения инвестиционных альтернатив .....	74
3.2. Несовершенный рынок капитала .....	76
3.3. Совершенный рынок капитала .....	88
3.4. Расчет чистого приведенного дохода с учетом выплаты налога на прибыль .....	93

<b>Глава 4. Финансирование инвестиционных программ инновационной деятельности</b> .....	103
<b>4.1. Инвестиционное планирование при ограниченном бюджете финансирования</b> .....	103
<b>4.2. Одновременное инвестиционное и финансовое планирование</b> .....	118
<b>Глава 5. Финансирование инновационных проектов за счет эмиссии обыкновенных акций</b> .....	127
<b>5.1. Оценка влияния дивидендной политики на цену акций</b> ..	127
<b>5.2. Оценка ставки дисконта проекта</b> .....	131
<b>Глава 6. Финансирование инновационных проектов за счет эмиссии облигаций</b> .....	137
<b>6.1. Вычисление доходности облигаций</b> .....	137
<b>6.2. Вычисление доходности облигаций с учетом выплаты налогов</b> .....	146
<b>6.3. Рыночная оценка облигаций</b> .....	149
<b>Глава 7. Финансирование инновационных проектов с помощью банковских кредитов</b> .....	152
<b>7.1. Постоянные взносы в погасительный фонд</b> .....	152
<b>7.2. Погашение основного долга равными суммами</b> .....	158
<b>7.3. Погашение всего долга равными срочными платежами</b> ....	160
<b>Глава 8. Финансирование инновационных проектов с помощью дисконтирования и консолидации векселей</b> .....	166
<b>8.1. Математическое дисконтирование и учет векселей</b> .....	166
<b>8.2. Консолидация векселей</b> .....	173

<b>Глава 9. Факторинговое и форфейтинговое финансирование инновационных проектов</b> .....	180
<b>9.1. Сущность факторинговых и форфейтинговых операций</b> .	180
<b>9.2. Расчет затрат на факторинговые и форфейтинговые операции</b> .....	184
<b>Глава 10. Задачи для самостоятельной работы</b> .....	193
<b>Заключение</b> .....	204
<b>Список литературы</b> .....	206

## Введение

Инновационное развитие является наиболее перспективным способом хозяйствования в современных условиях, который базируется на непрерывном поиске и использовании новых методов и сфер реализации потенциала предприятия в условиях изменчивой внешней среды. В настоящее время пристальное внимание уделяется инвестированию в инновационное развитие промышленных предприятий. В условиях посткризисного периода традиционные подходы к инвестированию далеко не всегда приводят к ожидаемому положительному результату, поэтому необходимо осуществлять поиск новых, нестандартных методов и инструментов управления инновационной деятельностью предприятий, использованию современных технологий менеджмента, действующих в коммерческой среде.

Часто в упражнениях по инноватике видят лишь способ “натаскать” студента на тех или иных методах оценки эффективности инноваций, оставляя за кадром как финансовое происхождение таких задач, так и возможные экономические следствия найденных решений. Подобный однобокий подход скорее вредит, чем служит главной цели обучения — становлению специалиста, способного самостоятельно формулировать проблемы, решать их и уметь применить приобретенные знания в жизни. Поэтому при создании практикума мы старались не только передать навыки управления экономикой и финансовым обеспечением инновационной деятельности, но и привить студенту осознание того, что сама постановка задачи и обсуждение следствий найденного решения едва ли не более важны, чем собственно процесс отыскания ответа.

Кроме того, мы взяли за правило доводить задачу “до числа”, детально прослеживая все сопутствующие вычисления, даже если они имеют весьма отдаленное отношение к собственно анализу эффективности планируемых инноваций. Ведь именно это отличает истинный исследовательский труд от школярских упражнений. Для наглядности изложения в практикум помещено довольно много рисунков, поясняющих суть аналитических выкладок, поставленных задач и способов их решения.

Идея последовательности изложения материала учебного пособия такова, что в первой главе прежде всего разбираются основы и

наиболее традиционные способы анализа инновационных проектов. Здесь подробно разбирается применение математического аппарата, применяемого для подобных исследований и позволяющего принимать наиболее эффективные финансовые решения.

Во второй главе проводится комплексное исследование и сравнение реальных бизнес-проектов с учетом фактора неопределенности, присущего любому бизнесу. В отличие от общеизвестных методов анализа риска при формировании бюджета капиталовложений, к которым относятся анализ чувствительности, анализ сценариев, имитационное моделирование методом Монте-Карло, анализ дерева решений, метод безрискового эквивалента, метод скорректированной на риск ставки дисконта и т. д., мы предлагаем авторский подход, учитывающий весь спектр инвестиционных рисков в условиях высокорисковой экономики России.

В третьей главе мы обращаем внимание читателя на необходимость анализа эффективности инновационных проектов в комплексе финансового планирования фирмы. С этой целью разобраны решения соответствующих задач по составлению полного финансового плана, в том числе с учетом выплаты налога на прибыль.

Однако оценка эффективности инновационной деятельности фирмы не исчерпывается анализом отдельных проектов. Зачастую на практике приходится сталкиваться с составлением портфелей инновационных проектов. По этой причине в четвертой главе исследуется инвестиционное планирование при ограниченном бюджете финансирования, а также одновременное инвестиционное и финансовое планирование.

Наконец, не менее важным вопросом инновационного планирования является вопрос выбора оптимальных схем финансирования инновационных проектов. Важность данного процесса заключается прежде всего в том, что сама оценка эффективности планируемых инноваций в принципе невозможна без выбора источников их финансирования. Эти два процесса планируются всегда одновременно. С этой целью в последующих главах книги решаются, во-первых, задачи долгосрочного финансирования инноваций, к которому относятся финансирование за счет эмиссии обыкновенных акций, облигаций, а также с помощью банковских кредитов. Также разобраны



соответствующие типовые задачи краткосрочного финансирования, т. е. при помощи банковских кредитов, векселей, а также факторинга и форфейтинга. Заметим, что форфейтинг может использоваться и при долгосрочном финансировании.

Кроме изучения методов решения типовых задач в пособии студенту предоставляется возможность попробовать самому свои силы в их решении. Для этого в десятой главе представлены задачи для самостоятельной работы. Правильность их решения студент может проверить по приведенным в конце главы ответам.

Мы надеемся, что именно такой последовательный подход позволит будущим специалистам обрести необходимые первоначальные навыки в планировании инновационной деятельности фирмы. Конечно, на этом исследование эффективности инноваций не исчерпывается, однако без тщательной проработки предложенных вопросов студенту, по нашему мнению, невозможно будет освоить дальнейшие более глубокие и разноплановые проблемы практического применения инноватики.

Учебное пособие предназначено для студентов технических и экономических специальностей, магистров и аспирантов. В частности оно может быть рекомендовано для учебного процесса при обучении студентов по направлению подготовки “Инноватика” и специальности “Управление инновациями” с целью изучения дисциплины “Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности”. Также учебное пособие может быть использовано научными работниками и специалистами, занимающимися вопросами анализа и управления инновационными проектами.

# Глава 1

## Критерии выбора вложений капитала

### 1.1. Оценка стандартных критериев

Стандартные критерии выбора вложений капитала включают в себя следующие показатели:

1. Чистый приведенный доход проекта:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CIF_t - COF_t}{(1+k)^t}, \quad (1)$$

где  $t$  — номер периода времени;

$n$  — общий срок проекта (количество периодов);

$CIF_t$  — денежный приток в периоде  $t$ ;

$COF_t$  — денежный отток в периоде  $t$ ;

$k$  — цена капитала проекта за период (в %).

2. Индекс доходности проекта:

$$PI = \frac{PV_{\text{доходов}}}{PV_{\text{инвестиций}}} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{CIF_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{COF_t}{(1+k)^t}}. \quad (2)$$

3. Срок окупаемости проекта (PP).

Различают обычный и дисконтный (дисконтированный) сроки окупаемости. Дисконтный срок окупаемости в отличие от обычного учитывает временную стоимость денег, а потому является более достоверным критерием. Таким образом, дисконтный PP позволяет определить момент времени, когда NPV ординарного проекта меняет знак с минуса на плюс, т. е. момент окупаемости.

Напомним, что в ординарном проекте один или несколько оттоков средств сменяются серией поступлений средств. Если же в проекте предполагается также значительный отток денежных средств в ходе его реализации или по окончании, то этот проект называется неординарным.

#### 4. Внутренняя доходность проекта (IRR).

Это такая дисконтная ставка, которая уравнивает приведенные стоимости ожидаемых поступлений и инвестиций по проекту, т. е. когда  $NPV = 0$ :

$$PV_{\text{доходов}} = PV_{\text{инвестиций}}; \quad (3)$$

$$\sum_{t=0}^n \frac{CIF_t - COF_t}{(1 + IRR)^t} = 0. \quad (4)$$

#### 5. Модифицированная внутренняя доходность проекта (MIRR).

Как и в случае с критерием IRR, дисконтная ставка MIRR уравнивает приведенные стоимости инвестиций и ожидаемых поступлений, только здесь учитывается возможность реинвестирования поступлений. Это условие выразится уравнением

$$PV_{\text{инвестиций}} = PV_{TV},$$

где терминальная стоимость проекта равна

$$TV = \sum_{t=0}^n CIF_t(1 + k)^{n-t}.$$

Таким образом, ставка MIRR находится из уравнений:

$$PV_{\text{инвестиций}} = \frac{TV}{(1 + MIRR)^n}; \quad (5)$$

$$\sum_{t=0}^n \frac{COF_t}{(1 + k)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n CIF_t(1 + k)^{n-t}}{(1 + MIRR)^n}. \quad (6)$$

#### 6. Учетная доходность проекта (ARR).

В отличие от остальных критериев выбора вложений капитала она основывается на показателе чистой прибыли, а не денежного потока:

$$ARR = \frac{\overline{NP}}{\frac{1}{2}(IC + RV)}, \quad (7)$$

где  $\overline{NP}$  — средняя годовая чистая прибыль проекта;

IC — сумма разновременных инвестиций в проект;

RV — остаточная или ликвидационная стоимость проекта.

Решение о финансовой эффективности ординарных инновационных проектов согласно стандартным критериям выбора вложения капитала принимается следующим образом:

1. Проект эффективен, если:

$$NPV > 0; \quad PI > 1; \quad PP < n; \quad IRR > k; \quad MIRR > k.$$

2. Проект неэффективен, если:

$$NPV < 0; \quad PI < 1; \quad PP \not< n; \quad IRR < k; \quad MIRR < k.$$

**Пример 1.** Сравниваются по финансовой эффективности на начало срока два инновационных проекта. Денежные потоки по ним характеризуются следующими данными, которые относятся к окончаниям соответствующих лет (табл. 1).

Таблица 1

**Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)**

	Год 1	Год 2	Год 3	Год 4	Год 5	Год 6	Год 7
Проект А	-100	-150	50	150	200	200	
Проект В	-200	-50	50	100	100	200	200

Цена капитала обоих проектов — 10% годовых. Найти NPV, PI, PP, IRR, MIRR и ARR каждого проекта. Выбрать наиболее выгодный проект.

**Решение**

1. Рассчитаем NPV каждого проекта по формуле (1):

$$\begin{aligned} NPV_A &= -\frac{100}{1,1} - \frac{150}{1,1^2} + \frac{50}{1,1^3} + \frac{150}{1,1^4} + \frac{200}{1,1^5} + \frac{200}{1,1^6} = \\ &= -214,876 + 377,097 = 162,221 \text{ (млн руб.)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_B &= -\frac{200}{1,1} - \frac{50}{1,1^2} + \frac{50}{1,1^3} + \frac{100}{1,1^4} + \frac{100}{1,1^5} + \frac{200}{1,1^6} + \frac{200}{1,1^7} = \\ &= -223,14 + 383,486 = 160,346 \text{ (млн руб.)}. \end{aligned}$$

$NPV_A > NPV_B$ , поэтому по этому критерию  $A \succ B$ .

2. Оценим PI каждого проекта по формуле (2):

$$PI_A = \frac{377,097}{214,876} = 1,755; \quad PI_B = \frac{383,486}{223,14} = 1,719.$$

$PI_A > PI_B$ , поэтому по этому критерию также  $A \succ B$ .

3. Дисконтный срок окупаемости каждого из проектов можно рассчитать двумя разными способами. Можно, например, вычислять NPV за соответствующее количество лет реализации проекта, начиная с одного года, пока не найдем момент времени, в котором NPV меняет знак с минуса на плюс. Это сложный способ. Другой, более простой способ заключается в том, что вычисляются NPV за соответствующее количество лет, начиная с последнего года до тех пор, пока NPV не сменит знак с положительного на отрицательный.

Для проекта  $A$  получим:

$$NPV_{5 \text{ лет}} = 162,221 - \frac{200}{1,1^6} = 49,326 \text{ (млн руб.)};$$

$$NPV_{4 \text{ лет}} = 49,326 - \frac{200}{1,1^5} = -74,858 \text{ (млн руб.)}.$$

Следовательно, момент окупаемости проекта будет где-то между 4-м и 5-м годом. Оценим его точное значение. Для этого дробную часть года рассчитываем следующим образом. Числитель дроби — это то, что осталось окупить после 4-х лет. Знаменатель — это временная стоимость денег, которые получим в 5-м году, т. е.  $\frac{200}{1,1^5}$ . Тогда срок окупаемости проекта  $A$  будет равен величине

$$PP_A = 4 + \frac{74,858}{124,184} = 4,603 \text{ (года)}.$$

Чтобы вычислить теперь дробную часть года в днях, умножаем 0,603 года на 365 дней. Получаем чуть более 220 дней. Поскольку в 220 дней не укладываемся, берем 221 день. В итоге

$$PP_A = 4 \text{ года и } 221 \text{ день}.$$

Проведем подобные расчеты для проекта  $B$ :

$$NPV_{6 \text{ лет}} = 160,346 - \frac{200}{1,1^7} = 57,714 \text{ (млн руб.)};$$

$$NPV_{5 \text{ лет}} = 57,714 - \frac{200}{1,1^6} = -55,18 \text{ (млн руб.)};$$

$$PP_B = 5 + \frac{55,18}{112,895} = 5,489 \text{ (года)};$$

$$PP_B = 5 \text{ лет и } 179 \text{ дней.}$$

Выгоднее тот проект, который быстрее окупится.  $PP_A < PP_B$ , поэтому по этому критерию также  $A \succ B$ .

4. Внутреннюю доходность проекта по формуле (4) найти невозможно. Для решения этой проблемы можно использовать итерационные или интерполяционные методы. Одним из самых простых, на наш взгляд, является метод линейной интерполяции. Его идея заключается в том, что ставка IRR находится из условия  $NPV = 0$  последовательным приближением к ее истинному значению.

Для того чтобы получить формулу для нахождения IRR, строится график  $NPV$  в зависимости от ставки дисконта  $k$  (рис. 1). В точке  $D$  на графике  $NPV = 0$ , следовательно, в ней будет истинное значение ставки IRR. Чтобы найти значение ставки дисконта в этой точке, задается интервал интерполяции, а именно, выбирается произвольная ставка  $k_1$ , которой соответствует положительное значение  $NPV_1$ , и произвольная ставка  $k_2$ , которой соответствует отрицательное значение  $NPV_2$ . Затем полученные точки  $A$  и  $C$  на графике  $NPV$  соединяются прямой. Она пересекает горизонтальную ось в точке  $B$ . Таким образом, в этой точке получается приближенное значение искомой ставки дисконта  $k$ .

На рис. 1 видно, что чем уже задан интервал интерполяции, тем ближе точка  $B$  будет располагаться к точке  $D$ , а значит, тем точнее будет найдено приближенное значение IRR.

Вектор  $\overrightarrow{AB}$  коллинеарен вектору  $\overrightarrow{AC}$ , тогда пропорциональны их координаты. Это условие запишется в виде уравнения

$$\frac{k - k_1}{k_2 - k_1} = \frac{0 - NPV_1}{NPV_2 - NPV_1},$$

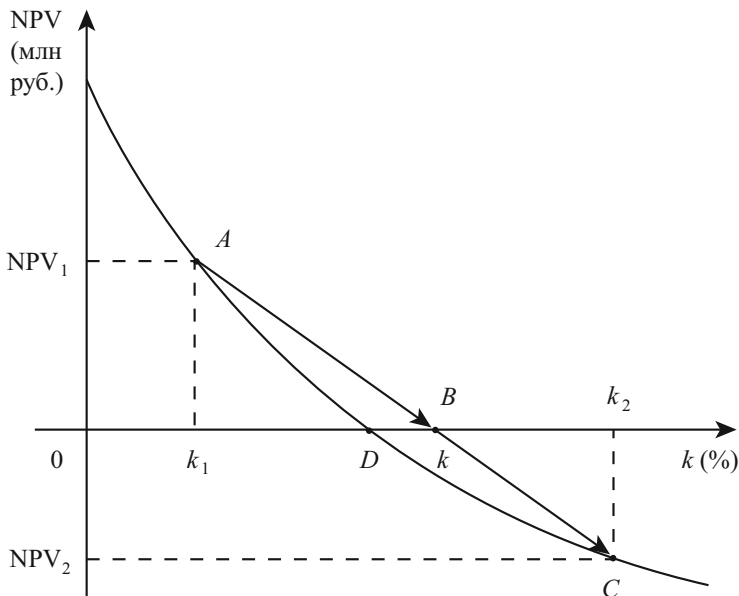


Рис. 1. NPV проекта в зависимости от ставки дисконта  $k$

откуда после несложных преобразований получаем, что

$$k = k_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}(k_2 - k_1)$$

или, что то же самое,

$$IRR = k_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}(k_2 - k_1). \quad (8)$$

Для проверки полученное значение IRR подставляется в качестве ставки дисконта в формулу (1) для NPV. Если  $NPV \neq 0$ , то ставка IRR уточняется. Для этого сужается интервал интерполяции. Полученный NPV  $\neq 0$  используется в качестве нового  $NPV_1$  или  $NPV_2$  в зависимости от его знака.

Итак, рассчитаем ставку IRR проекта  $A$ . Для этого зададим сначала интервал интерполяции:

$$\begin{aligned} NPV_{A(30\%)} &= -\frac{100}{1,3} - \frac{150}{1,3^2} + \frac{50}{1,3^3} + \frac{150}{1,3^4} + \frac{200}{1,3^5} + \frac{200}{1,3^6} = \\ &= 4,89806 \text{ (млн руб.)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_{A(35\%)} &= -\frac{100}{1,35} - \frac{150}{1,35^2} + \frac{50}{1,35^3} + \frac{150}{1,35^4} + \frac{200}{1,35^5} + \frac{200}{1,35^6} = \\ &= -13,254524 \text{ (млн руб.)}. \end{aligned}$$

Тогда по формуле (8) получаем, что

$$IRR_A = 0,3 + \frac{4,89806}{4,89806 + 13,254524}(0,35 - 0,3) = 0,313491,$$

т. е.  $IRR_A = 31,3491\%$ .

Если подставить найденную ставку  $IRR_A$  в формулу (1), получим  $NPV_A = -0,515627$  млн руб. Погрешность для нашего случая вполне допустимая, т. е. можно считать, что  $NPV_A \approx 0$ .

Выполним подобные расчеты для проекта  $B$ :

$$\begin{aligned} NPV_{B(25\%)} &= -\frac{200}{1,25} - \frac{50}{1,25^2} + \frac{50}{1,25^3} + \frac{100}{1,25^4} + \frac{100}{1,25^5} + \frac{200}{1,25^6} + \frac{200}{1,25^7} = \\ &= 1,69984 \text{ (млн руб.)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_{B(30\%)} &= -\frac{200}{1,3} - \frac{50}{1,3^2} + \frac{50}{1,3^3} + \frac{100}{1,3^4} + \frac{100}{1,3^5} + \frac{200}{1,3^6} + \frac{200}{1,3^7} = \\ &= -25,419453 \text{ (млн руб.)}; \end{aligned}$$

$$IRR_B = 0,25 + \frac{1,69984}{1,69984 + 25,419453}(0,3 - 0,25) = 0,253134,$$

т. е.  $IRR_B = 25,3134\%$ .

Если подставить найденную ставку  $IRR_B$  в формулу (1), получим  $NPV_B = -0,258281$  млн руб. С небольшой долей погрешности можно считать, что  $NPV_B \approx 0$ .

$IRR_A > IRR_B$  при одинаковой цене капитала  $k = 10\%$ , поэтому по этому критерию также  $A \succ B$ .



5. Чтобы найти модифицированную внутреннюю доходность каждого проекта, необходимо данные табл. 1 подставить в формулу (6). Но при этом для того, чтобы полученные ставки MIRR были сравнимыми, надо уравнивать сроки проектов. В этом случае в качестве общего расчетного срока берется срок наиболее продолжительного проекта. В нашем примере это 7 лет. По этой причине положительные денежные потоки, т. е. доходы, проекта  $A$  при расчете MIRR реинвестируются до конца 7-го года.

Тогда оценим сначала ставку MIRR проекта  $A$  по формуле (6):

$$214,876 = \frac{50 \cdot 1,1^4 + 150 \cdot 1,1^3 + 200 \cdot 1,1^2 + 200 \cdot 1,1}{(1 + \text{MIRR}_A)^7};$$

$$214,876 = \frac{734,855}{(1 + \text{MIRR}_A)^7}; \quad \text{MIRR}_A = \sqrt[7]{\frac{734,855}{214,876}} - 1 = 0,192031,$$

т. е.  $\text{MIRR}_A = 19,2031\%$ .

Аналогично для проекта  $B$  получаем:

$$223,14 = \frac{50 \cdot 1,1^4 + 100 \cdot 1,1^3 + 100 \cdot 1,1^2 + 200 \cdot 1,1 + 200}{(1 + \text{MIRR}_B)^7};$$

$$223,14 = \frac{747,305}{(1 + \text{MIRR}_B)^7}; \quad \text{MIRR}_B = \sqrt[7]{\frac{747,305}{223,14}} - 1 = 0,188471,$$

т. е.  $\text{MIRR}_B = 18,8471\%$ .

$\text{MIRR}_A > \text{MIRR}_B$  при одинаковой цене капитала  $k = 10\%$ , поэтому по этому критерию также  $A \succ B$ .

6. Найдем учетную доходность каждого проекта по формуле (7):

$$\text{ARR}_A = \frac{(50 + 150 + 200 + 200) : 5 - (100 + 150) : 5}{(100 + 150 + 0) : 2} = 0,56;$$

$$\text{ARR}_B = \frac{(50 + 100 + 100 + 200 + 200) : 6 - (200 + 50) : 6}{(200 + 50 + 0) : 2} = 0,53,$$

т. е.  $\text{ARR}_A = 56\%$ , а  $\text{ARR}_B = 53\%$ .

$\text{ARR}_A > \text{ARR}_B$ , поэтому по этому критерию также  $A \succ B$ .

**Вывод:** По всем стандартным критериям выбора вложений капитала, т. е. NPV, PI, PP, IRR, MIRR и ARR, инновационный проект  $A$  более выгодный с финансовой точки зрения.

**Пример 2.** По инновационному проекту планируются следующие размеры и сроки инвестиций: в начале 1-го года единовременные затраты на сумму 500 млн руб., во 2-м году — равномерные расходы на общую сумму 1 000 млн руб., в конце 3-го года единовременные затраты на сумму 300 млн руб. Отдачу от проекта планируют получать в течение 15 лет: в первые 3 года после завершения строительства — по 200 млн руб. ежегодно, далее в течение 10 лет — ежегодно по 600 млн руб., а в оставшиеся 2 года — ежегодно по 300 млн руб. Доходы поступают равномерно в пределах годовых интервалов. Цена капитала проекта — 10% годовых. Найти NPV проекта и сделать вывод о его эффективности. Решить также задачу для случая, когда капитальные вложения в 1-м году составляют не 500 млн руб., а 1 700 млн руб.

**Решение.** Для наглядности представим денежные потоки по проекту на временной оси (рис. 2).

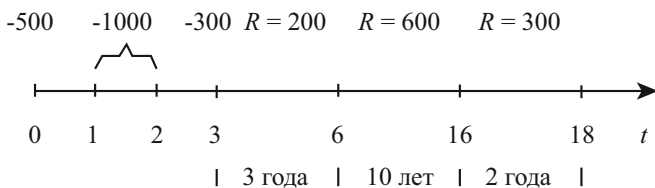


Рис. 2. Денежные потоки инновационного проекта (млн руб.)

В том случае, когда доходы или расходы происходят равномерно в пределах годовых интервалов, эти денежные потоки с незначительной долей погрешности можно отнести к серединам этих интервалов. Перейти от ренты постнумерандо (деньги в конце года) к обозначенной ренте можно с помощью множителя  $(1+k)^{\frac{1}{2}}$ . Тогда современная (приведенная) стоимость такой ренты будет вычисляться как

$$PV_{1/2} = PV_{pst}(1+k)^{\frac{1}{2}},$$

где  $PV_{pst}$  — современная стоимость ренты постнумерандо.

Кроме того, в нашем примере наблюдаются три аннуитета длительностью соответственно 3 года, 10 лет и 2 года. Напомним, что под аннуитетом в финансовых расчетах понимается рента, удовлетворяющая двум условиям: 1) денежные потоки происходят через одинаковые промежутки времени; 2) денежные потоки одинаковые по величине. В нашем примере приведенную стоимость каждого отдельного аннуитета необходимо продисконтировать к началу срока проекта соответственно за 3 года, 6 лет и 16 лет.

Саму приведенную стоимость ежегодного аннуитета постнумерандо можно найти по формуле:

$$PV_{pst} = R a_{n;k} = R \frac{1 - (1 + k)^{-n}}{k},$$

где  $R$  — ежегодный аннуитетный платеж (в руб.);

$a_{n;k}$  — дисконтный множитель ежегодного аннуитета постнумерандо со сроком  $n$  лет и ставкой  $k\%$  годовых.

Тогда NPV исследуемого проекта составит величину

$$\begin{aligned} NPV &= -500 - \frac{1\,000}{1,1^2} 1,1^{0,5} - \frac{300}{1,1^3} + \\ &+ \left[ 200 a_{3;10\%} \frac{1}{1,1^3} + 600 a_{10;10\%} \frac{1}{1,1^6} + 300 a_{2;10\%} \frac{1}{1,1^{16}} \right] 1,1^{0,5} = \\ &= -500 - \frac{1\,000}{1,1^{1,5}} - \frac{300}{1,1^3} + \\ &+ \left[ 200 \frac{1 - 1,1^{-3}}{0,1} \frac{1}{1,1^3} + 600 \frac{1 - 1,1^{-10}}{0,1} \frac{1}{1,1^6} + 300 \frac{1 - 1,1^{-2}}{0,1} \frac{1}{1,1^{16}} \right] \times \\ &\quad \times 1,1^{0,5} = 1\,101,2 \text{ (млн руб.)}. \end{aligned}$$

NPV получился больше нуля, поэтому инновационный проект выгодный.

Решая задачу для случая, когда капитальные вложения в 1-м году составляют не 500 млн руб., а 1 700 млн руб., получаем, что

$$NPV_{\text{новый}} = NPV_{\text{старый}} - 1\,200 = 1\,101,2 - 1\,200 = -98,8 \text{ (млн руб.)}.$$

Здесь уже NPV меньше нуля, поэтому инновационный проект теперь невыгодный.

**Пример 3.** Имеется инновационный проект. Единовременные капитальные вложения в него в начале срока составляют 12 млрд руб. Доход от проекта планируется получать в течение 6-ти лет по 4 млрд руб. в конце каждого года. Проект полностью финансируется за счет банковского кредита, который планируется погашать в рассрочку ежегодными платежами. Таким образом, цена капитала равна ставке по кредиту и составляет 10% годовых. (Налогам в данной задаче для простоты расчетов пренебрегаем.) Найти NPV проекта, а также составить график погашения банковского кредита и получения дохода инвестором.

**Решение.** Найдем NPV проекта, используя, как и в предыдущем примере, приведенную стоимость дохода в виде ежегодного аннуитета:

$$NPV = -1200 + 4 a_{6;10\%} = -12 + 4 \frac{1 - 1,1^{-6}}{0,1} = 5,421 \text{ (млрд руб.)}.$$

Теперь в табл. 2 составим график погашения банковского кредита и получения дохода инвестором. Используя данные таблицы, можно проще вычислить NPV проекта:

$$NPV = \frac{0,9948}{1,1^4} + \frac{4}{1,1^5} + \frac{4}{1,1^6} = 5,421 \text{ (млрд руб.)}.$$

Данный способ оправдан, поскольку в формуле (1) для NPV числитель ( $CIF_t - COF_t$ ) представляет собой не что иное как чистый доход за период  $t$ , в нашем примере за год. Поэтому, дисконтируя его по той же ставке  $k = 10\%$ , получаем такое же значение NPV проекта.

Рассмотрев классические ситуации оценки стандартных критериев выбора вложений капитала, далее акцентируем внимание на двух практических ситуациях: 1) анализ проектов с дискретными денежными потоками и 2) анализ проектов с непрерывными денежными потоками. В случае дискретных денежных потоков будут проиллюстрированы основные принципы построения системы оценки инновационных проектов. Однако случай непрерывных денежных потоков более соответствует реальной финансовой практике.

Таблица 2

**График погашения кредита и получения дохода инвестором**  
(млрд руб.)

Год	Денежный поток	Остаток задолженности	Проценты по кредиту	Погашение основного долга	Доход инвестора
0	-12	12	—	—	—
1	4	9,2	1,2	2,8	—
2	4	6,12	0,92	3,08	—
3	4	2,732	0,612	3,388	—
4	4	—	0,2732	2,732	0,9948
5	4	—	—	—	4
6	4	—	—	—	4

## 1.2. Анализ проектов с дискретными денежными потоками

**Пример 4.** Инновационный проект, требующий инвестиций в размере 160 млн руб., предполагает получение годового дохода в размере 30 млн руб. на протяжении 15 лет. Оценить целесообразность инвестиции в такой проект, если цена капитала — 15% годовых.

**Решение.** Целесообразность инвестирования в проект лучше проводить, используя набор стандартных критериев выбора вложений капитала, поскольку, во-первых, критерии могут давать противоречивые результаты в отношении альтернативных проектов и, во-вторых, каждый из критериев несет в себе дополнительную финансовую информацию о проекте.

Анализируя один проект, рассчитаем показатели NPV, PI, PP, IRR и MIRR, т. к. для отдельного проекта их есть с чем сравнивать. Критерий ARR оценивать не имеет смысла, поскольку в отсутствие альтернатив он ни с чем не сравнивается.

1. Рассчитаем NPV проекта, учитывая тот факт, что доход по нему представляет из себя ежегодный аннуитет:

$$\begin{aligned} NPV &= -160 + a_{15;15\%} = -160 + 30 \frac{1 - 1,15^{-15}}{0,15} = \\ &= -160 + 175,421 = 15,421 \text{ (млн руб.)}. \end{aligned}$$

2. Вычислим индекс доходности:

$$PI = \frac{175,421}{160} = 1,096.$$

3. Оценим дисконтный срок окупаемости методом, изложенным в примере 1:

$$\begin{aligned} NPV_{14 \text{ лет}} &= 15,421 - \frac{30}{1,15^{14}} = -1,732 \text{ (млн руб.)}; \\ PP &= 14 + \frac{1,732}{15,421} = 14,112 \text{ (года)}, \text{ т. е. } 14 \text{ лет и } 41 \text{ день}. \end{aligned}$$

4. Для того чтобы найти ставку IRR, решим уравнение:

$$160 = 30 a_{15;IRR}; \quad a_{15;IRR} = \frac{160}{30} = 5,333333.$$

По финансовым таблицам можно установить, что внутренняя доходность  $IRR \in (16\%; 18\%)$ . Тогда найдем ее методом линейной интерполяции согласно рис. 3 по формуле:

$$IRR = k_1 + \frac{a - a_1}{a_2 - a_1}(k_2 - k_1).$$

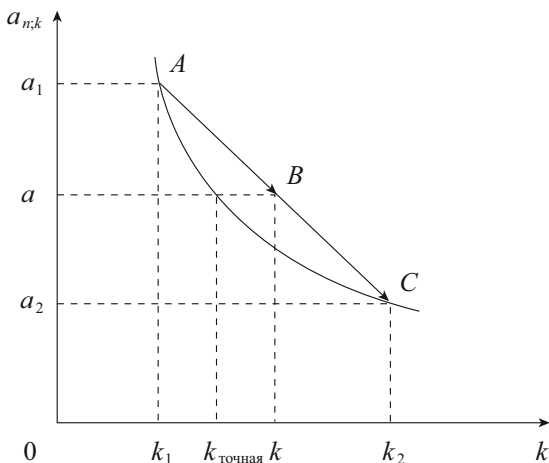


Рис. 3. График изменения дисконтного множителя  $a_{n;k}$  в зависимости от ставки  $k$

В результате получим:

$$a_{15;16\%} = \frac{1 - 1,16^{-15}}{0,16} = 5,575456; \quad a_{15;18\%} = \frac{1 - 1,18^{-15}}{0,18} = 5,091578;$$

$$IRR = 0,16 + \frac{5,333333 - 5,575456}{5,091578 - 5,575456}(0,18 - 0,16) = 0,170008, \text{ т. е. } 17\%.$$

Проверим результат:

$$a_{15;17\%} = \frac{1 - 1,17^{-15}}{0,17} = 5,324187 \approx 5,333333.$$

5. Ставку MIRR можно найти из уравнения (6). В нашем примере в правой части уравнения в числителе дроби вычисляется будущая стоимость ежегодного аннуитета постнумерандо:

$$FV_{pst} = R s_{n;k} = R \frac{(1+k)^n - 1}{k},$$

где  $R$  — ежегодный аннуитетный платеж (в руб.);

$s_{n;k}$  — множитель наращивания ежегодного аннуитета со сроком  $n$  лет и ставкой  $k\%$  годовых.

Тогда подстановка в уравнение (6) даст

$$160 = \frac{30 s_{15;15\%}}{(1 + \text{MIRR})^{15}}; \quad \text{MIRR} = \sqrt[15]{\frac{30 s_{15;15\%}}{160}} - 1;$$

$$s_{15;15\%} = \frac{1,15^{15} - 1}{0,15} = 47,580411;$$

$$\text{MIRR} = \sqrt[15]{\frac{30 \cdot 47,580411}{160}} - 1 = 0,157076, \text{ т. е. } 15,7076\%.$$

Инновационный проект эффективен, поскольку выполняется:

$$\begin{aligned} \text{NPV} > 0; \quad \text{PI} > 1; \quad \text{PP} < 15 \text{ лет}; \\ \text{IRR} > 15\%; \quad \text{MIRR} > 15\%. \end{aligned}$$

**Пример 5.** Инновационный проект, рассчитанный на 15 лет, требует инвестиций в размере 150 млн руб. В первые 5 лет никаких поступлений не ожидается, а в последующие 10 лет ежегодный доход составит 50 млн руб. Следует ли принять этот проект, если цена капитала — 15% годовых?

**Решение.** Покажем денежные потоки проекта на временной оси (рис. 4).



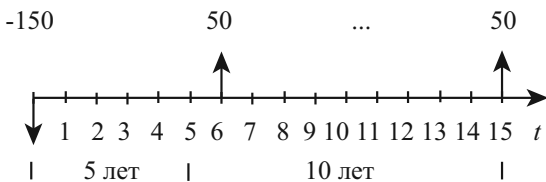


Рис. 4. Денежные потоки инновационного проекта (млн руб.)

1. Рассчитаем NPV проекта, учитывая, что приведенную стоимость аннуитетного дохода, полученную на конец 5-го года, необходимо дисконтировать в 0 за 5 лет:

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= -150 + 50 \frac{1 - 1,15^{-10}}{0,15} \frac{1}{1,15^5} = \\ &= -150 + 145,359 = -4,641 \text{ (млн руб.)}. \end{aligned}$$

2. Оценим индекс доходности:

$$\text{PI} = \frac{145,359}{150} = 0,969.$$

3. Отрицательный NPV говорит о том, что проект не окупится, поэтому рассчитывать срок окупаемости не имеет смысла.

4. По этой же причине нет смысла вычислять ставку IRR, поскольку она получится отрицательной.

5. Найдем ставку MIRR из уравнения (6):

$$\begin{aligned} 150 &= \frac{50 s_{10;15\%}}{(1 + \text{MIRR})^{15}}; & \text{MIRR} &= \sqrt[15]{\frac{50 s_{10;15\%}}{150}} - 1; \\ s_{10;15\%} &= \frac{1,15^{10} - 1}{0,15} = 20,303718; \\ \text{MIRR} &= \sqrt[15]{\frac{50 \cdot 20,303718}{150}} - 1 = 0,135962, \text{ т. е. } 13,5962\%. \end{aligned}$$



$$= -50\,000 + 67\,648,073 = 17\,648,073 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$\begin{aligned} NPV_B &= -80\,000 + \frac{140\,000}{1,05^5} = -80\,000 + 109\,693,663 = \\ &= 29\,693,663 \text{ (тыс. руб.)}. \end{aligned}$$

$$PI_A = \frac{67\,648,073}{50\,000} = 1,353; \quad PI_B = \frac{109\,693,663}{80\,000} = 1,371.$$

$$NPV_{A(4 \text{ лет})} = 17\,648,073 - \frac{15\,625}{1,05^5} = 5\,405,477 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$NPV_{A(3 \text{ лет})} = 5\,405,477 - \frac{15\,625}{1,05^4} = -7\,449,25 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$PP_A = 3 + \frac{7\,449,25}{12\,854,726} = 3,579 \text{ (года)}, \text{ т. е. 3 года и 212 дней.}$$

$$NPV_{B(4 \text{ лет})} = -80\,000 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$PP_B = 4 + \frac{80\,000}{\frac{140\,000}{1,05^5}} = 4 + \frac{80\,000}{109\,693,663} = 4,729 \text{ (года)},$$

т. е. 4 года и 267 дней.

$$50\,000 = 15\,625 a_{5;IRR_A}; \quad a_{5;IRR_A} = \frac{50\,000}{15\,625} = 3,2;$$

$$IRR_A \in (16\%; 18\%);$$

$$a_{5;16\%} = \frac{1 - 1,16^{-5}}{0,16} = 3,274294; \quad a_{5;18\%} = \frac{1 - 1,18^{-5}}{0,18} = 3,127171;$$

$$IRR_A = 0,16 + \frac{3,2 - 3,274294}{3,127171 - 3,274294}(0,18 - 0,16) = 0,171, \text{ т. е. } 17,1\%;$$

$$a_{5;17,1\%} = \frac{1 - 1,171^{-5}}{0,171} = 3,192006 \approx 3,2.$$

$$80\,000 = \frac{140\,000}{(1 + IRR_B)^5};$$

$$IRR_B = \sqrt[5]{\frac{140\,000}{80\,000}} - 1 = 0,118427, \text{ т. е. } 11,8427\%.$$

$$50\,000 = \frac{15\,625 s_{5;5\%}}{(1 + MIRR_A)^5}; \quad MIRR_A = \sqrt[5]{\frac{15\,625 s_{5;5\%}}{50\,000}} - 1;$$

$$s_{5;5\%} = \frac{1,05^5 - 1}{0,05} = 5,525631;$$

$$\text{MIRR}_A = \sqrt[5]{\frac{15\,625 \cdot 5,525631}{50\,000}} - 1 = 0,11544, \text{ т. е. } 11,544\%.$$

$$80\,000 = \frac{140\,000}{(1 + \text{MIRR}_B)^5}; \quad \text{MIRR}_B = 11,8427\%.$$

$$\text{ARR}_A = \frac{15\,625 - 50\,000 : 5}{50\,000 : 2} = 0,225, \text{ т. е. } 22,5\%;$$

$$\text{ARR}_B = \frac{(140\,000 - 80\,000) : 5}{80\,000 : 2} = 0,3, \text{ т. е. } 30\%.$$

В результате получено, что

$$\begin{aligned} \text{NPV}_B > \text{NPV}_A; \quad \text{PI}_B > \text{PI}_A; \quad \text{PP}_A < \text{PP}_B; \\ \text{IRR}_A > \text{IRR}_B; \quad \text{MIRR}_B > \text{MIRR}_A; \quad \text{ARR}_B > \text{ARR}_A. \end{aligned}$$

В данном случае как раз наблюдаются противоречия результатов анализа, о которых упоминалось в примере 4. Позже во 2-й главе будут проиллюстрированы два способа разрешения подобных противоречий. На данном этапе в рассматриваемом примере будем утверждать, что больше всего следует доверять критериям NPV и MIRR, т. к. NPV показывает, насколько реально увеличится благосостояние инвесторов в результате реализации проекта, а MIRR учитывает возможности мгновенного реинвестирования доходов, полученных от проекта, и позволяет разрешить проблему множественности значений IRR. Поэтому по этим критериям принимаем решение, что  $B \succ A$ .

2. Произведем расчеты для случая  $k = 10\%$ .

$$\begin{aligned} \text{NPV}_A &= -50\,000 + 15\,625 \frac{1 - 1,1^{-5}}{0,1} = -50\,000 + 59\,231,043 = \\ &= 9\,231,043 \text{ (тыс. руб.);} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NPV}_B &= -80\,000 + \frac{140\,000}{1,1^5} = -80\,000 + 86\,928,985 = \\ &= 6\,928,985 \text{ (тыс. руб.).} \end{aligned}$$

$$\text{PI}_A = \frac{59\,231,043}{50\,000} = 1,185; \quad \text{PI}_B = \frac{86\,928,985}{80\,000} = 1,087.$$

$$NPV_{A(4 \text{ лет})} = 9\,231,043 - \frac{15\,625}{1,1^5} = -470,853 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$PP_A = 4 + \frac{470,853}{9\,701,896} = 4,049 \text{ (года)}, \text{ т. е. 4 года и 18 дней.}$$

$$NPV_{B(4 \text{ лет})} = -80\,000 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$PP_B = 4 + \frac{80\,000}{140\,000} = 4 + \frac{80\,000}{86\,928,985} = 4,920291 \text{ (года)},$$

т. е. 4 года и 336 дней.

$$IRR_A = 17,1\%; \quad IRR_B = 11,8427\%.$$

$$MIRR_A = \sqrt[5]{\frac{15\,625 s_{5;10\%}}{50\,000}} - 1; \quad s_{5;10\%} = \frac{1,1^5 - 1}{0,1} = 6,1051;$$

$$MIRR_A = \sqrt[5]{\frac{15\,625 \cdot 6,1051}{50\,000}} - 1 = 0,137912, \text{ т. е. } 13,7912\%.$$

$$MIRR_B = 11,8427\%.$$

$$ARR_A = 22,5\%; \quad ARR_B = 30\%.$$

В результате получено, что

$$\begin{aligned} NPV_A &> NPV_B; & PI_A &> PI_B; & PP_A &< PP_B; \\ IRR_A &> IRR_B; & MIRR_A &> MIRR_B; & ARR_B &> ARR_A. \end{aligned}$$

То есть почти по всем критериям, за исключением  $ARR$ ,  $A \succ B$ .

3. Найдем точку Фишера, т. е. ставку дисконта (цену капитала), при которой  $NPV$  проектов одинаковы. Для этого составим сначала приростный денежный поток ( $\Delta CF_t = \Delta CF_{Bt} - \Delta CF_{At}$ ) в табл. 4. Проиллюстрируем его также на рис. 6. Методом линейной интерполяции найдем его ставку  $IRR$ .

Первая итерация:

$$\begin{aligned} NPV_{\Delta CF_t(10\%)} &= -30\,000 - 15\,625 \frac{1 - 1,1^{-4}}{0,1} + \frac{124\,375}{1,1^5} = \\ &= -2\,302,058 \text{ (тыс. руб.)}; \end{aligned}$$

$$NPV_{\Delta CF_t(8\%)} = -30\,000 - 15\,625 \frac{1 - 1,08^{-4}}{0,08} + \frac{124\,375}{1,08^5} =$$

$$= 2\,895,553 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$\text{IRR}_{\Delta\text{CF}_t} = k_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2}(k_2 - k_1) =$$

$$= 0,08 + \frac{2\,895,553}{2\,895,553 + 2\,302,058}(0,1 - 0,08) = 0,091142, \text{ т. е. } 9,1142\%.$$

Таблица 4

**Приростный денежный поток  
 $\Delta\text{CF}_t$  (тыс. руб.)**

	Год 0	Год 1	Год 2
$\Delta\text{CF}_t$	-30 000	-15 625	-15 625
	Год 3	Год 4	Год 5
$\Delta\text{CF}_t$	-15 625	-15 625	124 375

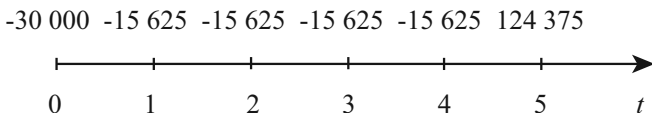


Рис. 6. Приростный денежный поток  $\Delta\text{CF}_t$  (тыс. руб.)

Проверка:

$$\text{NPV}_{\Delta\text{CF}_t(9,1142\%)} = -30\,000 - 15\,625 \frac{1 - 1,091142^{-4}}{0,091142} + \frac{124\,375}{1,091142^5} =$$

$$= -80,909 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Проверка не дала результата  $\text{NPV} \approx 0$ , поэтому уточним ставку на второй итерации:

$$\text{NPV}_{\Delta\text{CF}_t(9\%)} = -30\,000 - 15\,625 \frac{1 - 1,09^{-4}}{0,09} + \frac{124\,375}{1,09^5} =$$

$$= 214,593 \text{ (тыс. руб.)};$$