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

Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности

Практикум

bhv

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 $60\times84^1/_{16}$. 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

Оглавление

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:

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CIF}_t - \mathrm{COF}_t}{(1+k)^t}, \tag{1}$$

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:

$$\mathrm{PI} = \frac{\mathrm{PV}_{\text{доходов}}}{\mathrm{PV}_{\text{инвестиций}}} = \frac{\sum\limits_{t=0}^{n} \dfrac{\mathrm{CIF}_t}{(1+k)^t}}{\sum\limits_{t=0}^{n} \dfrac{\mathrm{COF}_t}{(1+k)^t}}. \tag{2}$$

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 уравновешивает приведенные стоимости ожидаемых поступлений и инвестиций по проекту, т. е. когда NPV = 0:

$$\mathrm{PV}_{\text{доходов}} = \mathrm{PV}_{\text{инвестиций}}; \tag{3}$$

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CIF}_t - \mathrm{COF}_t}{(1+\mathrm{IRR})^t} = 0. \tag{4}$$

5. Модифицированная внутренняя доходность проекта (MIRR).

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

$$\mathrm{PV}_{\text{инвестиций}} = \mathrm{PV}_{\mathrm{TV}},$$

где терминальная стоимость проекта равна

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

Таким образом, ставка MIRR находится из уравнений:

$$\mathrm{PV}_{\text{инвестиций}} = \frac{\mathrm{TV}}{(1+\mathrm{MIRR})^n}; \tag{5}$$

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{COF}_t}{(1+k)^t} = \frac{\sum\limits_{t=0}^{n} \mathrm{CIF}_t (1+k)^{n-t}}{(1+\mathrm{MIRR})^n}. \tag{6}$$

6. Учетная доходность проекта (ARR).

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

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

где $\overline{\text{NP}}$ — 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:

$$\text{NPV} > 0; \qquad \text{PI} > 1; \qquad \text{PP} < n; \qquad \text{IRR} > k; \qquad \text{MIRR} > k.$$

2. Проект неэффективен, если:

$$\text{NPV} < 0; \qquad \text{PI} < 1; \qquad \text{PP} \not< n; \qquad \text{IRR} < k; \qquad \text{MIRR} < k.$$

П р и м е р 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 *A*	−100	−150	50	150	200	200	
Проект *B*	−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.

Р е ш е н и е

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

$$\text{NPV}_A = -\frac{100}{1{,}1} - \frac{150}{1{,}1^2} + \frac{50}{1{,}1^3} + \frac{150}{1{,}1^4} + \frac{200}{1{,}1^5} + \frac{200}{1{,}1^6} =$$

$$= -214{,}876 + 377{,}097 = 162{,}221 \text{ (млн руб.)};$$

$$\text{NPV}_B = -\frac{200}{1{,}1} - \frac{50}{1{,}1^2} + \frac{50}{1{,}1^3} + \frac{100}{1{,}1^4} + \frac{100}{1{,}1^5} + \frac{200}{1{,}1^6} + \frac{200}{1{,}1^7} =$$

$$= -223{,}14 + 383{,}486 = 160{,}346 \text{ (млн руб.)}.$$

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

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

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

$PI_A > PI_B$, 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:

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

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

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

$$\mathrm{PP}_B = 5\ \text{лет и}\ 179\ \text{дней}.$$

Выгоднее тот проект, который быстрее окупится. $\mathrm{PP}_A < \mathrm{PP}_B$, 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 $\mathrm{NPV} = 0$ 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 $\mathrm{NPV} = 0$, 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

$$\frac{k - k_1}{k_2 - k_1} = \frac{0 - \mathrm{NPV}_1}{\mathrm{NPV}_2 - \mathrm{NPV}_1},$$

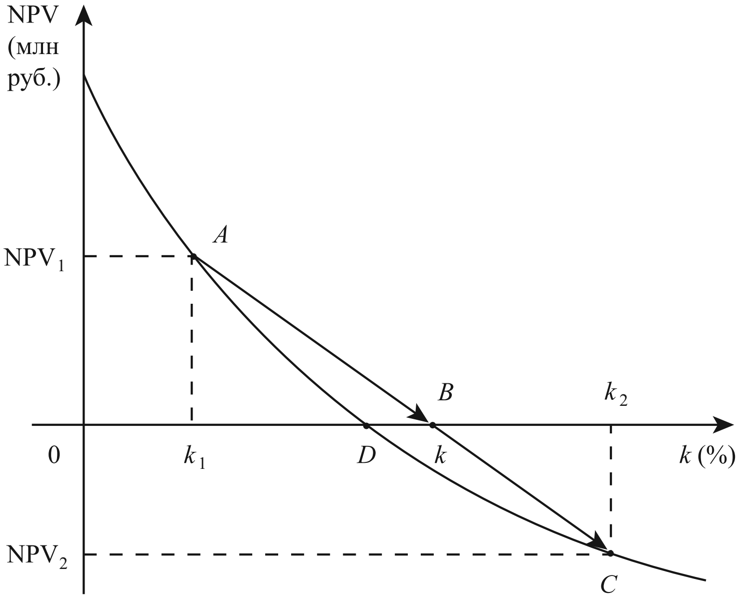

Рис. 1. NPV проекта в зависимости от ставки дисконта k

откуда после несложных преобразований получаем, что

$$k = k_1 + \frac{\mathrm{NPV}_1}{\mathrm{NPV}_1 - \mathrm{NPV}_2}(k_2 - k_1)$$

или, что то же самое,

$$\mathrm{IRR} = k_1 + \frac{\mathrm{NPV}_1}{\mathrm{NPV}_1 - \mathrm{NPV}_2}(k_2 - k_1). \tag{8}$$

Для проверки полученное значение IRR подставляется в качестве ставки дисконта в формулу (1) для NPV. Если $\mathrm{NPV} \neq 0$, то ставка IRR уточняется. Для этого сужается интервал интерполяции. Полученный $\mathrm{NPV} \neq 0$ 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:

$$\mathrm{NPV}_{A(30\%)} = -\frac{100}{1{,}3} - \frac{150}{1{,}3^2} + \frac{50}{1{,}3^3} + \frac{150}{1{,}3^4} + \frac{200}{1{,}3^5} + \frac{200}{1{,}3^6} =$$
$$= 4{,}89806 \text{ (млн руб.)};$$
$$\mathrm{NPV}_{A(35\%)} = -\frac{100}{1{,}35} - \frac{150}{1{,}35^2} + \frac{50}{1{,}35^3} + \frac{150}{1{,}35^4} + \frac{200}{1{,}35^5} + \frac{200}{1{,}35^6} =$$
$$= -13{,}254524 \text{ (млн руб.)}.$$

Тогда по формуле (8) получаем, что

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

т. е. $\mathrm{IRR}_A = 31{,}3491\%$.

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

Выполним подобные расчеты для проекта B:

$$\mathrm{NPV}_{B(25\%)} = -\frac{200}{1{,}25} - \frac{50}{1{,}25^2} + \frac{50}{1{,}25^3} + \frac{100}{1{,}25^4} + \frac{100}{1{,}25^5} + \frac{200}{1{,}25^6} + \frac{200}{1{,}25^7} =$$
$$= 1{,}69984 \text{ (млн руб.)};$$
$$\mathrm{NPV}_{B(30\%)} = -\frac{200}{1{,}3} - \frac{50}{1{,}3^2} + \frac{50}{1{,}3^3} + \frac{100}{1{,}3^4} + \frac{100}{1{,}3^5} + \frac{200}{1{,}3^6} + \frac{200}{1{,}3^7} =$$
$$= -25{,}419453 \text{ (млн руб.)};$$
$$\mathrm{IRR}_B = 0{,}25 + \frac{1{,}69984}{1{,}69984 + 25{,}419453}(0{,}3 - 0{,}25) = 0{,}253134,$$

т. е. $\mathrm{IRR}_B = 25{,}3134\%$.

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

$\mathrm{IRR}_A > \mathrm{IRR}_B$ 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 уравнять 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):

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

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

т. е. $\mathrm{MIRR}_A = 19{,}2031\%$.

Аналогично для проекта B получаем:

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

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

т. е. $\mathrm{MIRR}_B = 18{,}8471\%$.

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

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

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

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

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

$\mathrm{ARR}_A > \mathrm{ARR}_B$, 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.

П р и м е р 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.

Р е ш е н и е. Для наглядности представим денежные потоки по проекту на временной оси (рис. 2).

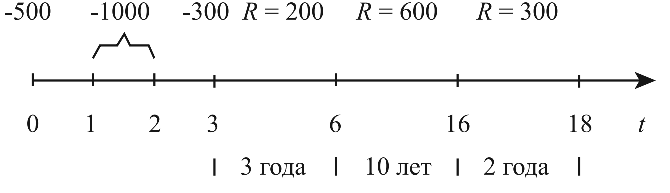

Рис. 2. Денежные потоки инновационного проекта (млн руб.)

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

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

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:

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

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

$$\mathrm{NPV} = -500 - \frac{1\,000}{1{,}1^2}\,1{,}1^{0{,}5} - \frac{300}{1{,}1^3} +$$

$$+\left[200\,a_{3;10\%}\,\frac{1}{1{,}1^3} + 600\,a_{10;10\%}\,\frac{1}{1{,}1^6} + 300\,a_{2;10\%}\,\frac{1}{1{,}1^{16}}\right]1{,}1^{0{,}5} =$$

$$= -500 - \frac{1\,000}{1{,}1^{1{,}5}} - \frac{300}{1{,}1^3} +$$

$$+\left[200\,\frac{1-1{,}1^{-3}}{0{,}1}\,\frac{1}{1{,}1^3} + 600\,\frac{1-1{,}1^{-10}}{0{,}1}\,\frac{1}{1{,}1^6} + 300\,\frac{1-1{,}1^{-2}}{0{,}1}\,\frac{1}{1{,}1^{16}}\right]\times$$

$$\times\, 1{,}1^{0{,}5} = 1\,101{,}2 \text{ (млн руб.)}.$$

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

$$\mathrm{NPV}_{\text{новый}} = \mathrm{NPV}_{\text{старый}} - 1\,200 = 1101{,}2 - 1\,200 = -98{,}8 \text{ (млн руб.)}.$$

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

П р и м е р 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. (Налогами в данной задаче для простоты расчетов пренебрегаем.) Найти NPV проекта, а также составить график погашения банковского кредита и получения дохода инвестором.

Р е ш е н и е. Найдем NPV проекта, используя, как и в предыдущем примере, приведенную стоимость дохода в виде ежегодного аннуитета:

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

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

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

Данный способ оправдан, поскольку в формуле (1) для NPV числитель $(\mathrm{CIF}_t - \mathrm{COF}_t)$ 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

П р и м е р 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.

Р е ш е н и е. 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:

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

2. Вычислим индекс доходности:

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

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

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

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

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

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

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

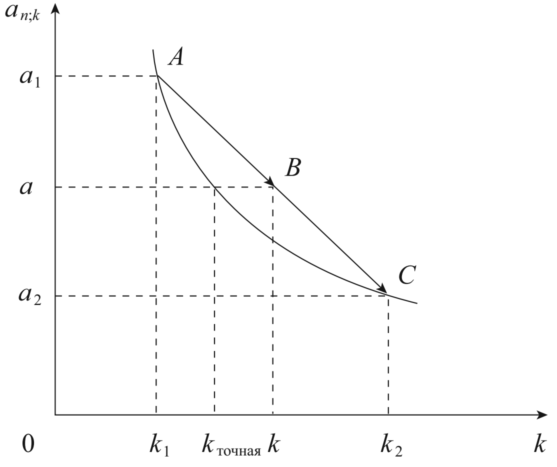

Рис. 3. График изменения дисконтного множителя $a_{n;k}$ в зависимости от ставки k

В результате получим:

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

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

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:

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

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

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

Тогда подстановка в уравнение (6) даст

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

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

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

Инновационный проект эффективен, поскольку выполняется:

$$\mathrm{NPV} > 0; \qquad \mathrm{PI} > 1; \qquad \mathrm{PP} < 15 \text{ лет};$$
$$\mathrm{IRR} > 15\%; \qquad \mathrm{MIRR} > 15\%.$$

П р и м е р 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?

Р е ш е н и е. Покажем денежные потоки проекта на временной оси (рис. 4).

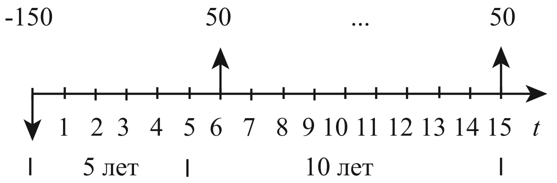

Рис. 4. Денежные потоки инновационного проекта (млн руб.)

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

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

2. Оценим индекс доходности:

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

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):

$$150 = \frac{50\, s_{10;15\%}}{(1+\mathrm{MIRR})^{15}}; \qquad \mathrm{MIRR} = \sqrt[15]{\frac{50\, s_{10;15\%}}{150}} - 1;$$

$$s_{10;15\%} = \frac{1{,}15^{10} - 1}{0{,}15} = 20{,}303718;$$

$$\mathrm{MIRR} = \sqrt[15]{\frac{50 \cdot 20{,}303718}{150}} - 1 = 0{,}135962, \text{ т. е. } 13{,}5962\%.$$

Инновационный проект неэффективен, поскольку выполняется:

$$\text{NPV} < 0; \qquad \text{PI} < 1; \qquad \text{PP} \not< 15 \text{ лет};$$
$$\text{IRR} < 15\%; \qquad \text{MIRR} < 15\%.$$

П р и м е р 6. Рассматриваются два альтернативных проекта, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Денежные потоки инновационных проектов (тыс. руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*
Проект A	−50 000	15 625	15 625	15 625	15 625	15 625
Проект B	−80 000	—	—	—	—	140 000

Сделать выбор одного из проектов при $k = 5\%$ и при $k = 10\%$. Найти точку Фишера.

Р е ш е н и е. Покажем денежные потоки проектов на временной оси (рис. 5). Сверху на рисунке отражены потоки проекта A, а снизу — проекта B.

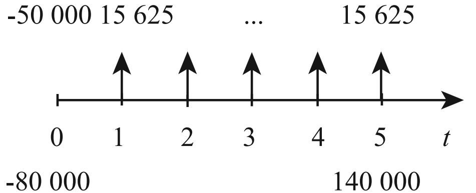

Рис. 5. Денежные потоки инновационных проектов (тыс. руб.)

Выбор оптимального проекта будем проводить по всему набору шести стандартных критериев, т. е. NPV, PI, PP, IRR, MIRR, ARR.

1. Произведем расчеты для случая $k = 5\%$.

$$\text{NPV}_A = -50\,000 + 15\,625\, a_{5;5\%} = -50\,000 + 15\,625\, \frac{1 - 1{,}05^{-5}}{0{,}05} =$$

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

$$\mathrm{NPV}_B = -80\,000 + \frac{140\,000}{1{,}05^5} = -80\,000 + 109\,693{,}663 =$$

$$= 29\,693{,}663 \text{ (тыс. руб.)}.$$

$$\mathrm{PI}_A = \frac{67\,648{,}073}{50\,000} = 1{,}353; \qquad \mathrm{PI}_B = \frac{109\,693{,}663}{80\,000} = 1{,}371.$$

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

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

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

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

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

т. е. 4 года и 267 дней.

$$50\,000 = 15\,625\, a_{5;\mathrm{IRR}_A}; \qquad a_{5;\mathrm{IRR}_A} = \frac{50\,000}{15\,625} = 3{,}2;$$

$$\mathrm{IRR}_A \in (16\%; 18\%);$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате получено, что

$$\mathrm{NPV}_B > \mathrm{NPV}_A; \qquad \mathrm{PI}_B > \mathrm{PI}_A; \qquad \mathrm{PP}_A < \mathrm{PP}_B;$$
$$\mathrm{IRR}_A > \mathrm{IRR}_B; \qquad \mathrm{MIRR}_B > \mathrm{MIRR}_A; \qquad \mathrm{ARR}_B > \mathrm{ARR}_A.$$

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 возможной множественности значений IRR. Поэтому по этим критериям принимаем решение, что $B \succ A$.

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

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

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

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

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

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

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

$$\mathrm{PP}_B = 4 + \frac{80\,000}{\dfrac{140\,000}{1{,}1^5}} = 4 + \frac{80\,000}{86\,928{,}985} = 4{,}920291 \text{ (года),}$$

т. е. 4 года и 336 дней.

$$\mathrm{IRR}_A = 17{,}1\%; \qquad \mathrm{IRR}_B = 11{,}8427\%.$$

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

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

$$\mathrm{MIRR}_B = 11,8427\%.$$

$$\mathrm{ARR}_A = 22,5\%; \qquad \mathrm{ARR}_B = 30\%.$$

В результате получено, что

$$\mathrm{NPV}_A > \mathrm{NPV}_B; \qquad \mathrm{PI}_A > \mathrm{PI}_B; \qquad \mathrm{PP}_A < \mathrm{PP}_B;$$
$$\mathrm{IRR}_A > \mathrm{IRR}_B; \qquad \mathrm{MIRR}_A > \mathrm{MIRR}_B; \qquad \mathrm{ARR}_B > \mathrm{ARR}_A.$$

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 ($\Delta\mathrm{CF}_t = \Delta\mathrm{CF}_{Bt} - \Delta\mathrm{CF}_{At}$) в табл. 4. Проиллюстрируем его также на рис. 6. Методом линейной интерполяции найдем его ставку IRR.

Первая итерация:

$$\mathrm{NPV}_{\Delta\mathrm{CF}_t(10\%)} = -30\,000 - 15\,625\,\frac{1 - 1{,}1^{-4}}{0{,}1} + \frac{124\,375}{1{,}1^5} =$$
$$= -2\,302{,}058 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$\mathrm{NPV}_{\Delta\mathrm{CF}_t(8\%)} = -30\,000 - 15\,625\,\frac{1 - 1{,}08^{-4}}{0{,}08} + \frac{124\,375}{1{,}08^5} =$$

$$= 2\,895{,}553 \text{ (тыс. руб.)};$$

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

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

Таблица 4

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

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

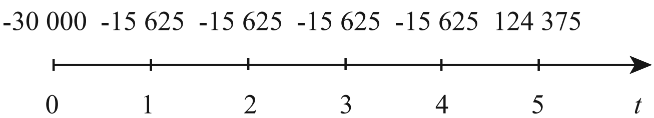

Рис. 6. Приростный денежный поток $\Delta \mathrm{CF}_t$ (тыс. руб.)

Проверка:

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

$$= -80{,}909 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Проверка не дала результата NPV ≈ 0, поэтому уточним ставку на второй итерации:

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

$$= 214{,}593 \text{ (тыс. руб.)};$$

$$\mathrm{IRR}_{\Delta \mathrm{CF}_t} = 0{,}09 + \frac{214{,}593}{214{,}593 + 80{,}909}(0{,}091142 - 0{,}09) = 0{,}090829,$$

т. е. 9,0829%.

Проверка:

$$\mathrm{NPV}_{\Delta \mathrm{CF}_t(9{,}0829\%)} = -30\,000 - 15\,625\,\frac{1 - 1{,}090829^{-4}}{0{,}090829} + \frac{124\,375}{1{,}090829^5} =$$
$$= -0{,}129624 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Получили NPV ≈ 0, следовательно, точка Фишера — это дисконтная ставка $k = 9{,}0829\%$.

П р и м е р 7. Рассматриваются два альтернативных инновационных проекта (табл. 5).

Таблица 5

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*
Проект A	-100	90	45	9
Проект B	-100	10	50	100

Требуется: а) найти точку Фишера; б) сделать выбор проекта при $k = 8\%$ и при $k = 15\%$.

Р е ш е н и е. Составим сначала приростный денежный поток $\Delta\mathrm{CF}_t = \Delta\mathrm{CF}_{Bt} - \Delta\mathrm{CF}_{At}$. Начиная с 1-го года, он составит по годам величины $(-80; 5; 91)$. Тогда найдем его ставку IRR:

$$80 = \frac{5}{1 + \mathrm{IRR}} + \frac{91}{(1 + \mathrm{IRR})^2}; \qquad 80 \cdot \mathrm{IRR}^2 + 155 \cdot \mathrm{IRR} - 16 = 0;$$
$$\mathrm{IRR}_{1,2} = \frac{-155 \pm 170{,}719}{160}; \qquad \mathrm{IRR}_{\Delta \mathrm{CF}_t} = 9{,}8244\%.$$

Проверка:

$$\mathrm{NPV}_{\Delta \mathrm{CF}_t(9{,}8244\%)} = -80 + \frac{5}{1{,}098244} + \frac{91}{1{,}098244^2} =$$
$$= -0{,}000024 \text{ (млн руб.)}.$$

Теперь для того, чтобы выбрать оптимальный проект при ставках $k = 8\%$ и $k = 15\%$, достаточно схематично построить графики NPV проектов (рис. 7). При этом NPV каждого проекта при ставке $k = 0\%$ получается простым суммированием его денежных потоков из табл. 4. А поскольку оба проекта ординарные, графики их NPV пересекаются только в одной точке, которую мы нашли.

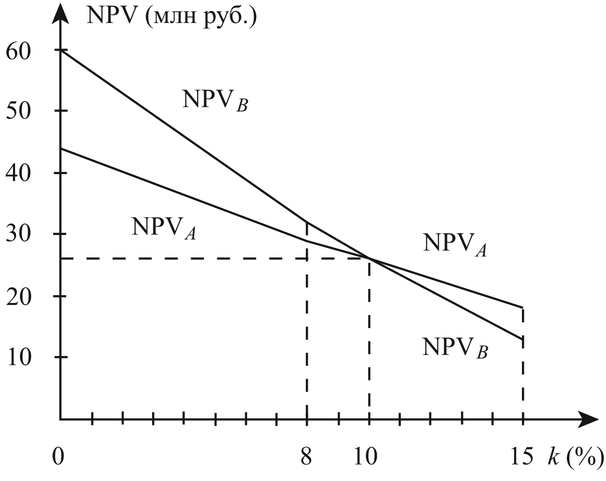

Рис. 7. Графики NPV проектов

На рис. 7 нетрудно заметить, что
при $k = 8\%$: $\text{NPV}_B > \text{NPV}_A$ и поэтому $B \succ A$;
при $k = 15\%$: $\text{NPV}_A > \text{NPV}_B$ и поэтому $A \succ B$.

П р и м е р 8. Вычислить NPV, IRR и MIRR инновационного проекта с денежным потоком по годам $(-1; 8; -14; 7)$. Цена капитала равна 10% годовых. Сделать вывод об эффективности проекта.

Р е ш е н и е
1. Рассчитаем NPV проекта:

$$\text{NPV} = -1 + \frac{8}{1{,}1} - \frac{14}{1{,}1^2} + \frac{7}{1{,}1^3} = -0{,}038317.$$

2. Найдем IRR проекта:

$$1 = \frac{8}{1+\mathrm{IRR}} - \frac{14}{(1+\mathrm{IRR})^2} + \frac{7}{(1+\mathrm{IRR})^3};$$

$$(1+\mathrm{IRR})^3 = 8(1+\mathrm{IRR})^2 - 14(1+\mathrm{IRR}) + 7;$$

$$\mathrm{IRR}^3 - 5\cdot\mathrm{IRR} + \mathrm{IRR} = 0; \qquad \mathrm{IRR}(\mathrm{IRR}^2 - 5\cdot\mathrm{IRR} + 1) = 0;$$

$$\mathrm{IRR}_1 = 0; \qquad \mathrm{IRR}_{2,3} = \frac{5 \pm 4{,}582576}{2};$$

$$\mathrm{IRR}_2 = 20{,}87\%; \qquad \mathrm{IRR}_3 = 479{,}13\%.$$

Получили несколько значений IRR, т. к. проект неординарный.
3. Вычислим MIRR проекта:

$$1 + \frac{14}{1{,}1^2} = \frac{8\cdot 1{,}1^2 + 7}{(1+\mathrm{MIRR})^3}; \qquad 12{,}570248 = \frac{16{,}68}{(1+\mathrm{MIRR})^3};$$

$$\mathrm{MIRR} = \sqrt[3]{\frac{16{,}68}{12{,}570248}} - 1 = 0{,}098881, \text{ т. е. } 9{,}8881\%.$$

Проект неэффективен, т. к. $\mathrm{NPV} < 0$ и $\mathrm{MIRR} < 10\%$.

П р и м е р 9. Проанализировать два альтернативных инновационных проекта (табл. 6), если цена инвестированного капитала равна 10%.

Таблица 6

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*
Проект *A*	−100	120			
Проект *B*	−100	—	—	—	174

Р е ш е н и е
1. Рассчитаем NPV проектов:

$$\mathrm{NPV}_A = -100 + \frac{120}{1{,}1} = -100 + 109{,}091 = 9{,}091 \text{ (млн руб.)};$$

$$\mathrm{NPV}_B = -100 + \frac{174}{1{,}1^4} = -100 + 118{,}844 = 18{,}844 \text{ (млн руб.)}.$$

2. Вычислим индексы PI проектов:

$$\mathrm{PI}_A = \frac{109{,}091}{100} = 1{,}091; \qquad \mathrm{PI}_B = \frac{118{,}844}{100} = 1{,}188.$$

3. Найдем сроки окупаемости проектов:

$$\mathrm{PP}_A = 1 + \frac{100}{109{,}091} = 1{,}917 \text{ (года), т. е. 1 год и 335 дней;}$$
$$\mathrm{PP}_B = 3 + \frac{100}{118{,}844} = 3{,}841 \text{ (года), т. е. 3 года и 308 дней.}$$

4. Рассчитаем ставки IRR проектов:

$$100 = \frac{120}{1 + \mathrm{IRR}_A}; \qquad \mathrm{IRR}_A = \frac{120}{100} - 1 = 0{,}2, \text{ т. е. } 20\%;$$
$$100 = \frac{174}{(1 + \mathrm{IRR}_B)^4}; \quad \mathrm{IRR}_B = \sqrt[4]{\frac{174}{100}} - 1 = 0{,}148517, \text{ т. е. } 14{,}8517\%.$$

5. Вычислим ставки MIRR проектов:

$$100 = \frac{120 \cdot 1{,}1^3}{(1 + \mathrm{MIRR}_A)^4};$$
$$\mathrm{MIRR}_A = \sqrt[4]{\frac{120 \cdot 1{,}1^3}{100}} - 1 = 0{,}12419, \text{ т. е. } 12{,}419\%;$$
$$\mathrm{MIRR}_B = 14{,}8517\%.$$

6. Найдем ставки ARR проектов:

$$\mathrm{ARR}_A = \frac{120 - 100}{100 : 2} = 0{,}4, \text{ т. е. } 40\%;$$
$$\mathrm{ARR}_B = \frac{(174 - 100) : 4}{100 : 2} = 0{,}37, \text{ т. е. } 37\%.$$

В результате получили, что

$$\mathrm{NPV}_B > \mathrm{NPV}_A; \qquad \mathrm{PI}_B > \mathrm{PI}_A; \qquad \mathrm{PP}_A < \mathrm{PP}_B;$$
$$\mathrm{IRR}_A > \mathrm{IRR}_B; \qquad \mathrm{MIRR}_B > \mathrm{MIRR}_A; \qquad \mathrm{ARR}_A > \mathrm{ARR}_B.$$

Следовательно, большинство критериев, включая NPV и MIRR, свидетельствуют о том, что $B \succ A$.

Однако анализируемые проекты серьезно различаются по срокам, поэтому необходимо провести их дальнейшее исследование, которое позволит принять более обоснованное решение о выборе оптимального проекта. Для решения этой проблемы наиболее целесообразно использовать метод цепного повтора проектов, который применяется в случае, когда проекты можно периодически повторять.

Идея первого способа расчета методом цепного повтора представлена на рис. 8. Здесь мы периодически повторяем денежные потоки короткого проекта A, каждый раз запуская его снова, пока не закончится срок длительного проекта B. Эти денежные потоки показаны выше временной оси. Итоговый денежный поток, который получается в этом случае, показан ниже временной оси.

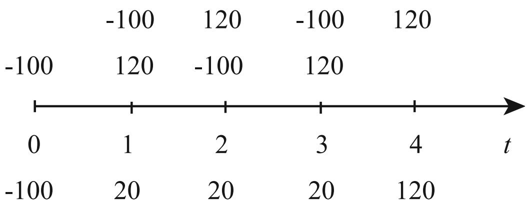

Рис. 8. Первый способ расчета методом цепного повтора

Тогда NPV повторяющегося проекта A за 4 года составит

$$\mathrm{NPV}_{\sum A} = -100 + 20\,\frac{1 - 1{,}1^{-3}}{0{,}1} + \frac{120}{1{,}1^4} = 31{,}699 \text{ (млн руб.)}.$$

Это больше $\mathrm{NPV}_B = 18{,}844$ млн руб., поэтому $A \succ B$.

Второй способ расчета методом цепного повтора заключается в том, что дисконтируются NPV короткого проекта A, который периодически запускается по описанной выше схеме (рис. 9). Затем полученные результаты суммируются.

Чтобы вычислить современную стоимость такого денежного потока, используем формулу современной стоимости ежегодного аннуитета пренумерандо (деньги в начале года):

$$\mathrm{PV}_{pre} = R\,\ddot{a}_{n;k} = R\frac{1-(1+k)^{-n}}{k}(1+k),$$

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

$\ddot{a}_{n;k}$ — дисконтный множитель ежегодного аннуитета пренумерандо со сроком n лет и ставкой k% годовых.

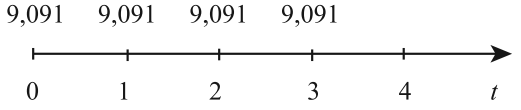

Рис. 9. Второй способ расчета методом цепного повтора

Тогда NPV повторяющегося проекта A за 4 года составит

$$\mathrm{NPV}_{\sum A} = 9{,}091\,\ddot{a}_{3;10\%} = 9{,}091\,\frac{1-1{,}1^{-4}}{0{,}1}\,1{,}1 = 31{,}699 \text{ (млн руб.)}.$$

Получили тот же результат, что и первым способом расчета.

Вывод: Если считать проекты повторяющимися, то для инвестора предпочтительнее проект A.

П р и м е р 10. Предприятие рассматривает целесообразность приобретения новой технологической линии. На рынке имеются две модели с параметрами, представленными в табл. 7.

Таблица 7

Параметры технологических линий

	Линия A	*Линия B*
Цена (тыс. руб.)	9 500	13 000
Генерируемый годовой доход (тыс. руб.)	2 100	2 250
Срок эксплуатации (лет)	8	12
Ликвидационная стоимость (тыс. руб.)	500	800
Требуемая норма прибыли (%)	11	11

Обосновать целесообразность приобретения той или иной технологической линии.

Р е ш е н и е. Приобретение линии A назовем проектом A, а приобретение линии B — проектом B. Тогда оценим NPV проектов:

$$\mathrm{NPV}_A = -9\,500 + 2\,100\,\frac{1-1{,}11^{-8}}{0{,}11} + \frac{500}{1{,}11^{8}} = 1\,523{,}821 \text{ (тыс. руб.);}$$

$$\mathrm{NPV}_B = -13\,000 + 2\,250\,\frac{1-1{,}11^{-12}}{0{,}11} + \frac{800}{1{,}11^{12}} = 1\,836{,}474 \text{ (тыс. руб.).}$$

$\mathrm{NPV}_B > \mathrm{NPV}_A$, поэтому $B \succ A$. Однако проекты серьезно различаются по срокам. По этой причине для анализа проектов необходимо применить метод цепного повтора. Проект A можно повторять каждые 8 лет, а проект B — каждые 12 лет. Тогда сравним их за наименьший кратный период, т. е. 24 года.

На рис. 10 покажем потоки NPV проектов: выше временной оси для проекта A, а ниже — для проекта B.

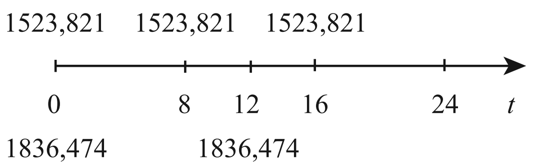

Рис. 10. Потоки NPV проектов A и B

NPV повторяющегося проекта A за 24 года составит

$$\mathrm{NPV}_{\sum A} = 1\,523{,}821 + \frac{1\,523{,}821}{1{,}11^{8}} + \frac{1\,523{,}821}{1{,}11^{16}} = 2\,471{,}971 \text{ (тыс. руб.).}$$

NPV повторяющегося проекта B за 24 года составит

$$\mathrm{NPV}_{\sum B} = 1\,836{,}474 + \frac{1\,836{,}474}{1{,}11^{12}} = 2\,361{,}413 \text{ (тыс. руб.).}$$

$\mathrm{NPV}_{\sum A} > \mathrm{NPV}_{\sum B}$, поэтому $A \succ B$. Однако и этот результат следует серьезно оспорить. Дело в том, что 24 года — слишком большой срок для того, чтобы периодически повторять приобретение одной и той же технологической линии, хотя бы и два только раза в случае с линией B. За 12 лет многие параметры технологической линии изменятся. Это прежде всего 1) цена, 2) ликвидационная стоимость и 3) требуемая норма прибыли. Кроме того, и это, пожалуй, самое главное, технологическая линия за 12 лет существенно устареет морально. Поэтому приобретать старые технологии уже не будет иметь смысла.

Решить подобную проблему можно, предположив делимость проектов. А именно, предположим делимость проекта A пополам. Это позволит сопоставить разновременные проекты за срок наибольшего из них, т. е. проекта B.

Тогда рассчитаем NPV делимого проекта A за 12 лет:

$$\mathrm{NPV}_{\sum A} = 1\,523{,}821 - \frac{9\,500}{1{,}11^8} + 2\,100\,\frac{1 - 1{,}11^{-4}}{0{,}11}\,\frac{1}{1{,}11^8} = \\ = 228{,}609 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Это меньше $\mathrm{NPV}_B = 1\,836{,}474$ тыс. руб., поэтому окончательный вывод будет таким: $B \succ A$. Это означает, что предприятию следует приобрести 2-ю модель технологической линии.

П р и м е р 11. Приведены данные о двух инновационных проектах, представленных в табл. 8.

Таблица 8

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*
Проект A	−10	5	3	2	4
Проект B	−10	2	3	5	4

1. Какой из критериев выбора вложений капитала не делает различия между этими проектами?

2. Не делая специальных расчетов, ответьте на вопросы: а) одинаковы ли IRR этих проектов или нет; б) если IRR различны, то какой проект имеет большее значение IRR и почему? Ответы обоснуйте.

Р е ш е н и е

1. Критерий ARR не делает различия между данными проектами, т. к. денежные потоки в случае расчета ARR не дисконтируются. А без учета временной стоимости сумма денежных потоков для обоих проектов одинакова.

2. $\mathrm{IRR}_A > \mathrm{IRR}_B$, т. к. по проекту 1 большая часть денег поступает в начале срока, а это всегда выгодней и доходней.

1.3. Анализ проектов с непрерывными денежными потоками

Оценивая финансовую эффективность инновационных проектов, инвестор рассчитывает прежде всего такие количественные показатели, как NPV, PI, PP, IRR и MIRR. Все они зачастую на практике оцениваются, исходя из дискретных денежных потоков, относящихся к тем или иным временным интервалам, а именно, год, квартал или месяц.

Однако известно, что инвестиции могут состоять не только из капитальных вложений, осуществляемых в начале срока проекта, но также из текущих затрат на протяжении всего проекта. При этом нередко бывает так, что текущие затраты необходимо или просто более выгодно осуществлять равномерно, например, каждый день. Примером тому является обычное капитальное строительство.

С другой стороны, выручка от осуществления инновационного проекта может поступать на расчетный счет предприятия также более или менее равномерно, что, естественно, не является редкостью, учитывая практику бухгалтерского учета.

Исходя из таких предпосылок, становится важным оценивать непрерывные денежные потоки инвестиционных проектов.

В общем виде непрерывные денежные потоки можно подразделить на три группы (рис. 11). Рассмотрим подробнее каждый из обозначенных случаев.

Постоянные во времени непрерывные денежные потоки. Принимая во внимание тот факт, что оценка инвестиций на практике чаще всего производится на начало срока осуществления проекта, будем искать приведенную стоимость денежного потока (PV).

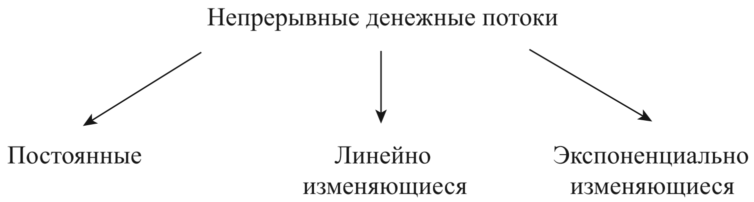

Рис. 11. Виды непрерывных денежных потоков

Если за i обозначить дискретную годовую ставку дисконта, за t — соответствующий год, а за n — общее количество лет проекта, тогда дисконтный множитель для непрерывных денежных потоков ($\tilde{a}_{n;i}$) можно найти по формуле

$$\int\limits_0^n \frac{dt}{(1+i)^t} = \int\limits_0^n (1+i)^{-t}\,dt = \frac{(1+i)^{-t}}{-\ln(1+i)}\bigg|_0^n = \frac{(1+i)^{-t}}{\ln(1+i)}\bigg|_n^0 =$$

$$= \frac{1-(1+i)^{-n}}{\ln(1+i)} = \tilde{a}_{n;i}.$$

Переходя в последнем равенстве от дискретных годовых процентов i к непрерывным годовым процентам по ставке δ, называемой силой роста, и учитывая в расчетах их эквивалентность, т. е. $\mathrm{e}^{\delta} = 1+i$, получаем, что $\delta = \ln(1+i)$, а дисконтный множитель $\tilde{a}_{n;i}$ превратится в множитель

$$\tilde{a}_{n;\delta} = \frac{1-\mathrm{e}^{-\delta n}}{\delta}.$$

Тогда современную (приведенную) стоимость постоянного непрерывного денежного потока можно найти по формуле

$$\mathrm{PV} = R\,\tilde{a}_{n;\delta}.$$

П р и м е р 12. Определить доходную часть NPV инновационного проекта, по которому ожидаются ежегодные поступления по 100 млн руб. в течение 10 лет. Поступления в пределах каждого года постоянны и непрерывны. Дискретная ставка дисконта — 10% годовых.

Р е ш е н и е. Доходная часть NPV проекта составит величину

$$\mathrm{PV} = 100 \cdot \tilde{a}_{10;10\%} = 100\,\frac{1 - 1{,}^{-10}}{\ln 1{,}1} = 644{,}692 \text{ (млн руб.)}.$$

Если решить задачу приближенным методом, как в параграфе 1.1, т. е. отнести ежегодные платежи к серединам годовых интервалов, то доходная часть NPV проекта будет равна

$$\mathrm{PV}_{1/2} = 100 \cdot \tilde{a}_{10;10\%} \cdot 1{,}1^{\frac{1}{2}} = 100\,\frac{1 - 1{,}^{-10}}{0{,}1}\,1{,}1^{\frac{1}{2}} = 644{,}478 \text{ (млн руб.)}.$$

Нетрудно заметить, что погрешность данного способа расчета незначительная.

Оценим, какова будет погрешность вычислений, если все денежные потоки сложить и отнести к середине общего срока проекта, т. е. к концу 5-го года:

$$\mathrm{PV} = \frac{1\,000}{1{,}1^5} = 620{,}921 \text{ (млн руб.)}.$$

Ошибка, как видим, существенна, поэтому данный способ расчета на практике применять нельзя.

Линейно изменяющиеся во времени непрерывные денежные потоки. Обозначим за R_t денежный поток в момент времени t. Тогда линейно изменяющийся непрерывный денежный поток можно проиллюстрировать на рис. 12.

Из рис. 12 следуют соотношения:

$$R_n = R_0 + \Delta R; \qquad R_t = R_0 + \frac{R_n - R_0}{n}\,t.$$

Известно, что приведенная стоимость непрерывного денежного потока в случае непрерывных процентов рассчитывается по формуле

$$\mathrm{PV} = \int_0^n R_t \mathrm{e}^{-\delta t} dt. \tag{9}$$

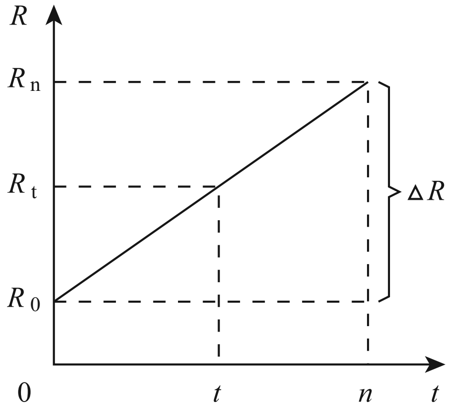

Рис. 12. Линейно изменяющийся непрерывный денежный поток

Подставляя в нее выражение для R_t, получаем, что

$$\mathrm{PV} = R_0 \int_0^n \mathrm{e}^{-\delta t} dt + \frac{R_n - R_0}{n} \int_0^n t\mathrm{e}^{-\delta t} dt.$$

Посчитаем отдельно оба интеграла в последнем соотношении.

$$\int_0^n \mathrm{e}^{-\delta t} dt = \left.\frac{\mathrm{e}^{-\delta t}}{-\delta}\right|_0^n = \frac{\mathrm{e}^{-\delta n} - 1}{-\delta} = \frac{1 - \mathrm{e}^{-\delta n}}{\delta}.$$

$$\int_0^n t\mathrm{e}^{-\delta t} dt = \begin{bmatrix} u = t, & du = dt \\ dv = \mathrm{e}^{-\delta t} dt, & v = \dfrac{\mathrm{e}^{-\delta t}}{-\delta} \end{bmatrix} = \left.\frac{t\mathrm{e}^{-\delta t}}{-\delta}\right|_0^n + \frac{1}{\delta} \int_0^n \mathrm{e}^{-\delta t} dt =$$

$$= \frac{n\mathrm{e}^{-\delta n}}{-\delta} - \left.\frac{\mathrm{e}^{-\delta t}}{\delta^2}\right|_0^n = \frac{n\mathrm{e}^{-\delta n}}{-\delta} - \frac{\mathrm{e}^{-\delta n} - 1}{\delta^2} = \frac{1}{\delta}\left(\frac{1 - \mathrm{e}^{-\delta n}}{\delta} - n\mathrm{e}^{-\delta n}\right).$$

С учетом этих результатов получаем, что

$$\mathrm{PV} = R_0 \frac{1 - \mathrm{e}^{-\delta n}}{\delta} + \frac{R_n - R_0}{n\delta}\left(\frac{1 - \mathrm{e}^{-\delta n}}{\delta} - n\mathrm{e}^{-\delta n}\right) =$$

$$= R_0\, \tilde{a}_{n;\delta} + \frac{R_n - R_0}{n\delta} \left(\tilde{a}_{n;\delta} - n\mathrm{e}^{-\delta n} \right).$$

Для дискретной ставки дисконта эта формула запишется в виде

$$\mathrm{PV} = R_0\, \tilde{a}_{n;i} + \frac{R_n - R_0}{n \ln(1+i)} \left(\tilde{a}_{n;i} - n(1+i)^{-n} \right). \tag{10}$$

П р и м е р 13. Найти современную стоимость ожидаемого потока доходов инновационного проекта. Поток доходов состоит из трех периодов. В первом периоде длительностью 3 года отдача от проекта ежегодно увеличивается на 100 млн руб., причем в 1-м году (уровень на начало года) доход равен 200 млн руб. Во втором периоде длительностью 10 лет доход стабилен — ежегодно по 600 млн руб. В третьем периоде длительностью 3 года доход ежегодно уменьшается на 200 млн руб. Во всех периодах доход поступает непрерывно. Дискретная ставка дисконта — 10% годовых.

Р е ш е н и е. Покажем потоки доходов инновационного проекта на временной оси (рис. 13). Как видно из рисунка, в данном примере наблюдаются: 1) линейно изменяющийся непрерывный поток, 2) постоянный непрерывный поток и 3) еще один линейно изменяющийся непрерывный поток. В первом и третьем случаях применяется формула (10), а во втором случае — формула $\mathrm{PV} = R\, \tilde{a}_{n;i}$.

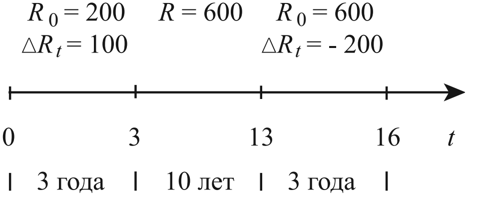

Рис. 13. Потоки доходов инновационного проекта (млн руб.)

Важно также не забывать дисконтировать полученные приведенные стоимости 2-й и 3-й рент в начало срока проекта за соответствующее число лет, после чего полученные результаты складываются.

Тогда получим искомую современную стоимость всех потоков доходов проекта.

Итак, найдем сначала современную стоимость 1-й ренты в начале срока проекта, т. е. в нуле:

$$\mathrm{PV}_0^{(1)} = 200 \cdot \tilde{a}_{3;10\%} + \frac{100}{\ln 1{,}1}(\tilde{a}_{3;10\%} - 3 \cdot 1{,}1^{-3});$$

$$\tilde{a}_{3;10\%} = \frac{1 - 1{,}1^{-3}}{\ln 1{,}1} = 2{,}60922;$$

$$\mathrm{PV}_0^{(1)} = 200 \cdot 2{,}60922 + \frac{100}{\ln 1{,}1}(2{,}60922 - 3 \cdot 1{,}1^{-3}) =$$
$$= 894{,}601 \text{ (млн руб.)}.$$

Теперь найдем современную стоимость 2-й ренты в нуле:

$$\mathrm{PV}_0^{(2)} = 600 \cdot \tilde{a}_{10;10\%} \cdot \frac{1}{1{,}1^3} = 600 \cdot \frac{1 - 1{,}1^{-10}}{\ln 1{,}1} \cdot \frac{1}{1{,}1^3} =$$
$$= 2\,906{,}198 \text{ (млн руб.)}.$$

Современная стоимость 3-й ренты в нуле составит величину

$$\mathrm{PV}_0^{(3)} = \left[600 \cdot \tilde{a}_{3;10\%} - \frac{200}{\ln 1{,}1}(\tilde{a}_{3;10\%} - 3 \cdot 1{,}1^{-3})\right] \frac{1}{1{,}1^3} =$$
$$= \left[600 \cdot 2{,}60922 - \frac{200}{\ln 1{,}1}(2{,}60922 - 3 \cdot 1{,}1^{-3})\right] \frac{1}{1{,}1^3} =$$
$$= 237{,}53 \text{ (млн руб.)}.$$

В результате современная стоимость всех 3-х потоков доходов инновационного проекта будет равна

$$\mathrm{PV}_0 = \mathrm{PV}_0^{(1)} + \mathrm{PV}_0^{(2)} + \mathrm{PV}_0^{(3)} = 894{,}601 + 2\,906{,}198 + 237{,}53 =$$
$$= 4\,038{,}329 \text{ (млн руб.)}.$$

Экспоненциально изменяющиеся во времени непрерывные денежные потоки. В этом случае денежный поток в момент времени t, как следует из рис. 14, будет вычисляться по формуле

$$R_t = R_0\,\mathrm{e}^{\beta t},$$

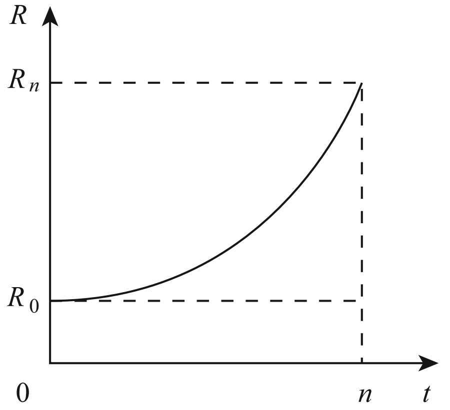

Рис. 14. Экспоненциально изменяющийся непрерывный денежный поток

где β – непрерывный темп прироста денежного потока.

Подставляя R_t в общую формулу (9) для PV, получим, что приведенная стоимость такого денежного потока составит величину

$$\mathrm{PV} = \int\limits_0^n R_0\, \mathrm{e}^{\beta t} \mathrm{e}^{-\delta t} dt = R_0 \int\limits_0^n \mathrm{e}^{(\beta-\delta)t} dt = R_0 \frac{\mathrm{e}^{(\beta-\delta)t}}{\beta-\delta}\Bigg|_0^n =$$

$$= R_0 \frac{\mathrm{e}^{(\beta-\delta)n} - 1}{\beta-\delta} = R_0\, \tilde{a}_{n;\beta-\delta}.$$

П р и м е р 14. Ожидается, что поток доходов по инновационному проекту будет непрерывен, причем поступления будут увеличиваться с ежегодным дискретным темпом прироста 10% годовых. Непрерывная ставка дисконта — 20% годовых. Найти коэффициент приведения (дисконтный множитель) для подобного рода ренты, если срок проекта составляет 5 лет.

Р е ш е н и е. Необходимо сначала от дискретного темпа прироста доходов перейти к непрерывному:

$$\beta = \ln 1{,}1.$$

Тогда коэффициент приведения ренты будет равен

$$\tilde{a}_{5;\ln 1{,}1-0{,}2} = \frac{\mathrm{e}^{(\ln 1{,}1-0{,}2)5} - 1}{\ln 1{,}1 - 0{,}2} = 3{,}892704.$$

1.4. Расчет дисконтного срока окупаемости

Полученные в предыдущем параграфе соотношения для PV во всех трех рассмотренных случаях являются полезными не только для расчета показателей NPV, PI, IRR и MIRR, но и для оценки дисконтных сроков окупаемости инновационных проектов, которые в дальнейшем для удобства математических выкладок будем обозначать как $n_{\text{ок}}$.

Срок окупаемости инновационного проекта можно найти из соотношения

$$\mathrm{PV}_{\text{инвестиций}} = \mathrm{PV}_{\text{доходов}}. \tag{11}$$

В целях упрощения рассматриваемой математической модели примем следующее допущение. Пусть во времени распределены только доходы, а изначальные капитальные вложения (K) осуществляются лишь в начале срока проекта. На практике это будет справедливым, если текущие затраты по проекту включать в величины соответствующих денежных потоков R или R_t со знаком “минус”.

Тогда для *непрерывного постоянного денежного потока* из соотношения (11) получаем, что

$$K = R\frac{1 - \mathrm{e}^{-\delta n_{\text{ок}}}}{\delta}; \qquad \mathrm{e}^{-\delta n_{\text{ок}}} = 1 - \frac{K}{R}\,\delta;$$

$$-\delta n_{\text{ок}} = \ln\left(1 - \frac{K}{R}\,\delta\right); \qquad n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left(1 - \dfrac{K}{R}\,\delta\right)}{\delta}.$$

Для *линейно изменяющегося непрерывного денежного потока* выразить $n_{\text{ок}}$ из конечной формулы для PV представляется достаточно сложным. Эту проблему на практике можно решить, используя, например, интерполяционный метод.

Для *экспоненциально изменяющегося непрерывного денежного потока* из конечной формулы для PV получаем, что

$$K = R_0 \frac{e^{(\beta-\delta)n_{\text{ок}}} - 1}{\beta - \delta}; \qquad e^{(\beta-\delta)n_{\text{ок}}} = 1 + \frac{K}{R_0}(\beta - \delta);$$

$$n_{\text{ок}} = \frac{\ln\left(1 + \dfrac{K}{R_0}(\beta - \delta)\right)}{\beta - \delta}.$$

Полученные два соотношения для сроков окупаемости проектов позволяют также достаточно быстро и эффективно сделать выводы о том, окупятся ли вообще проекты.

Так, например, для *постоянного непрерывного денежного потока* из условия неотрицательности выражения под логарифмом должно выполняться ограничение

$$1 - \frac{K}{R}\delta > 0; \qquad \frac{K}{R}\delta < 1; \qquad R > K\delta.$$

Аналогично для *экспоненциально изменяющегося непрерывного денежного потока* должно выполняться ограничение

$$1 + \frac{K}{R_0}(\beta - \delta) > 0; \qquad 1 - \frac{K}{R_0}(\delta - \beta) > 0;$$

$$\frac{K}{R_0}(\delta - \beta) < 1; \qquad R_0 > K(\delta - \beta).$$

Если соответствующее ограничение для проекта выполняется, то он окупится.

П р и м е р 15. Единовременные инвестиции в инновационный проект в начале его срока составляют 4 млрд руб. Доход ожидается на уровне 0,7 млрд руб. в год в течение 10 лет. Дискретная ставка дисконта — 10% годовых. Определить дисконтный срок окупаемости проекта при условии, что поступления дохода происходят: 1) раз в конце года; 2) равномерно в пределах года; 3) в конце каждого месяца. Какой из трех вариантов будет наиболее выгодным для инвестора?

Р е ш е н и е

1. Когда поступления дохода происходят раз в конце года, имеем ежегодный аннуитет и тогда соотношение (11) подробно можно расписать как

$$K = R\frac{1-(1+i)^{-n_{\text{ок}}}}{i},$$

откуда после несложных преобразований получаем формулу

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left(1-\dfrac{K}{R}\,i\right)}{\ln(1+i)}. \tag{12}$$

Подставляя в нее данные задачи, получаем, что

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left(1-\dfrac{4}{0{,}7}\,0{,}1\right)}{\ln 1{,}1} = 8{,}89 \text{ (года)}.$$

2. Если поступления дохода происходят равномерно в пределах года, имеем непрерывный постоянный денежный поток и тогда используем формулу

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left(1-\dfrac{K}{R}\,\delta\right)}{\delta}.$$

Подставляя в нее данные задачи, получаем, что

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left(1-\dfrac{4}{0{,}7}\,\ln 1{,}1\right)}{\ln 1{,}1} = 8{,}25 \text{ (года)}.$$

3. Когда поступления дохода происходят в конце каждого месяца, получаем p-срочную ренту, т. е. аннуитет с платежами p раз в году. Приведенная стоимость p-срочной ренты постнумерандо находится по формуле

$$\text{PV}_{pst} = R\,a_{n;i}^{(p)} = R\frac{1-(1+i)^{-n}}{p\left[(1+i)^{\frac{1}{p}}-1\right]}.$$

В этом случае соотношение (11) запишется в виде

$$K = R\frac{1-(1+i)^{-n_{\text{ок}}}}{p\left[(1+i)^{\frac{1}{p}}-1\right]},$$

откуда после несложных преобразований получаем формулу

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left\{1-\dfrac{K}{R}p\left[(1+i)^{\frac{1}{p}}-1\right]\right\}}{\ln(1+i)}.$$

Подставляя в нее данные задачи, получаем, что

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left\{1-\dfrac{4}{0{,}7}\,12\left[1{,}1^{\frac{1}{12}}-1\right]\right\}}{\ln 1{,}1} = 8{,}3 \text{ (года)}.$$

Наиболее выгодным для инвестора получается 2-й вариант ренты, т. е. когда поступления дохода происходят равномерно в пределах года.

Заметим, что без учета временной стоимости денег срок окупаемости проекта следовало считать как

$$n_{\text{ок}} = \frac{K}{R} = \frac{4}{0{,}7} = 5{,}71 \text{ (года)},$$

что крайне далеко от истины.

П р и м е р 16. Поток доходов по инновационному проекту непрерывен. При этом доходы ежегодно увеличиваются на 10%, а уровень начального дохода равен 25 млн руб. Капитальные вложения в начале срока проекта составляют 100 млн руб. Непрерывная ставка дисконта — 15% годовых. Найти дисконтный срок окупаемости проекта. Решить также задачу для случая постоянного непрерывного дохода, если в год доход составляет 25 млн руб.

Р е ш е н и е. Необходимо сначала от дискретного темпа прироста доходов перейти к непрерывному:

$$\beta = \ln 1{,}1.$$

Тогда получаем экспоненциально изменяющийся непрерывный денежный поток.

Срок окупаемости проекта в этом случае вычисляем по формуле

$$n_{\text{ок}} = \frac{\ln\left(1 + \dfrac{K}{R_0}(\beta - \delta)\right)}{\beta - \delta}.$$

Подставляя в нее данные задачи, получаем, что

$$n_{\text{ок}} = \frac{\ln\left(1 + \dfrac{100}{25}(\ln 1{,}1 - 0{,}15)\right)}{\ln 1{,}1 - 0{,}15} = 4{,}51 \text{ (года)}.$$

В случае постоянного непрерывного дохода используем формулу

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left(1 - \dfrac{K}{R}\,\delta\right)}{\delta}.$$

Подставляя в нее данные задачи, получаем, что

$$n_{\text{ок}} = \frac{-\ln\left(1 - \dfrac{100}{25}\,0{,}15\right)}{0{,}15} = 6{,}109 \text{ (года)}.$$

П р и м е р 17. Единовременные капитальные вложения в инновационный проект составляют 4 млрд руб. Ежегодная отдача от проекта — 0,2 млрд руб. Дискретная ставка дисконта — 10% годовых. Найти дисконтный срок окупаемости проекта.

Р е ш е н и е. В данном случае решение задачи сводится к анализу формулы (12), приведенной в примере 15. В числителе дроби выражение под знаком натурального логарифма должно быть положительным. Тогда

$$1 - \frac{K}{R}\,i > 0; \qquad \frac{K}{R}\,i < 1; \qquad R > Ki.$$

Подставляя данные нашей задачи, получаем

$$R = 0{,}2 < 0{,}4 = Ki,$$

что не соответствует последнему неравенству.

Проект никогда не окупится.

Глава 2

Анализ эффективности инновационных проектов в условиях неопределенности

2.1. Оценка денежных потоков анализируемых проектов

П р и м е р 18. Некоторая компания в 2006 г. составила бизнес-план по фасовке круп в потребительскую упаковку со сдачей складских и офисных площадей в аренду и сдачей свободного места под стоянку автотранспорта.

С позиции инвестиционной оценки инноваций рассматривается долгосрочный (стратегический) план до 2017 г. указанного бизнес-плана.

Первый вариант долгосрочного плана представляет собой стратегию развития с указанием 1) общей суммы покупки фабрики и 2) дополнительных вложений для пуска новой автоматизированной линии (с использованием склада БХМ и установки сушильной В2-СР-500) с указанием годовых объемов производства, себестоимости и цены продаж макаронной продукции. Также первый вариант предполагает изменение по годам индексов следующих показателей: объем производства (Q), цена за единицу продукции (p), постоянные затраты (FC), удельные переменные затраты (v).

Второй вариант долгосрочного плана предполагает покупку фабрики без дополнительных вложений в новую автоматизированную линию. Также особенностью второго варианта является то, что индексы перечисленных выше показателей по годам изменяться не будут, что обусловлено производственно-техническими возможностями старой модели автоматизированной линии.

Первый вариант долгосрочного плана для удобства дальнейших расчетов обозначим как проект 1, а второй вариант — как проект 2.

Необходимо определить, какой из проектов (1 или 2) будет наиболее эффективным. Амортизацией и кредитами пренебрегаем.

Оценим сначала денежные потоки по проекту 1.

Начальные базовые данные по денежным потокам на 2008 г. представлены в табл. 9.

Таблица 9

Начальные базовые данные

K (*млн руб.*)	Q (*млн кг*)	p (*руб./кг*)	FC (*млн руб.*)	v (*руб./кг*)	k (*%*)
20,3	4	9	0,164	5,96	20

В первой графе табл. 9 отражены общие вложения инвестора в покупку фабрики (K). При этом капитальные вложения K производятся на протяжении 2007 г., а остальные показатели, а именно, Q, p, FC и v, отражают денежные потоки на протяжении 2008 г. (Налог на прибыль включен в постоянные затраты FC.) В последней графе табл. 9 обозначена цена капитала обоих проектов фирмы (k). Инвесторы сегодня имеют 20% годовой доходности от своего уже имеющегося бизнеса, поэтому предпочитают вкладывать деньги лишь в проекты, которые обеспечат им как минимум такую же доходность.

Далее формируем ежегодные коэффициенты (индексы) роста необходимых в расчетах показателей (табл. 10).

Рассчитываем значения показателей для каждого года. Для этого перемножаем значения базовых данных из табл. 9 на коэффициенты из табл. 10 и получаем значения показателей по годам (табл. 11).

Чистая прибыль в последней графе табл. 11 рассчитывается для каждого года по формуле

$$\mathrm{NP} = p \cdot Q - \mathrm{FC} - v \cdot Q.$$

В итоге получаем денежные потоки проекта 1 (табл. 12).

Аналогично можно рассчитать денежные потоки проекта 2. Капитальные вложения для него будут включать в себя только покупку фабрики и составят 20,3 млн руб. Учитывая, что индексы показателей Q, p, FC и v для проекта 2 по годам изменяться не будут, получаем, что чистая прибыль каждый год будет одинаковая и составит 11,99 млн руб. Таким образом, получаем денежные потоки проекта 2 (табл. 13).

Таблица 10

Индексы показателей по годам

Год	*Объем производства (Q)*	*Цена за ед. пр. (p)*	*Постоянные затраты (FC)*	*Уд. перем. затраты (v)*
2008	1	1	1	1
2009	1,03	1,01	1,1	1,03
2010	1,05	1,04	1,2	1,05
2011	1,07	1,07	1,3	1,07
2012	1,09	1,1	1,4	1,09
2013	1,11	1,13	1,5	1,11
2014	1,13	1,16	1,6	1,13
2015	1,15	1,19	1,7	1,15
2016	1,17	1,22	1,8	1,17
2017	1,2	1,25	1,9	1,2

Таблица 11

Значения показателей по годам

Год	*Объем пр-ва (Q)*	*Цена за ед. пр. (p)*	*Пост. затраты (FC)*	*Уд. перем. затраты (v)*	*Чистая прибыль (NP)*
2008	4	9	0,164	5,96	11,99
2009	4,12	9,09	0,18	6,13	12,01
2010	4,2	9,36	0,196	6,25	12,86
2011	4,28	9,63	0,213	6,37	13,73
2012	4,36	9,9	0,229	6,49	14,63
2013	4,44	10,17	0,246	6,61	15,55
2014	4,52	10,44	0,262	6,73	16,5
2015	4,6	10,71	0,278	6,85	17,47
2016	4,68	10,98	0,295	6,97	18,47
2017	4,76	11,25	0,311	7,09	19,48

Таблица 12

Данные для расчета показателей эффективности проекта 1 (млн руб.)

Год	*Капитальные вложения (K)*	*Чистая прибыль (NP)*
2007	25,601	—
2008	—	11,99
2009	—	12,01
2010	—	12,86
2011	—	13,73
2012	—	14,63
2013	—	15,55
2014	—	16,5
2015	—	17,47
2016	—	18,47
2017	—	19,48

Таблица 13

Данные для расчета показателей эффективности проекта 2 (млн руб.)

Год	*Капитальные вложения (K)*	*Чистая прибыль (NP)*
2007	20,3	—
2008	—	11,99
2009	—	11,99
2010	—	11,99
2011	—	11,99
2012	—	11,99
2013	—	11,99
2014	—	11,99
2015	—	11,99
2016	—	11,99
2017	—	11,99

2.2. Оценка стандартных критериев выбора вложений капитала

Расчет критериев проекта 1

1. Чистый приведенный доход проекта (NPV) рассчитывается по формуле

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CIF}_t - \mathrm{COF}_t}{(1+k)^t},$$

где t — номер года; n — общий срок проекта (количество лет); CIF_t — денежный приток в году t; COF_t — денежный отток в году t; k — годовая цена капитала проекта (в %).

Поскольку все денежные потоки по проектам 1 и 2 распределены равномерно в пределах каждого года, на что указывалось в параграфе 2.1, с незначительной долей погрешности расчет NPV можно уточнить следующим образом:

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CIF}_t - \mathrm{COF}_t}{(1+k)^t}(1+k)^{0,5}.$$

Тогда NPV проекта 1 на начало 2007 г. составит

$$\mathrm{NPV} = -\frac{25{,}601}{1{,}2^{0,5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{1,5}} + \frac{12{,}01}{1{,}2^{2,5}} + \frac{12{,}86}{1{,}2^{3,5}} + \frac{13{,}73}{1{,}2^{4,5}} +$$
$$+ \frac{14{,}63}{1{,}2^{5,5}} + \frac{15{,}55}{1{,}2^{6,5}} + \frac{16{,}5}{1{,}2^{7,5}} + \frac{17{,}47}{1{,}2^{8,5}} + \frac{18{,}47}{1{,}2^{9,5}} + \frac{19{,}48}{1{,}2^{10,5}} =$$
$$= -23{,}370409 + 53{,}746272 = 30{,}375863 \text{ (млн руб.)}.$$

$\mathrm{NPV} > 0$, поэтому проект прибыльный.

2. Индекс доходности проекта (PI) рассчитывается по формуле

$$\mathrm{PI} = \frac{\mathrm{PV}_{\text{доходов}}}{\mathrm{PV}_{\text{инвестиций}}} = \frac{\sum\limits_{t=0}^{n} \dfrac{\mathrm{CIF}_t}{(1+k)^t}}{\sum\limits_{t=0}^{n} \dfrac{\mathrm{COF}_t}{(1+k)^t}}.$$

Индекс доходности проекта 1 составит

$$\mathrm{PI} = \frac{53{,}746272}{23{,}370409} = 2{,}299757.$$

PI > 1, значит, проект прибыльный.

3. Инвестиционный проект окупается в тот момент, когда NPV = = 0, т. е. когда NPV меняет знак с минуса на плюс. Проводим оценку на начало 2007 г.

$$\mathrm{NPV}_{1\text{ года}} = -\frac{25{,}601}{1{,}2^{0{,}5}} = -23{,}370409 \text{ (млн руб.)}.$$

$$\mathrm{NPV}_{2\text{ лет}} = -\frac{25{,}601}{1{,}2^{0{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{1{,}5}} = -14{,}249307 \text{ (млн руб.)}.$$

$$\mathrm{NPV}_{3\text{ лет}} = -\frac{25{,}601}{1{,}2^{0{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{1{,}5}} + \frac{12{,}01}{1{,}2^{2{,}5}} = -6{,}635709 \text{ (млн руб.)}.$$

$$\mathrm{NPV}_{4\text{ лет}} = -\frac{25{,}601}{1{,}2^{0{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{1{,}5}} + \frac{12{,}01}{1{,}2^{2{,}5}} + \frac{12{,}86}{1{,}2^{3{,}5}} = 0{,}157994 \text{ (млн руб.)}.$$

Из расчетов видно, что момент окупаемости наступает между 3-м и 4-м годами. Дробную часть года можно вычислить как отношение $\mathrm{NPV}_{3\text{ лет}}$, т. е. тех дисконтированных денег, которые осталось окупить, к дисконтированной величине денежных поступлений за следующий 4-й год, т. е. к $\dfrac{12{,}89}{1{,}2^{3{,}5}}$ млн руб. Тогда срок окупаемости (PP) проекта 1 составит величину

$$\mathrm{PP} = 3 + \frac{6{,}635709}{6{,}793704} = 3{,}976744 \text{ (года), т. е. 3 года 357 дней.}$$

4. Внутреннюю доходность проекта (IRR) можно определить методом линейной интерполяции. Для этого зададим сначала интервал интерполяции. Необходимо выбрать две ставки дисконта k, такие, чтобы при одной ставке NPV получился положительным, а при другой — отрицательным. Оценим NPV проекта, например, при ставке дисконта $k = 45\%$:

$$\mathrm{NPV}_{45\%} = -\frac{25{,}601}{1{,}45^{0{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}45^{1{,}5}} + \frac{12{,}01}{1{,}45^{2{,}5}} + \frac{12{,}86}{1{,}45^{3{,}5}} + \frac{13{,}73}{1{,}45^{4{,}5}} +$$

$$+\frac{14{,}63}{1{,}45^{5{,}5}}+\frac{15{,}55}{1{,}45^{6{,}5}}+\frac{16{,}5}{1{,}45^{7{,}5}}+\frac{17{,}47}{1{,}45^{8{,}5}}+\frac{18{,}47}{1{,}45^{9{,}5}}+\frac{19{,}48}{1{,}45^{10{,}5}}=$$
$$=2{,}412005 \text{ (млн руб.)}.$$

Для того чтобы далее получить отрицательный NPV, надо повышать ставку дисконта. Возьмем значение $k = 55\%$ и рассчитаем соответствующий ей NPV:

$$\mathrm{NPV}_{55\%}=-\frac{25{,}601}{1{,}55^{0{,}5}}+\frac{11{,}99}{1{,}55^{1{,}5}}+\frac{12{,}01}{1{,}55^{2{,}5}}+\frac{12{,}86}{1{,}55^{3{,}5}}+\frac{13{,}73}{1{,}55^{4{,}5}}+$$
$$+\frac{14{,}63}{1{,}55^{5{,}5}}+\frac{15{,}55}{1{,}55^{6{,}5}}+\frac{16{,}5}{1{,}55^{7{,}5}}+\frac{17{,}47}{1{,}55^{8{,}5}}+\frac{18{,}47}{1{,}55^{9{,}5}}+\frac{19{,}48}{1{,}55^{10{,}5}}=$$
$$=-1{,}915499 \text{ (млн руб.)}.$$

Ставка IRR находится по формуле

$$\mathrm{IRR}=k_1+\frac{\mathrm{NPV}_1}{\mathrm{NPV}_1-\mathrm{NPV}_2}(k_2-k_1),$$

где $\mathrm{NPV}_1 > 0$, а $\mathrm{NPV}_2 < 0$. Тогда в нашем случае получаем, что

$$\mathrm{IRR}=0{,}45+\frac{2{,}412005}{2{,}412005+1{,}915499}(0{,}55-0{,}45)=0{,}505737,$$

т. е. $\mathrm{IRR} = 50{,}5737\%$.

NPV проекта при ставке дисконта IRR должен равняться нулю. В нашем случае при найденной ставке IRR: $\mathrm{NPV} = -0{,}234522$ млн руб. Для уточнения ставки сужается интервал интерполяции и в итоге постепенно приходим к ставке $\mathrm{IRR} = 50\%$. В этом случае $\mathrm{NPV} = 0{,}008117$ млн руб., т. е. почти ноль.

Полученная IRR больше цены капитала в 20%, значит, проект прибыльный.

5. Модифицированная внутренняя доходность проекта (MIRR) находится из формулы

$$\sum_{t=0}^{n}\frac{\mathrm{COF}_t}{(1+k)^t}=\frac{\sum\limits_{t=0}^{n}\mathrm{CIF}_t(1+k)^{n-t}}{(1+\mathrm{MIRR})^n}.$$

Подставляя данные проекта 1 в эту формулу, получаем, что

$$23{,}370409 = (11{,}99 \cdot 1{,}2^9 + 12{,}01 \cdot 1{,}2^8 + 12{,}86 \cdot 1{,}2^7 + 13{,}73 \cdot 1{,}2^6 + \\ + 14{,}63 \cdot 1{,}2^5 + 15{,}55 \cdot 1{,}2^4 + 16{,}5 \cdot 1{,}2^3 + 17{,}47 \cdot 1{,}2^2 + 18{,}47 \cdot 1{,}2 + \\ + 19{,}48) \cdot 1{,}2^{0,5} \cdot \frac{1}{(1+\mathrm{MIRR})^{11}},$$

откуда находим

$$\mathrm{MIRR} = \sqrt[11]{\frac{399{,}339297}{23{,}370409}} - 1 = 0{,}294379, \text{ т. е. } 29{,}4379\%.$$

Ставка MIRR больше цены капитала в 20%, следовательно, проект прибыльный.

Расчет критериев проекта 2

1. Чистый приведенный доход проекта 2 можно рассчитать проще, чем обычным способом (так, как это было сделано для проекта 1), поскольку поступления чистой прибыли представляют собой ежегодный аннуитет. Тогда NPV проекта 2 можно вычислить по формуле

$$\mathrm{NPV} = \left(-\frac{K}{1+k} + \mathrm{NP} \cdot \frac{1-(1+k)^{-n}}{k} \cdot \frac{1}{1+k}\right)(1+k)^{0,5} = \\ = \left(-K + \mathrm{NP} \cdot \frac{1-(1+k)^{-n}}{k}\right)\frac{1}{(1+k)^{0,5}}.$$

Подставляя необходимые данные, получаем, что

$$\mathrm{NPV} = \left(-20{,}3 + 11{,}99 \cdot \frac{1-1{,}2^{-10}}{0{,}2}\right)\frac{1}{1{,}2^{0,5}} = \\ = -18{,}53128 + 45{,}887959 = 27{,}356679 \text{ (млн руб.)}.$$

$\mathrm{NPV} > 0$, следовательно, проект прибыльный.

2. Индекс доходности проекта (PI) составит величину

$$\mathrm{PI} = \frac{\mathrm{PV}_{\text{доходов}}}{\mathrm{PV}_{\text{инвестиций}}} = \frac{45{,}887959}{18{,}53128} = 2{,}476243.$$

$\mathrm{PI} > 1$, значит, проект прибыльный.

3. Срок окупаемости проекта 2 рассчитывается так же, как срок окупаемости проекта 1. Для этого находим момент, когда NPV меняет знак с минуса на плюс.

$$\mathrm{NPV}_{1\ \text{года}} = -\frac{20{,}3}{1{,}2^{0{,}5}} = -18{,}53128\ (\text{млн руб.}).$$

$$\mathrm{NPV}_{2\ \text{лет}} = -\frac{20{,}3}{1{,}2^{0{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{1{,}5}} = -9{,}410178\ (\text{млн руб.}).$$

$$\mathrm{NPV}_{3\ \text{лет}} = -\frac{20{,}3}{1{,}2^{0{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{1{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{2{,}5}} = -1{,}809259\ (\text{млн руб.}).$$

$$\mathrm{NPV}_{4\ \text{лет}} = -\frac{20{,}3}{1{,}2^{0{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{1{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{2{,}5}} + \frac{11{,}99}{1{,}2^{3{,}5}} = 4{,}524839\ (\text{млн руб.}).$$

Таким образом, момент окупаемости проекта наступает между 3-м и 4-м годами. Оценим его точно. Для расчета дробной части года 1,809259 млн руб. разделим на $\frac{11{,}99}{1{,}2^{3{,}5}}$ млн руб. Тогда

$$\mathrm{PP} = 3 + \frac{1{,}809259}{6{,}334099} = 3{,}285638\ (\text{года}),\ \text{т. е. 3 года 105 дней.}$$

4. Чтобы вычислить ставку внутренней доходности проекта (IRR) методом линейной интерполяции, зададим сначала интервал ставок k для получения положительного и отрицательного значений NPV.

Возьмем, например, $k = 55\%$. Тогда

$$\mathrm{NPV}_{55\%} = \left(-20{,}3 + 11{,}99 \cdot \frac{1 - 1{,}55^{-10}}{0{,}55}\right)\frac{1}{1{,}55^{0{,}5}} = \\ = 0{,}986066\ (\text{млн руб.}).$$

Чтобы получить отрицательное значение NPV, необходимо повышать ставку дисконта. Возьмем $k = 60\%$. Тогда

$$\mathrm{NPV}_{60\%} = \left(-20{,}3 + 11{,}99 \cdot \frac{1 - 1{,}6^{-10}}{0{,}6}\right)\frac{1}{1{,}6^{0{,}5}} = \\ = -0{,}394031\ (\text{млн руб.}).$$

Первое значение NPV > 0, поэтому его подставляем в формулу для нахождения IRR как NPV_1. Второе значение NPV < 0, поэтому его подставляем как NPV_2. Тогда

$$\mathrm{IRR} = k_1 + \frac{\mathrm{NPV}_1}{\mathrm{NPV}_1 - \mathrm{NPV}_2}(k_2 - k_1) =$$
$$= 0{,}55 + \frac{0{,}986066}{0{,}986066 + 0{,}394031}(0{,}6 - 0{,}55) = 0{,}585725,$$

т. е. $\mathrm{IRR} = 58{,}5725\%$.

NPV проекта при такой ставке дисконта составит: $-0{,}026424$ млн руб., т. е. NPV отличен от нуля. Уменьшая интервал интерполяции, получаем более точное значение IRR проекта, равное 58,5%. При такой ставке дисконта NPV составит: $-0{,}007222$ млн руб., т. е. значение, близкое к нулю.

Ставка IRR больше цены капитала в 20%, поэтому проект прибыльный.

5. В уравнении для нахождения ставки модифицированной внутренней доходности для проекта 2 терминальную стоимость (TV), т. е. числитель дроби в правой части уравнения, можно вычислить проще, принимая во внимание тот факт, что поступления чистой прибыли представляют собой ежегодный аннуитет. Тогда ставку MIRR проекта 2 можно найти из соотношения

$$18{,}53128 = \frac{11{,}99 \cdot \dfrac{1{,}2^{10} - 1}{0{,}2} \cdot 1{,}2^{0{,}5}}{(1 + \mathrm{MIRR})^{11}},$$

откуда получаем, что

$$\mathrm{MIRR} = \sqrt[11]{\frac{340{,}951375}{18{,}53128}} - 1 = 0{,}303109, \text{ т. е. } 30{,}3109\%.$$

Так как ставка MIRR больше цены капитала в 20%, проект 2 прибыльный.

Сравнение стандартных критериев проектов 1 и 2

1. NPV проекта 1 равен 30,376 млн руб., а проекта 2 — 27,357 млн руб., следовательно, по этому критерию проект 1 лучше.

2. PI проекта 1 равен примерно 2,3, а проекта 2 — примерно 2,476, значит, по этому критерию проект 2 лучше.

3. Срок окупаемости (PP) проекта 1 составляет 3 года 357 дней, а проекта 2 — 3 года 105 дней, поэтому по этому критерию проект 2 лучше.

4. IRR проекта 1 равна 50%, а проекта 2 — 58,5%, следовательно, по этому критерию проект 2 также лучше.

5. MIRR проекта 1 составляет примерно 29,44%, а проекта 2 — примерно 30,31%, поэтому по этому критерию проект 2 также лучше.

В результате получили, что стандартные критерии выбора вложений капитала не дали однозначного ответа на вопрос о том, какой из проектов наиболее выгоден для инвестора. Ответ на этот вопрос позволит получить графический метод выбора инновационного инвестиционного проекта в условиях неопределенности.

2.3. Выбор проекта в условиях неопределенности ставки дисконта

Несмотря на рассмотренное множество количественных критериев выбора инновационного инвестиционного проекта, их расчет, как выяснилось, может привести к противоречивым результатам. Задача выбора проекта усложняется также тем, что зачастую сложно спрогнозировать ставку дисконта. Для решения этих проблем можно использовать представленный далее графический метод.

Показатель чистого приведенного дохода (NPV) инновационного инвестиционного проекта, используя дискретную ставку k, можно рассчитать по формуле

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CIF}_t - \mathrm{COF}_t}{(1+k)^t},$$

где t — номер года; n — общий срок проекта (количество лет); CIF_t — денежный приток в году t; COF_t — денежный отток в году t; k — годовая цена капитала проекта (в %).

Обозначая за CF_t любой денежный поток в году t, т. е. как приток, так и отток денег, NPV проекта можно вычислить по формуле

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CF}_t}{(1+k)^t}.$$

Обозначая в дальнейшем за $\Delta\mathrm{CF}_t$ приростный денежный поток между двумя разными проектами в году t, т. е. CF_t одного проекта минус CF_t другого, разницу между NPV двух проектов при заданном значении ставки дисконта k, т. е. ΔNPV, можно вычислить как

$$\Delta\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{(1+k)^t}.$$

Переходя от дискретной ставки дисконта k к непрерывной ставке δ и учитывая известное соотношение между ними для одного года $1 + k = \mathrm{e}^{\delta}$, получаем, что

$$\Delta\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{\mathrm{e}^{\delta}}.$$

Суть дальнейшего графического метода сравнения инновационных инвестиционных проектов заключается в построении графиков NPV обоих исследуемых проектов на интервале ставок дисконта, при которых NPV хотя бы одного проекта положителен, и вычислении двух полученных площадей между пересекающимися графиками (рис. 15). Наибольшая площадь свидетельствует о наибольшей экономической выгоде того проекта, график которого при подсчете этой площади выше.

Для того, чтобы вычислить площадь между графиками NPV двух проектов на интервале непрерывных ставок дисконта от δ_0 до δ_1, необходимо взять интеграл от функции ΔNPV от δ_0 до δ_1.

Тогда

$$\Delta\mathrm{NPV} = \int_{\delta_0}^{\delta_1} \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{\mathrm{e}^{\delta t}}\, d\delta = \sum_{t=0}^{n} \Delta\mathrm{CF}_t \int_{\delta_0}^{\delta_1} \mathrm{e}^{-\delta t}\, d\delta = \sum_{t=0}^{n} \Delta\mathrm{CF}_t \left.\frac{\mathrm{e}^{-\delta t}}{-t}\right|_{\delta_0}^{\delta_1} =$$

$$= -\sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{t}\, \mathrm{e}^{-\delta t}\Big|_{\delta_0}^{\delta_1} = -\sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{t} \left(\mathrm{e}^{-\delta_1 t} - \mathrm{e}^{-\delta_0 t}\right) =$$

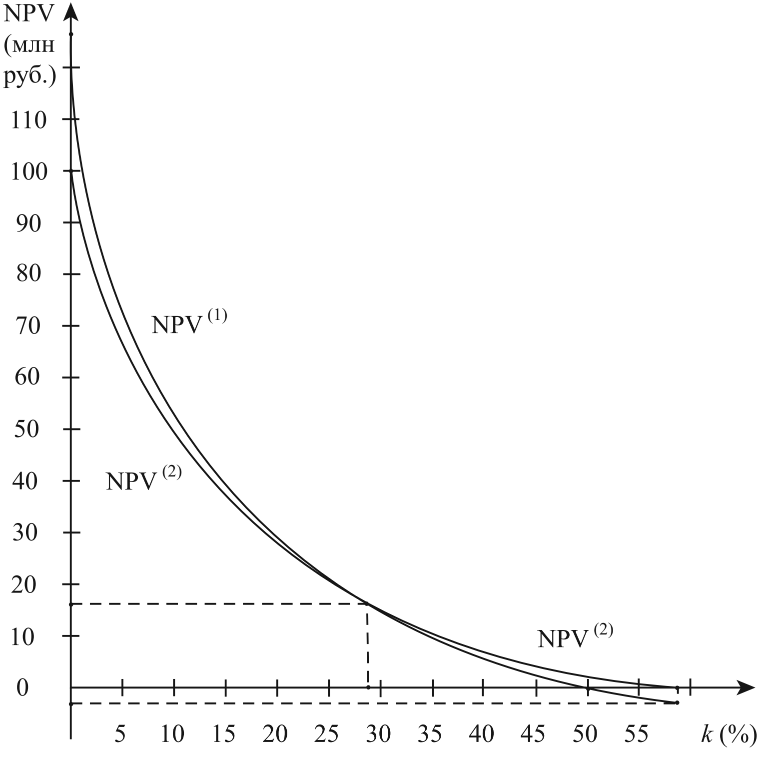

Рис. 15. Графики NPV проектов 1 и 2

$$= \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta \mathrm{CF}_t}{t} \left(\mathrm{e}^{-\delta_0 t} - \mathrm{e}^{-\delta_1 t}\right) = \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta \mathrm{CF}_t}{t} \left(\frac{1}{\mathrm{e}^{\delta_0 t}} - \frac{1}{\mathrm{e}^{\delta_1 t}}\right).$$

Переходя обратно от непрерывных ставок дисконта к дискретным, получаем соотношение

$$\Delta \mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta \mathrm{CF}_t}{t} \left(\frac{1}{(1+k_0)^t} - \frac{1}{(1+k_1)^t}\right).$$

Следует отдельно учесть ту особенность, что при $t = 0$ последнее соотношение смысла не имеет, поэтому суммирование по t разумнее начать с 1. С экономической точки зрения это означает, что все денежные потоки по обоим проектам в целях их сравнения необходимо приводить к более раннему сроку нежели год первых по времени денег. Таким образом, в общем случае площадь между графиками NPV двух проектов на интервале ставок дисконта от k_0 до k_1 можно определить как

$$\Delta\mathrm{NPV} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{t} \left(\frac{1}{(1+k_0)^t} - \frac{1}{(1+k_1)^t} \right).$$

Далее, рассматривая исследуемые проекты 1 и 2, необходимо учесть, что все денежные потоки по ним равномерно распределены в пределах каждого года. В этом случае для заданной дискретной ставки дисконта

$$\Delta\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{(1+k)^t} (1+k)^{\frac{1}{2}}$$

или, переходя к непрерывной ставке дисконта,

$$\Delta\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{\mathrm{e}^{\delta t}} \mathrm{e}^{\frac{\delta}{2}} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{\mathrm{e}^{\delta\left(t-\frac{1}{2}\right)}}.$$

Вычисляя площадь между графиками NPV как интеграл от функции $\Delta\mathrm{NPV}$ от δ_0 до δ_1, получаем, что

$$\Delta\mathrm{NPV} = \int\limits_{\delta_0}^{\delta_1} \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{\mathrm{e}^{\delta\left(t-\frac{1}{2}\right)}}\, d\delta = \sum_{t=0}^{n} \Delta\mathrm{CF}_t \int\limits_{\delta_0}^{\delta_1} \mathrm{e}^{-\delta\left(t-\frac{1}{2}\right)}\, d\delta =$$

$$= \sum_{t=0}^{n} \Delta\mathrm{CF}_t \int\limits_{\delta_0}^{\delta_1} \mathrm{e}^{\delta\left(\frac{1}{2}-t\right)}\, d\delta = \sum_{t=0}^{n} \Delta\mathrm{CF}_t \left. \frac{\mathrm{e}^{\delta\left(\frac{1}{2}-t\right)}}{\frac{1}{2}-t} \right|_{\delta_0}^{\delta_1} =$$

$$= \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta\mathrm{CF}_t}{\frac{1}{2}-t} \left(\mathrm{e}^{\delta_1\left(\frac{1}{2}-t\right)} - \mathrm{e}^{\delta_0\left(\frac{1}{2}-t\right)} \right) =$$

$$= \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta \mathrm{CF}_t}{t-\frac{1}{2}} \left(\mathrm{e}^{\delta_0\left(\frac{1}{2}-t\right)} - \mathrm{e}^{\delta_1\left(\frac{1}{2}-t\right)} \right) =$$

$$= \sum_{t=0}^{n} \frac{\Delta \mathrm{CF}_t}{t-\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{\mathrm{e}^{\delta_0\left(t-\frac{1}{2}\right)}} - \frac{1}{\mathrm{e}^{\delta_1\left(t-\frac{1}{2}\right)}} \right).$$

Переходя от непрерывных ставок дисконта к дискретным и учитывая, что, как и в общем случае, все денежные потоки приводятся к более раннему сроку нежели срок первых по времени денег, получаем окончательную формулу для вычисления площади между NPV проектов, денежные потоки по которым равномерно распределены в пределах каждого года:

$$\Delta \mathrm{NPV} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\Delta \mathrm{CF}_t}{t-0{,}5} \left(\frac{1}{(1+k_0)^{t-0{,}5}} - \frac{1}{(1+k_1)^{t-0{,}5}} \right).$$

Далее построим графики NPV 1-го и 2-го проектов, т. е. $\mathrm{NPV}^{(1)}$ и $\mathrm{NPV}^{(2)}$. Вычислим для этого сначала их значения при ставке дисконта 0%.

$$\mathrm{NPV}^{(1)}_{0\%} = -25{,}601 + 11{,}99 + 12{,}01 + 12{,}86 + 13{,}73 + 14{,}63 +$$
$$+ 15{,}55 + 16{,}5 + 17{,}47 + 18{,}47 + 19{,}48 = 127{,}089 \text{ (млн руб.)}.$$

$$\mathrm{NPV}^{(2)}_{0\%} = -20{,}3 + 11{,}99 \cdot 10 = 99{,}6 \text{ (млн руб.)}.$$

Согласно рис. 15 точку пересечения каждого графика NPV с горизонтальной осью можно определить из условия NPV = 0. В этом случае дисконтная ставка будет представлять из себя внутреннюю доходность проекта (IRR), которую можно определить, например, методом линейной интерполяции. Ставка IRR проекта 1 получается равной значению $\mathrm{IRR}^{(1)} = 50\%$, а проекта 2 — значению $\mathrm{IRR}^{(2)} = 58{,}5\%$.

Далее необходимо вычислить точки пересечения двух графиков NPV. Для этого составим сначала приростный денежный поток $\Delta \mathrm{CF}_t = \Delta \mathrm{CF}_t^{(1)} - \Delta \mathrm{CF}_t^{(2)}$ (табл. 14).

Ставку IRR такого денежного потока также можно найти методом линейной интерполяции. Получается IRR = 28,8967%.

Таблица 14

Приростный денежный поток ΔCF_t (млн руб.)

	2007	*2008*	*2009*	*2010*	*2011*	*2012*
ΔCF_t	−5,301	0	0,02	0,87	1,74	2,64

	2013	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*
ΔCF_t	3,56	4,51	5,48	6,48	7,49

Оценим NPV обоих проектов при найденной ставке дисконта.

NPV проекта, как было указано ранее, при условии, что все денежные потоки по нему равномерно распределены в пределах каждого года, можно найти по формуле

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CF}_t}{(1+k)^t}(1+k)^{0,5} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\mathrm{CF}_t}{(1+k)^{t-0,5}}.$$

Тогда NPV проекта 1 будет равен

$$\mathrm{NPV}^{(1)}_{28,8967\%} = -\frac{25,601}{1,288967^{0,5}} + \frac{11,99}{1,288967^{1,5}} + \frac{12,01}{1,288967^{2,5}} + \\ + \frac{12,86}{1,288967^{3,5}} + \frac{13,73}{1,288967^{4,5}} + \frac{14,63}{1,288967^{5,5}} + \frac{15,55}{1,288967^{6,5}} + \\ + \frac{16,5}{1,288967^{7,5}} + \frac{17,47}{1,288967^{8,5}} + \frac{18,47}{1,288967^{9,5}} + \frac{19,48}{1,288967^{10,5}} = \\ = 15,77913 \text{ (млн руб.)}.$$

NPV проекта 2 можно рассчитать проще, учитывая, что поступления чистой прибыли по нему представляют собой ежегодный аннуитет. Тогда NPV проекта 2 можно вычислить по формуле

$$\mathrm{NPV} = \left(-\frac{K}{1+k} + \mathrm{NP}\cdot\frac{1-(1+k)^{-n}}{k}\cdot\frac{1}{1+k}\right)(1+k)^{0,5} = \\ = \left(-K + \mathrm{NP}\cdot\frac{1-(1+k)^{-n}}{k}\right)\frac{1}{(1+k)^{0,5}},$$

где K — капитальные вложения, а NP — чистая прибыль. Тогда NPV проекта 2 будет равен

$$\mathrm{NPV}^{(2)}_{28{,}8967\%} = \left(-20{,}3 + 11{,}99\,\frac{1 - 1{,}288967^{-10}}{0{,}288967}\right)\frac{1}{1{,}288967^{0{,}5}} = \\ = 15{,}779641\ (\text{млн руб.}).$$

Построим графики $\mathrm{NPV}^{(1)}$ и $\mathrm{NPV}^{(2)}$ на рис. 15.

Рассчитаем дополнительно NPV проекта 1 при ставке дисконта 58,5%, т. е. при ставке IRR проекта 2. В этом случае NPV проекта 1 составит отрицательную величину $-3{,}038184$ млн руб.

Рассмотрим далее весь интервал возможных положительных NPV согласно рис. 15, т. е. где k изменяется от 0% до 58,5%.

В соответствии с изложенным выше методом по последней формуле для ΔNPV рассчитаем сначала площадь, где $\mathrm{NPV}^{(1)} > \mathrm{NPV}^{(2)}$, т. е. где проект 1 выгоднее проекта 2.

$$\underset{(1\succ 2)}{\Delta\mathrm{NPV}} = -\frac{5{,}301}{0{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{0{,}5}}\right) + \frac{0{,}02}{2{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{2{,}5}}\right) + \\ + \frac{0{,}87}{3{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{3{,}5}}\right) + \frac{1{,}74}{4{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{4{,}5}}\right) + \\ + \frac{2{,}64}{5{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{5{,}5}}\right) + \frac{3{,}56}{6{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{6{,}5}}\right) + \\ + \frac{4{,}51}{7{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{7{,}5}}\right) + \frac{5{,}48}{8{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{8{,}5}}\right) + \\ + \frac{6{,}48}{9{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{9{,}5}}\right) + \frac{7{,}49}{10{,}5}\left(1 - \frac{1}{1{,}288967^{10{,}5}}\right) = 2{,}319889.$$

Затем оценим площадь, где $\mathrm{NPV}^{(2)} > \mathrm{NPV}^{(1)}$, т. е. где проект 2 выгоднее проекта 1.

$$\underset{(2\succ 1)}{\Delta\mathrm{NPV}} = \frac{5{,}301}{0{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{0{,}5}} - \frac{1}{1{,}585^{0{,}5}}\right) - \\ - \frac{0{,}02}{2{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{2{,}5}} - \frac{1}{1{,}585^{2{,}5}}\right) - \frac{0{,}87}{3{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{3{,}5}} - \frac{1}{1{,}585^{3{,}5}}\right) -$$

$$-\frac{1{,}74}{4{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{4{,}5}}-\frac{1}{1{,}585^{4{,}5}}\right)-\frac{2{,}64}{5{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{5{,}5}}-\frac{1}{1{,}585^{5{,}5}}\right)-$$
$$-\frac{3{,}56}{6{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{6{,}5}}-\frac{1}{1{,}585^{6{,}5}}\right)-\frac{4{,}51}{7{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{7{,}5}}-\frac{1}{1{,}585^{7{,}5}}\right)-$$
$$-\frac{5{,}48}{8{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{8{,}5}}-\frac{1}{1{,}585^{8{,}5}}\right)-\frac{6{,}48}{9{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{9{,}5}}-\frac{1}{1{,}585^{9{,}5}}\right)-$$
$$-\frac{7{,}49}{10{,}5}\left(\frac{1}{1{,}288967^{10{,}5}}-\frac{1}{1{,}585^{10{,}5}}\right)=0{,}400731.$$

Из расчетов видно, что первая площадь больше, следовательно, проект 1 выгоднее проекта 2, т. к. наибольшая площадь говорит о наибольшей экономической выгоде.

Таким образом, представленный графический метод позволяет решить задачу выбора инновационного инвестиционного проекта в условиях неопределенности ставки дисконта.

Кроме того, этот метод позволяет однозначно выяснить, какой из проектов является наиболее привлекательным, т. е. разрешить проблему противоречивости оценок стандартных критериев выбора вложений капитала.

2.4. Анализ безубыточности и рентабельности анализируемых проектов

Произведем анализ безубыточности проектов 1 и 2, т. е. минимального объема выпускаемой продукции в денежном выражении, при котором доход от продажи равен издержкам производства. Точка безубыточности, которую в дальнейшем будем называть порогом рентабельности (PT), рассчитывается по формуле

$$\mathrm{PT}=\frac{\mathrm{FC}}{p-v}\cdot p,$$

где FC — постоянные затраты (млн руб.); p — цена за единицу продукции (руб./кг); v — удельные переменные затраты (руб./кг), значения которых по годам берутся из табл. 11.

На основе значения порога рентабельности можно рассчитать запас финансовой прочности предприятия (RFS) по формуле

$$\mathrm{RFS} = p \cdot Q - \mathrm{PT},$$

где Q — объем производства (млн кг), значения которого по годам также берутся из табл. 11.

Тогда для проекта 1 получаем следующие данные по годам.

2008 г.:

$$\mathrm{PT} = \frac{0{,}164}{9 - 5{,}96} \cdot 9 = 0{,}485526 \text{ (млн руб.)},$$

$$\mathrm{RFS} = 9 \cdot 4 - 0{,}485526 = 35{,}514474 \text{ (млн руб.)}.$$

2009 г.:

$$\mathrm{PT} = \frac{0{,}18}{9{,}09 - 6{,}13} \cdot 9{,}09 = 0{,}55277 \text{ (млн руб.)},$$

$$\mathrm{RFS} = 9{,}09 \cdot 4{,}12 - 0{,}55277 = 36{,}89803 \text{ (млн руб.)}.$$

2010 г.:

$$\mathrm{PT} = \frac{0{,}196}{9{,}36 - 6{,}25} \cdot 9{,}36 = 0{,}589891 \text{ (млн руб.)},$$

$$\mathrm{RFS} = 9{,}36 \cdot 4{,}2 - 0{,}589891 = 38{,}722109 \text{ (млн руб.)}.$$

2011 г.:

$$\mathrm{PT} = \frac{0{,}213}{9{,}63 - 6{,}37} \cdot 9{,}63 = 0{,}629199 \text{ (млн руб.)},$$

$$\mathrm{RFS} = 9{,}63 \cdot 4{,}28 - 0{,}629199 = 40{,}587201 \text{ (млн руб.)}.$$

2012 г.:

$$\mathrm{PT} = \frac{0{,}229}{9{,}9 - 6{,}49} \cdot 9{,}9 = 0{,}664839 \text{ (млн руб.)},$$

$$\mathrm{RFS} = 9{,}9 \cdot 4{,}36 - 0{,}664839 = 42{,}499161 \text{ (млн руб.)}.$$

2013 г.:

$$\mathrm{PT} = \frac{0{,}246}{10{,}17 - 6{,}61} \cdot 10{,}17 = 0{,}702758 \text{ (млн руб.)},$$

$$\mathrm{RFS} = 10{,}17 \cdot 4{,}44 - 0{,}702758 = 44{,}452042 \text{ (млн руб.)}.$$

2014 г.:

$$\text{PT} = \frac{0{,}262}{10{,}44 - 6{,}73} \cdot 10{,}44 = 0{,}737272 \text{ (млн руб.)},$$
$$\text{RFS} = 10{,}44 \cdot 4{,}52 - 0{,}737272 = 46{,}451528 \text{ (млн руб.)}.$$

2015 г.:

$$\text{PT} = \frac{0{,}278}{10{,}71 - 6{,}85} \cdot 10{,}71 = 0{,}771342 \text{ (млн руб.)},$$
$$\text{RFS} = 10{,}71 \cdot 4{,}6 - 0{,}771342 = 48{,}494658 \text{ (млн руб.)}.$$

2016 г.:

$$\text{PT} = \frac{0{,}295}{10{,}98 - 6{,}97} \cdot 10{,}98 = 0{,}807756 \text{ (млн руб.)},$$
$$\text{RFS} = 10{,}98 \cdot 4{,}68 - 0{,}807756 = 50{,}578644 \text{ (млн руб.)}.$$

2017 г.:

$$\text{PT} = \frac{0{,}311}{11{,}25 - 7{,}09} \cdot 11{,}25 = 0{,}841046 \text{ (млн руб.)},$$
$$\text{RFS} = 11{,}25 \cdot 4{,}76 - 0{,}841046 = 52{,}708954 \text{ (млн руб.)}.$$

Учитывая, что показатели Q, p, FC и v для проекта 2 по годам изменяться не будут, на что было указано в параграфе 2.1, получаем для этого проекта данные, одинаковые для каждого из исследуемых лет:

$$\text{PT} = \frac{0{,}164}{9 - 5{,}96} \cdot 9 = 0{,}485526 \text{ (млн руб.)},$$
$$\text{RFS} = 9 \cdot 4 - 0{,}485526 = 35{,}514474 \text{ (млн руб.)}.$$

Используя полученные результаты, построим на рис. 16 графики порога рентабельности (PT) и запаса финансовой прочности предприятия (RFS) для обоих проектов. Также на этом же рисунке по данным табл. 12 и 13 построим графики чистой прибыли (NP) для каждого из проектов.

На рис. 16 сплошной линией показаны данные проекта 1, а пунктирной — проекта 2. Из рисунка видно, что для обоих проектов запас финансовой прочности предприятия намного превышает значения порога рентабельности по годам. В процентном отношении RFS составляет в выручке от реализации продукции $(p \cdot Q)$ для проектов 1 и 2 величины, представленные в табл. 15.

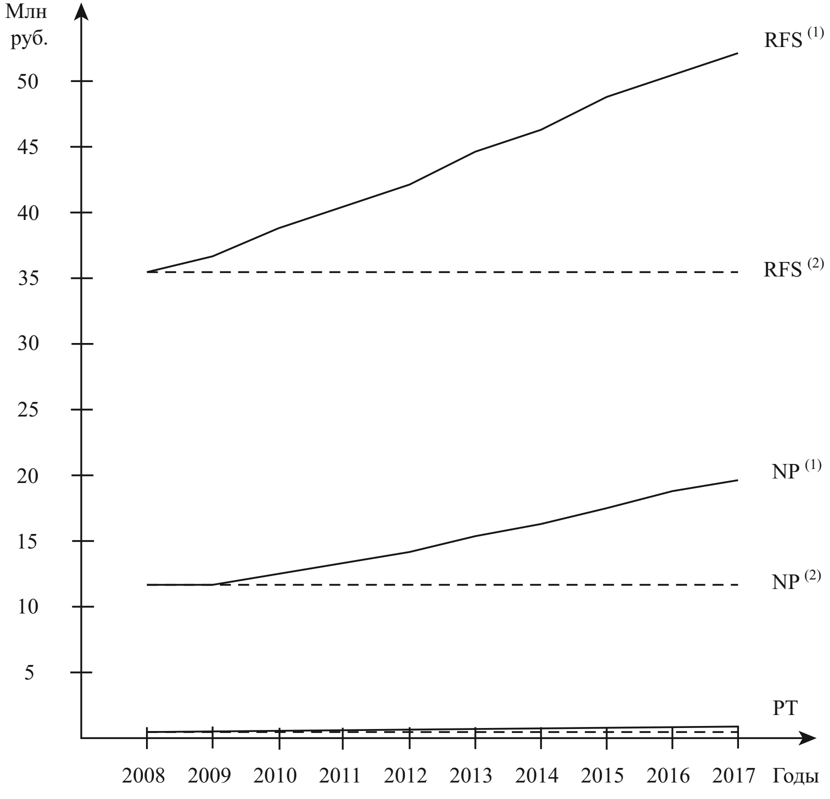

Рис. 16. Графики запаса финансовой прочности (RFS), чистой прибыли (NP) и порога рентабельности (PT) проектов 1 и 2

Из данных табл. 15 видно, что, например, в 2008 г. по обоим проектам предприятие может выдержать 98,65% снижения выручки от реализации продукции без серьезной угрозы для своего финансового положения, т. е. не попадая в зону убытков. Следующие по годам данные также свидетельствуют о значительной финансовой устойчивости обоих проектов.

Таблица 15

Доли запаса финансовой прочности (RFS) в выручке от реализации продукции ($p \cdot Q$) для проектов 1 и 2 по годам (%)

	2008	*2009*	*2010*	*2011*	*2012*
Проект 1	98,65	98,52	98,5	98,45	98,5
Проект 2	98,65	98,65	98,65	98,65	98,65

	2013	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*
Проект 1	98,44	98,44	98,43	98,43	98,43
Проект 2	98,65	98,65	98,65	98,65	98,65

Таблица 16

Рентабельность продукции для проектов 1 и 2 по годам (%)

	2008	*2009*	*2010*	*2011*	*2012*
Проект 1	33,31	32,07	32,71	33,31	33,89
Проект 2	33,31	33,31	33,31	33,31	33,31

	2013	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*
Проект 1	34,44	34,97	35,46	35,94	36,38
Проект 2	33,31	33,31	33,31	33,31	33,31

На рис. 16 видно, что чистая прибыль (NP) каждый год для обоих проектов существенна, но при этом по проекту 1 она растет с 11,99 млн руб. в 2008 г. до 19,48 млн руб. в 2017 г., в то время как по проекту 2 она стабильна и составляет 11,99 млн руб. каждый год. Для того чтобы получить более точные выводы об изменениях чистой прибыли, оценим рентабельность продукции (R) как долю чистой прибыли в выручке от реализации продукции для каждого из проектов в табл. 16 по данным табл. 12 и 13.

Полученные результаты проиллюстрируем на рис. 17. Здесь так же, как и на рис. 16, сплошной линией показаны данные проекта 1, а пунктирной — проекта 2.

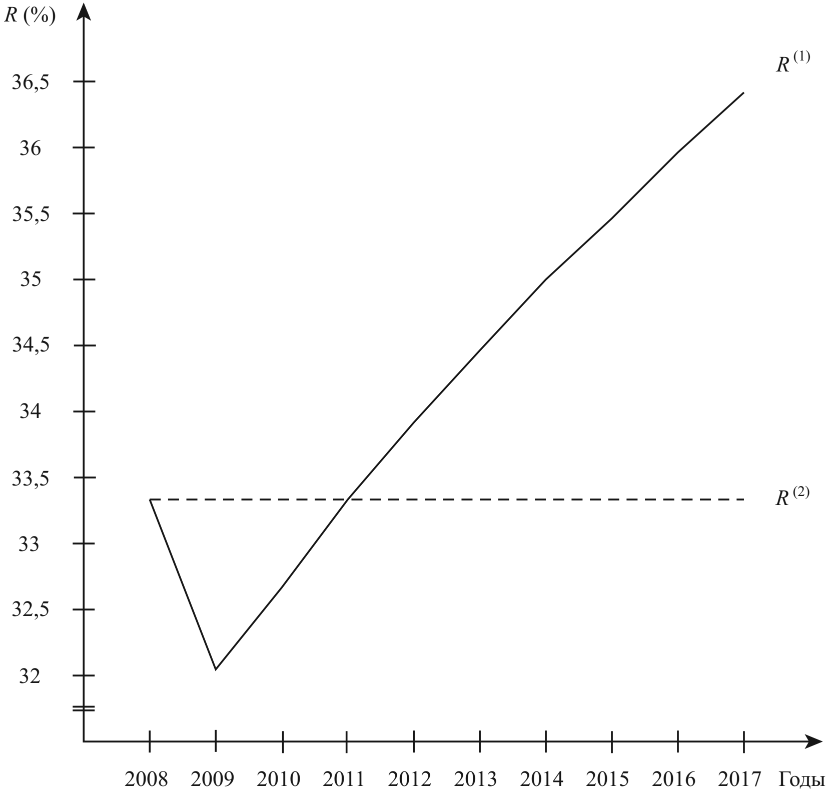

Рис. 17. Графики рентабельности продукции (R) проектов 1 и 2

Как показывают табл. 16 и рис. 17, по проекту 1 рентабельность продукции сначала уменьшается, затем растет. По проекту 2 она стабильна. Тем не менее, несмотря на то, что рентабельность продукции в 2009 и 2010 гг. по проекту 1 несколько меньше, чем по проекту 2, за период с 2012 г. по 2017 г. по проекту 1 она значительно перекрывает эти вмененные потери.

В совокупности с выводами предыдущего параграфа полученные результаты относительно рентабельности продукции являются дополнительным аргументом в пользу выбора для реализации проекта 1, т. е. фактически первого варианта развития бизнеса, изложенного в параграфе 2.1.

Вывод: Необходимо купить фабрику и произвести дополнительные вложения инвестора для пуска автоматизированной линии по основной схеме.

Глава 3
Составление полного финансового плана

3.1. Постановка задачи сравнения инвестиционных альтернатив

Инвестиции, как правило, не являются сами по себе подлинными альтернативами. Они отличаются друг от друга не только величиной начальной выплаты за их осуществление, но и величиной и временным распределением их возвратных потоков. Кроме того, сравниваемые друг с другом проекты различаются по сроку их действия. Поэтому необходимо дополнить "неполные" проекты подходящим образом, чтобы получить подлинные инвестиционные альтернативы.

Целью инвестиционного расчета может быть либо максимизация остаточного имущества, либо максимизация регулярного дохода.

Нам необходимы упрощающие допущения о дополняющих инвестициях и заимствованиях. Иначе при построении оптимальных полных финансовых планов мы столкнемся с существенными методическими проблемами. Классификацию допущений приведем в табл. 17.

Таблица 17

Виды рынков капитала

Характеристики	*Процентная ставка при заимствовании равна процентной ставке при инвестировании*	*Процентная ставка при заимствовании больше процентной ставки при инвестировании*
Отсутствие лимита при получении кредита	Совершенный, неограниченный рынок капитала	Несовершенный, неограниченный рынок капитала
Наличие лимита при получении кредита	Совершенный, ограниченный рынок капитала	Несовершенный, ограниченный рынок капитала

Для дальнейших выкладок нам понадобятся следующие обозначения:

- C_t — излишек или недостаток финансовых средств в момент времени t;
- f_t — элемент вектора структуры дохода в момент времени t (темп роста дохода по отношению к $t = 0$);
- G — лимит заимствования;
- h_t — ставка по инвестированию для дополняющих инвестиций в период от $t - 1$ до t;
- s_t — ставка для дополняющего заимствования в период от $t-1$ до t;
- M_t — базовый платеж в момент времени t (не зависит от того, осуществляется инвестиция или нет);
- n — горизонт планирования;
- Y — уровень дохода (изъятия равны $f_t Y$);
- z_t — денежный поток по инвестиционному проекту в момент времени t.

Для расчета остаточного имущества C_n мы осуществляем следующие операции:

1. В момент времени $t = 0$ имущество

$$C_0 = M_0 - f_0 Y + z_0.$$

2. Если остаются ликвидные средства, то нужно осуществить дополняющую инвестицию, которая в момент времени $t = 1$ позволит получить поступления величиной $(1 + h_1)C_0$, т. е.

$$C_0 > 0 \quad \Rightarrow \quad C_1 = M_1 - f_1 Y + z_1 + (1 + h_1)C_0.$$

А если в момент времени $t = 0$ возникнет недостаток финансовых средств, то тогда его необходимо компенсировать дополняющим заимствованием, которое в момент времени $t = 1$ уменьшает кассу инвестора на выплату величиной $(1 + s_1)C_0$, т. е.

$$C_0 < 0 \quad \Rightarrow \quad C_1 = M_1 - f_1 Y + z_1 + (1 + s_1)C_0.$$

3. Далее рассчитывается последовательно остаточное имущество:

$$C_{t-1} > 0 \quad \Rightarrow \quad C_t = M_t - f_t Y + z_t + (1 + h_t) C_{t-1};$$
$$C_{t-1} < 0 \quad \Rightarrow \quad C_t = M_t - f_t Y + z_t + (1 + s_t) C_{t-1}.$$

4. Если возникнет ситуация, при которой в какой-то момент планового периода необходимо осуществить дополняющее заимствование, которое превышает лимит, т. е.

$$-C_t > G,$$

то проект неосуществим.

3.2. Несовершенный рынок капитала

Если инвестор хочет максимизировать свое остаточное имущество при заданном уровне годовых изъятий и при этом имеет дело с несовершенным рынком капитала ($s_t > h_t$), то в этом случае применяется правило расчета остаточного имущества, изложенное в предыдущем параграфе.

Если же мы анализируем поведение инвестора, который хочет максимизировать свой уровень доходов и при этом имеет дело с несовершенным и неограниченным рынком капитала, то для расчета уровня дохода Y применяется метод линейной интерполяции.

Для этого задается Y_1, при котором фактическое остаточное имущество $C_{n,1}$ больше желаемого, т. е. C_n, и задается Y_2, при котором фактическое остаточное имущество $C_{n,2}$ меньше желаемого (рис. 18). Затем находится уровень дохода Y по формуле

$$Y = Y_1 + \frac{C_{n,1} - C_n}{C_{n,1} - C_{n,2}} (Y_2 - Y_1). \tag{13}$$

П р и м е р 19. Инвестор имеет плановый период $n = 4$ года. Он хочет максимизировать свое остаточное имущество и желает получать доход на уровне $Y = 60$ млн руб. Рынок капитала является несовершенным и ограниченным, лимит по заимствованию составляет $G = 400$ млн руб. Рассчитать остаточные стоимости всех альтернатив (табл. 18), которые можно профинансировать, и составить для них полные финансовые планы.

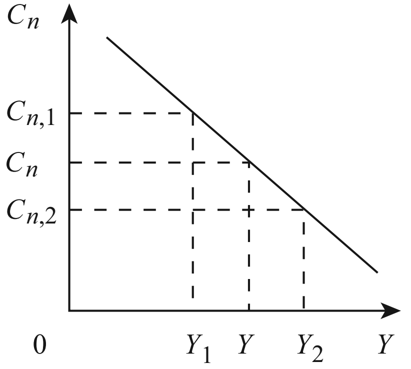

Рис. 18. Иллюстрация метода линейной интерполяции

Таблица 18

Исходная информация для инвестора

Момент времени t	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*
Базовые платежи	500	−200	20	150	300
Структура изъятий	1	1,1	1,2	1,4	1,6
% по инвестированию		0,06	0,06	0,05	0,05
% по заимствованию		0,1	0,1	0,1	0,09
Проект A	−800	600	200	150	−80
Проект B	−700	300	400	30	100
Проект C	−400	−200	700	0	0
Альтернатива отказа	0	0	0	0	0

Р е ш е н и е. Вычислим остаточные стоимости всех альтернатив, включая альтернативу отказа от инвестиций.

Проект A:

$$t = 0: \qquad C_0 = M_0 - f_0 Y + z_0 = $$
$$= 500 - 60 - 800 = -360$$

(необходимо дополняющее заимствование);

$$
\begin{aligned}
t=1: \qquad C_1 &= M_1 - f_1Y + z_1 + (1+s_1)C_0 = \\
&= -200 - 1{,}1 \cdot 60 + 600 - 1{,}1 \cdot 360 = -62 \\
&\quad \text{(необходимо дополняющее заимствование);} \\
t=2: \qquad C_2 &= M_2 - f_2Y + z_2 + (1+s_2)C_1 = \\
&= 20 - 1{,}2 \cdot 60 + 200 - 1{,}1 \cdot 62 = 79{,}8 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=3: \qquad C_3 &= M_3 - f_3Y + z_3 + (1+h_3)C_2 = \\
&= 150 - 1{,}4 \cdot 60 + 150 + 1{,}05 \cdot 79{,}8 = 299{,}79 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=4: \qquad C_4 &= M_4 - f_4Y + z_4 + (1+h_4)C_3 = \\
&= 300 - 1{,}6 \cdot 60 - 80 + 1{,}05 \cdot 299{,}79 = 438{,}78 \\
&\quad \text{(остаточное имущество).}
\end{aligned}
$$

Проект B:

$$
\begin{aligned}
t=0: \qquad C_0 &= M_0 - f_0Y + z_0 = \\
&= 500 - 60 - 700 = -260 \\
&\quad \text{(необходимо дополняющее заимствование);} \\
t=1: \qquad C_1 &= M_1 - f_1Y + z_1 + (1+s_1)C_0 = \\
&= -200 - 1{,}1 \cdot 60 + 300 - 1{,}1 \cdot 260 = -252 \\
&\quad \text{(необходимо дополняющее заимствование);} \\
t=2: \qquad C_2 &= M_2 - f_2Y + z_2 + (1+s_2)C_1 = \\
&= 20 - 1{,}2 \cdot 60 + 400 - 1{,}1 \cdot 252 = 70{,}8 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=3: \qquad C_3 &= M_3 - f_3Y + z_3 + (1+h_3)C_2 = \\
&= 150 - 1{,}4 \cdot 60 + 30 + 1{,}05 \cdot 70{,}8 = 170{,}34 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=4: \qquad C_4 &= M_4 - f_4Y + z_4 + (1+h_4)C_3 = \\
&= 300 - 1{,}6 \cdot 60 + 100 + 1{,}05 \cdot 170{,}34 = 482{,}86 \\
&\quad \text{(остаточное имущество).}
\end{aligned}
$$

Проект C:

$$
\begin{aligned}
t=0: \qquad C_0 &= M_0 - f_0Y + z_0 = \\
&= 500 - 60 - 400 = 40 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=1: \qquad C_1 &= M_1 - f_1Y + z_1 + (1+h_1)C_0 = \\
&= -200 - 1{,}1 \cdot 60 - 200 + 1{,}06 \cdot 40 = -423{,}6 \\
&\quad \text{(проект нефинансируемый, поскольку} \\
&\quad \text{ превышен лимит заимствования).}
\end{aligned}
$$

Альтернатива отказа:

$$
\begin{aligned}
t=0: \qquad C_0 &= M_0 - f_0Y = \\
&= 500 - 60 = 440 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=1: \qquad C_1 &= M_1 - f_1Y + (1+h_1)C_0 = \\
&= -200 - 1{,}1 \cdot 60 + 1{,}06 \cdot 440 = 200{,}4 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=2: \qquad C_2 &= M_2 - f_2Y + (1+h_2)C_1 = \\
&= 20 - 1{,}2 \cdot 60 + 1{,}06 \cdot 200{,}4 = 160{,}42 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=3: \qquad C_3 &= M_3 - f_3Y + (1+h_3)C_2 = \\
&= 150 - 1{,}4 \cdot 60 + 1{,}05 \cdot 160{,}42 = 234{,}44 \\
&\quad \text{(необходима дополняющая инвестиция);} \\
t=4: \qquad C_4 &= M_4 - f_4Y + (1+h_4)C_3 = \\
&= 300 - 1{,}6 \cdot 60 + 1{,}05 \cdot 234{,}44 = 450{,}16 \\
&\quad \text{(остаточное имущество).}
\end{aligned}
$$

Инвестор предпочтет проект B, поскольку по нему планируется наибольшее остаточное имущество по истечении 4-х лет.

Полные финансовые планы для трех реализуемых альтернатив приведены в табл. 19.

Таблица 19

Полные финансовые планы (стремление к имуществу) (млн руб.)

Момент времени t	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*
Базовые платежи	500	−200	20	150	300
Проект *A*	−800	600	200	150	−80
Доп. заимствование (10%)	360	−396			
Доп. заимствование (10%)		62	−68,2		
Доп. инвестиция (5%)			−79,8	83,79	
Доп. инвестиция (5%)				−299,79	314,78
Изъятия	60	66	72	84	96
Остаточное имущество					438,78
Базовые платежи	500	−200	20	150	300
Проект *B*	−700	300	400	30	100
Доп. заимствование (10%)	260	−286			
Доп. заимствование (10%)		252	−277,2		
Доп. инвестиция (5%)			−70,8	74,34	
Доп. инвестиция (5%)				−170,34	178,86
Изъятия	60	66	72	84	96
Остаточное имущество					**482,86**

Базовые платежи	500	−200	20	150	300
Альтернатива отказа	0	0	0	0	0
Доп. инвестиция (6%)	−440	466,4			
Доп. инвестиция (6%)		−200,4	212,42		
Доп. инвестиция (5%)			−160,42	168,44	
Доп. инвестиция (5%)				−234,44	246,16
Изъятия	60	66	72	84	96
Остаточное имущество					450,16

Поясним принцип построения полного финансового плана в табл. 19 на примере проекта A.

Структура изъятий денег из бизнеса изначально задана инвестором и отражена в строке "Изъятия". Заметим, что проект A не рассматривается нами изолировано. Напротив, он исследуется в контексте остальной деятельности фирмы, результаты которой спланированы в виде базовых платежей. Таким образом, результат деятельности фирмы в 0-м году с учетом начала реализации проекта A составит $500-800 = -300$ млн руб. Однако при этом инвестор планирует в этом же году изъять из бизнеса 60 млн руб. Тогда он должен взять кредит на сумму $300 + 60 = 360$ млн руб. под 10% годовых. В результате в следующем 1-м году он должен вернуть банку сумму с процентами за год, т. е. 396 млн руб.

В 1-м году результат деятельности фирмы составит $600 - 200 - 396 = 4$ млн руб. Планируется изъять из бизнеса 66 млн руб. Следовательно, опять будет недостаток средств, теперь на сумму 62 млн руб. Именно столько денег следует снова занять в банке. В следующем 2-м году следует вернуть с процентами 68,2 млн руб.

Во 2-м году результат деятельности фирмы будет равен $20 + 200 - 68{,}2 = 151{,}8$ млн руб. Изымая при этом из бизнеса 72 млн руб., получим свободный остаток 79,8 млн руб. Его можно дополнительно инвестировать под 5% годовых. Тогда в следующем 3-м году эти деньги превратятся в 83,79 млн руб.

Продолжая подобные расчеты до 4-го года включительно, получим, что в конце срока остаточное имущество составит $300 - 80 + 314{,}78 - 96 = 438{,}78$ млн руб.

П р и м е р 20. Используем данные предыдущего примера. Только теперь инвестор хочет максимизировать уровень изъятий и при этом достичь остаточного имущества в размере $C_4 = 400$ млн руб. Рассчитать максимальный уровень изъятий для проекта B.

Р е ш е н и е. Задачу решаем методом линейной интерполяции с использованием формулы (13). Согласно рис. 18 необходимо взять такие два значения дохода Y, при одном из которых C_4 будет больше 400 млн руб., а при другом — меньше. Величина Y_1 нам известна из предыдущего примера. Это 60 млн руб. Остаточное имущество при таком доходе — 482,86 млн руб. В качестве Y_2 возьмем, например, 75 млн руб. Найдем тогда соответствующее ему значение остаточного имущества C_4:

$$
\begin{aligned}
C_0 &= 500 - 75 - 700 = -275;\\
C_1 &= \ -200 - 1{,}1 \cdot 75 + 300 - 1{,}1 \cdot 275 = -285;\\
C_2 &= 20 - 1{,}2 \cdot 75 + 400 - 1{,}1 \cdot 285 = 16{,}5;\\
C_3 &= 150 - 1{,}4 \cdot 75 + 30 + 1{,}05 \cdot 16{,}5 = 92{,}33;\\
C_4 &= 300 - 1{,}6 \cdot 75 + 100 + 1{,}05 \cdot 92{,}33 = 376{,}95.
\end{aligned}
$$

По формуле (13) получаем:

$$Y = 60 + \frac{482{,}86 - 400}{482{,}86 - 376{,}95}(75 - 60) = 71{,}74.$$

Сделаем проверку:

$$
\begin{aligned}
C_0 &= 500 - 71{,}74 - 700 = -271{,}74;\\
C_1 &= \ -200 - 1{,}1 \cdot 71{,}74 + 300 - 1{,}1 \cdot 271{,}74 = -277{,}83;\\
C_2 &= 20 - 1{,}2 \cdot 71{,}74 + 400 - 1{,}1 \cdot 277{,}83 = 28{,}3;\\
C_3 &= 150 - 1{,}4 \cdot 71{,}74 + 30 + 1{,}05 \cdot 28{,}3 = 109{,}28;\\
C_4 &= 300 - 1{,}6 \cdot 71{,}74 + 100 + 1{,}05 \cdot 109{,}28 = 399{,}96.
\end{aligned}
$$

Погрешность незначительна. Тогда, используя данные табл. 18 о структуре изъятий, рассчитаем уровень изъятий по годам:

$$Y = 71{,}74; \qquad f_1Y = 78{,}91; \qquad f_2Y = 86{,}09;$$
$$f_3Y = 100{,}44; \qquad f_4Y = 114{,}78.$$

П р и м е р 21. Условия те же, что и в примере 19. Предполагается максимизация остаточной стоимости. Далее, пусть некий конкурент заинтересован в том, чтобы инвестор отказался от осуществления проекта B. Он готов в случае отказа заплатить инвестору в момент времени $t = 0$ соответствующее возмещение.

1. Какова минимальная цена, которую потребует инвестор?

2. Как выглядел бы ответ, если бы конкурент был готов вместо одноразового возмещения заплатить возмещение двумя одинаковыми суммами в моменты времени $t = 0$ и $t = 1$?

3. Какова минимальная цена при единовременном возмещении, если бы инвестор хотел максимизировать свои изъятия при $C_4 = 400$ млн руб.?

Р е ш е н и е

1. Денежный поток инвестиции будет $(0; 0; 0; 0; 0)$. Временная структура изъятий $\mathbf{f}^* = (1; 0; 0; 0; 0)$. Определим новые базовые платежи:

$$M_0^* = M_0 - f_0 Y = 500 - 60 = 440;$$
$$M_1^* = M_1 - f_1 Y = -200 - 66 = -266;$$
$$M_2^* = M_2 - f_2 Y = 20 - 72 = -52;$$
$$M_3^* = M_3 - f_3 Y = 150 - 84 = 66;$$
$$M_4^* = M_4 - f_4 Y = 300 - 96 = 204.$$

Плановое остаточное имущество $C_4 = 482{,}86$ млн руб. Тогда методом линейной интерполяции найдем Y^*. Поскольку это не те деньги, которые инвестор изымает из бизнеса, а наоборот, те деньги, которые приходят в бизнес извне, т. е. от конкурента, величина Y^* должна быть отрицательной.

Возьмем $Y^* = -30$ млн руб.:

$$C_0 = M_0^* - f_0^* Y^* = 440 + 30 = 470;$$
$$C_1 = M_1^* - f_1^* Y^* + (1 + h_1)C_0 = -266 + 1{,}06 \cdot 470 = 232{,}2;$$
$$C_2 = M_2^* - f_2^* Y^* + (1 + h_2)C_1 = -52 + 1{,}06 \cdot 232{,}2 = 194{,}13;$$
$$C_3 = M_3^* - f_3^* Y^* + (1 + h_3)C_2 = 66 + 1{,}05 \cdot 194{,}13 = 269{,}84;$$
$$C_4 = M_4^* - f_4^* Y^* + (1 + h_4)C_3 = 204 + 1{,}05 \cdot 269{,}84 = 487{,}33.$$

Возьмем $Y^* = -20$ млн руб.:

$$C_0 = 440 + 20 = 460;$$
$$C_1 = -266 + 1{,}06 \cdot 460 = 221{,}6;$$
$$C_2 = -52 + 1{,}06 \cdot 221{,}6 = 182{,}9;$$
$$C_3 = 66 + 1{,}05 \cdot 182{,}9 = 258{,}05;$$
$$C_4 = 204 + 1{,}05 \cdot 258{,}05 = 474{,}95.$$

По формуле (13) получаем:

$$Y^* = -30 + \frac{487{,}33 - 482{,}86}{487{,}33 - 474{,}95}(-20 + 30) = -26{,}39.$$

Сделаем проверку:

$$\begin{aligned}
C_0 &= 440 + 26{,}39 = 466{,}39;\\
C_1 &= \ -266 + 1{,}06 \cdot 466{,}39 = 228{,}37;\\
C_2 &= \ -52 + 1{,}06 \cdot 228{,}37 = 190{,}07;\\
C_3 &= 66 + 1{,}05 \cdot 190{,}07 = 265{,}57;\\
C_4 &= 204 + 1{,}05 \cdot 265{,}57 = 482{,}85.
\end{aligned}$$

2. Теперь временная структура изъятий $\mathbf{f}^* = (1; 1; 0; 0; 0)$. Возьмем $Y^* = -20$ млн руб.:

$$\begin{aligned}
C_0 &= 440 + 20 = 460;\\
C_1 &= \ -266 + 20 + 1{,}06 \cdot 460 = 241{,}6;\\
C_2 &= \ -52 + 1{,}06 \cdot 241{,}6 = 204{,}1;\\
C_3 &= 66 + 1{,}05 \cdot 204{,}1 = 280{,}31;\\
C_4 &= 204 + 1{,}05 \cdot 280{,}31 = 498{,}33.
\end{aligned}$$

Возьмем $Y^* = -10$ млн руб.:

$$\begin{aligned}
C_0 &= 440 + 10 = 450;\\
C_1 &= \ -266 + 10 + 1{,}06 \cdot 450 = 221;\\
C_2 &= \ -52 + 1{,}06 \cdot 221 = 182{,}26;\\
C_3 &= 66 + 1{,}05 \cdot 182{,}26 = 257{,}37;\\
C_4 &= 204 + 1{,}05 \cdot 257{,}37 = 474{,}24.
\end{aligned}$$

По формуле (13) получаем:

$$Y^* = -20 + \frac{498{,}33 - 482{,}86}{498{,}33 - 474{,}24}(-10 + 20) = -13{,}58.$$

Проверка:

$$\begin{aligned}
C_0 &= 440 + 13{,}58 = 453{,}58;\\
C_1 &= \ -266 + 13{,}58 + 1{,}06 \cdot 453{,}58 = 228{,}37.
\end{aligned}$$

C_1 совпадает с результатом в пункте 1, поэтому дальше проверять не обязательно.

3. Временная структура изъятий $\mathbf{f}^* = (1; 0; 0; 0; 0)$. Остаточная стоимость $C_4 = 400$ млн руб. Уровни изъятий для такой остаточной стоимости получены в примере 19. Определим тогда новые базовые платежи:

$$\begin{aligned}
M_0^* &= M_0 - f_0 Y = 500 - 71{,}74 = 428{,}26;\\
M_1^* &= M_1 - f_1 Y = -200 - 78{,}91 = -278{,}91;\\
M_2^* &= M_2 - f_2 Y = 20 - 86{,}09 = -66{,}09;\\
M_3^* &= M_3 - f_3 Y = 150 - 100{,}44 = 49{,}56;\\
M_4^* &= M_4 - f_4 Y = 300 - 114{,}78 = 185{,}22.
\end{aligned}$$

Далее возьмем $Y^* = -30$ млн руб.:

$$\begin{aligned}
C_0 &= 428{,}26 + 30 = 458{,}26;\\
C_1 &= \ -278{,}91 + 1{,}06 \cdot 458{,}26 = 206{,}85;\\
C_2 &= \ -66{,}09 + 1{,}06 \cdot 206{,}85 = 153{,}17;\\
C_3 &= 49{,}56 + 1{,}05 \cdot 153{,}17 = 210{,}39;\\
C_4 &= 185{,}22 + 1{,}05 \cdot 210{,}39 = 406{,}13.
\end{aligned}$$

Возьмем $Y^* = -20$ млн руб.:

$$\begin{aligned}
C_0 &= 428{,}26 + 20 = 448{,}26;\\
C_1 &= \ -278{,}91 + 1{,}06 \cdot 448{,}26 = 196{,}25;\\
C_2 &= \ -66{,}09 + 1{,}06 \cdot 196{,}25 = 141{,}94;\\
C_3 &= 49{,}56 + 1{,}05 \cdot 141{,}94 = 198{,}6;\\
C_4 &= 185{,}22 + 1{,}05 \cdot 198{,}6 = 393{,}75.
\end{aligned}$$

По формуле (13) получаем:

$$Y^* = -30 + \frac{406{,}13 - 400}{406{,}13 - 393{,}75}(-20 + 30) = -25{,}05.$$

Проверка:

$$\begin{aligned}
C_0 &= 428{,}26 + 25{,}05 = 453{,}31;\\
C_1 &= \ -278{,}91 + 1{,}06 \cdot 453{,}31 = 201{,}6;
\end{aligned}$$

$$C_2 = \ -66{,}09 + 1{,}06 \cdot 201{,}6 = 147{,}61;$$
$$C_3 = 49{,}56 + 1{,}05 \cdot 147{,}61 = 204{,}55;$$
$$C_4 = 185{,}22 + 1{,}05 \cdot 204{,}55 = 400.$$

П р и м е р 22. Инвестор имеет плановый период, равный 3-м годам. Он исходит из базовых платежей величиной $(40; -10; 250; 130)$. В каждом году проценты по займам составляют 15%, а по инвестированию — 5%.

1. Целью является максимизация остаточного имущества при постоянном уровне дохода $Y = 25$ млн руб. Какое остаточное имущество должен обещать проект, чтобы его осуществление было выгодным?

2. Целью является максимизация дохода при желаемом остаточном имуществе $C_3 = 250$ млн руб. Чему тогда должен быть равен уровень дохода, чтобы не нужно было отказываться от проекта?

Р е ш е н и е

1. При альтернативе отказа получаем:

$$C_0 = 40 - 25 = 15;$$
$$C_1 = \ -10 - 25 + 1{,}05 \cdot 15 = -19{,}25;$$
$$C_2 = 250 - 25 - 1{,}15 \cdot 19{,}25 = 202{,}86;$$
$$C_3 = 130 - 25 + 1{,}05 \cdot 202{,}86 = 318.$$

Следовательно, необходимо отказаться от любого проекта, который не позволит получить остаточное имущество большее, чем это значение.

2. $C_3 = 250$ млн руб. Возьмем $Y = 30$ млн руб.:

$$C_0 = 40 - 30 = 10;$$
$$C_1 = \ -10 - 30 + 1{,}05 \cdot 10 = -29{,}5;$$
$$C_2 = 250 - 30 - 1{,}15 \cdot 29{,}5 = 186{,}08;$$
$$C_3 = 130 - 30 + 1{,}05 \cdot 186{,}08 = 295{,}38.$$

Возьмем $Y = 50$ млн руб.:

$$C_0 = 40 - 50 = -10;$$
$$C_1 = \ -10 - 50 - 1{,}15 \cdot 10 = -71{,}5;$$

$$C_2 = 250 - 50 - 1{,}15 \cdot 71{,}5 = 117{,}78;$$
$$C_3 = 130 - 50 + 1{,}05 \cdot 117{,}78 = 203{,}67.$$

По формуле (13) получаем:

$$Y = 30 + \frac{295{,}38 - 250}{295{,}38 - 203{,}67}(50 - 30) = 39{,}9.$$

Проверка:

$$C_0 = 40 - 39{,}9 = 0{,}1;$$
$$C_1 = -10 - 39{,}9 + 1{,}05 \cdot 0{,}1 = -49{,}8;$$
$$C_2 = 250 - 39{,}9 - 1{,}15 \cdot 49{,}8 = 152{,}83;$$
$$C_3 = 130 - 39{,}9 + 1{,}05 \cdot 152{,}83 = 250{,}57.$$

Погрешность большая, поэтому проводим вторую итерацию. Согласно рис. 18 за Y_1 берем 39,9 млн руб., а за Y_2 — 50 млн руб. Тогда

$$Y = 39{,}9 + \frac{250{,}57 - 250}{250{,}57 - 203{,}67}(50 - 39{,}9) = 40{,}02.$$

Проверка:

$$C_0 = 40 - 40{,}02 = -0{,}02;$$
$$C_1 = -10 - 40{,}02 - 1{,}15 \cdot 0{,}02 = -50{,}04;$$
$$C_2 = 250 - 40{,}02 - 1{,}15 \cdot 50{,}04 = 152{,}43;$$
$$C_3 = 130 - 40{,}02 + 1{,}05 \cdot 152{,}43 = 250{,}03.$$

Следовательно, необходимо отказаться от любого проекта, который по меньшей мере не обеспечит годового дохода в размере $Y = 40{,}02$ млн руб.

3.3. Совершенный рынок капитала

Если инвестор хочет максимизировать свое остаточное имущество при заданном уровне годовых изъятий и при этом имеет дело с совершенным рынком капитала ($h = s = i$), то в этом случае правило расчета остаточного имущества записывается в виде формулы

$$C_n = (1+i)^n \left(\sum_{t=0}^{n} (M_t - f_t Y)(1+i)^{-t} + \mathrm{NPV} \right), \tag{14}$$

где NPV в наших обозначениях вычисляется как

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} z_t (1+i)^{-t}. \tag{15}$$

Если же мы анализируем поведение инвестора, который хочет максимизировать свой уровень доходов и при этом имеет дело с совершенным и неограниченным рынком капитала, то для расчета уровня дохода Y применяется формула

$$Y = \frac{\sum\limits_{t=0}^{n} M_t (1+i)^{n-t} - C_n}{\sum\limits_{t=0}^{n} f_t (1+i)^{n-t}} + \frac{\mathrm{NPV}}{\sum\limits_{t=0}^{n} f_t (1+i)^{-t}}. \tag{16}$$

П р и м е р 23. Инвестор планирует в условиях совершенного рынка капитала при $i = 8\%$. Его плановый период охватывает $n = 6$ лет. Инвестор желает, чтобы его изъятия каждый год увеличивались на 6% по сравнению с предыдущим годом. Он может выбирать между проектами A и B (табл. 20).

1. Рассчитать NPV обоих проектов. Какой из них следует выбрать?

2. Рассчитать уровень изъятий, которых достигнет инвестор при альтернативе отказа, если остаточное имущество планируется в размере $C_6 = 900$ млн руб.

3. Какое остаточное имущество удастся получить при реализации проекта A, если уровень дохода $Y = 40$ млн руб.?

Р е ш е н и е

1. По формуле (15) получаем:

$$\mathrm{NPV}_A = -800 + \frac{400}{1{,}08} - \frac{300}{1{,}08^2} + \frac{200}{1{,}08^3} + \frac{600}{1{,}08^4} + \frac{150}{1{,}08^5} + \frac{500}{1{,}08^6} =$$
$$= 330{,}13;$$

Таблица 20

Исходные данные для анализа (млн руб.)

Момент времени t	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Базовые платежи	700	10	180	−110	−60	0	400
Проект A	−800	400	−300	200	600	150	500
Проект B	−400	−600	600	800	200		

$$\mathrm{NPV}_B = -400 - \frac{600}{1{,}08} + \frac{600}{1{,}08^2} + \frac{800}{1{,}08^3} + \frac{200}{1{,}08^4} = 340{,}92.$$

$\mathrm{NPV}_B > \mathrm{NPV}_A$, поэтому $B \succ A$.

2. При отказе от инвестиций формула (16) запишется проще:

$$Y = \frac{\sum\limits_{t=0}^{n} M_t(1+i)^{n-t} - C_n}{\sum\limits_{t=0}^{n} f_t(1+i)^{n-t}}.$$

Числитель дроби равен

$$700 \cdot 1{,}08^6 + 10 \cdot 1{,}08^5 + 180 \cdot 1{,}08^4 - 110 \cdot 1{,}08^3 - 60 \cdot 1{,}08^2 + 400 - \\ - 900 = 661{,}84,$$

а знаменатель

$$1{,}08^6 + 1{,}06 \cdot 1{,}08^5 + 1{,}06^2 \cdot 1{,}08^4 + 1{,}06^3 \cdot 1{,}08^3 + 1{,}06^4 \cdot 1{,}08^2 + \\ + 1{,}06^5 \cdot 1{,}08 + 1{,}06^6 = 10{,}5097,$$

тогда уровень дохода в рамках альтернативы отказа составляет

$$Y = \frac{661{,}84}{10{,}5097} = 62{,}9742.$$

В итоге уровень изъятий по годам составит величины:

$$Y = 62{,}97; \qquad f_1Y = 66{,}75; \qquad f_2Y = 70{,}76; \qquad f_3Y = 75;$$
$$f_4Y = 79,5; \qquad f_5Y = 84{,}27; \qquad f_6Y = 89{,}33.$$

3. Остаточное имущество считаем по формуле (14). Тогда по проекту A при уровне дохода $Y = 40$ млн руб. получаем:

$$\sum_{t=0}^{6}(M_t - f_tY)(1+i)^{-t} = 700 - 40 + \frac{10 - 1{,}06 \cdot 40}{1{,}08} + \\ + \frac{180 - 1{,}06^2 \cdot 40}{1{,}08^2} + \frac{-110 - 1{,}06^3 \cdot 40}{1{,}08^3} + \frac{-60 - 1{,}06^4 \cdot 40}{1{,}08^4} + \\ + \frac{-1{,}06^5 \cdot 40}{1{,}08^5} + \frac{400 - 1{,}06^6 \cdot 40}{1{,}08^6} = 719{,}31;$$

$$C_6 = 1{,}58687(719{,}31 + 330{,}13) = 1665{,}35.$$

П р и м е р 24. Рассматриваются альтернативные инновационные проекты A и B (табл. 21).

Таблица 21

Исходные данные по проектам (млн руб.)

Момент времени t	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*
Проект A	−100	20	30	40	50
Проект B	−120	30	40	40	50

1. Какой из двух проектов следует предпочесть, если спотовые процентные ставки: $i_{0,1} = 5\%$, $i_{0,2} = 7\%$, $i_{0,3} = 8\%$, $i_{0,4} = 9\%$?

2. Чему равна при этих условиях форвардная ставка $i_{1,2}$?

Р е ш е н и е

1. Поскольку ставка дисконта меняется по годам, формула расчета NPV изменится следующим образом:

$$\mathrm{NPV} = \sum_{t=0}^{n} z_t(1+i_t)^{-t} = z_0 + \sum_{t=1}^{n} z_t(1+i_{0,t})^{-t}.$$

Тогда для проектов A и B получаем:

$$\mathrm{NPV}_A = -100 + \frac{20}{1{,}05} + \frac{30}{1{,}07^2} + \frac{40}{1{,}08^3} + \frac{50}{1{,}09^4} = 12{,}425;$$
$$\mathrm{NPV}_B = -120 + \frac{30}{1{,}05} + \frac{40}{1{,}07^2} + \frac{40}{1{,}08^3} + \frac{50}{1{,}09^4} = 10{,}684.$$

$\mathrm{NPV}_A > \mathrm{NPV}_B$, поэтому $A \succ B$.

2. На рынке, свободном от арбитража, должно выполняться:

$$(1+i_{0,1})(1+i_{1,2}) = (1+i_{0,2})^2.$$

Отсюда следует, что форвардная ставка

$$i_{1,2} = \frac{(1+i_{0,2})^2}{1+i_{0,1}} - 1 = \frac{1{,}07^2}{1{,}05} - 1 = 0{,}09038, \text{ т. е. } 9{,}038\%.$$

3.4. Расчет чистого приведенного дохода с учетом выплаты налога на прибыль

Здесь мы рассматриваем совершенный рынок капитала. Остаточное имущество с учетом выплаты налога на прибыль рассчитывается по формуле

$$C_n = (1+i_T)^n \Bigg(\underbrace{\sum_{t=0}^{n} U_t (1+i_T)^{-t}}_{\text{PV независимых от проекта платежей}} +$$

$$+ \underbrace{\sum_{t=1}^{n} \big(\mathrm{CF}_t (1-T) + T \cdot \mathrm{AfA}_t\big)(1+i_T)^{-t} - I_0}_{\text{PV зависимых от проекта платежей (NPV)}} \Bigg),$$

где i_T — расчетная ставка процента с учетом налога на прибыль:

$$i_T = i(1-T);$$

T — ставка налога на прибыль;

U_t — независимые от проекта платежи в момент t:

$$U_0 = M_0 - f_0 Y; \tag{17}$$

$$U_t = M_t - f_t Y - T \cdot \mathrm{BBG}_{\text{приб.},t} \quad \text{для} \quad \forall\, t = \overline{1,n}; \tag{18}$$

$\mathrm{BBG}_{\text{приб.},t}$ — сальдо основной, т. е. независимой от проекта, налогооблагаемой прибыли;

CF_t — денежный поток проекта в момент t;

AfA_t — амортизационные отчисления по проекту в момент t;

I_0 — капитальные вложения в проект в момент $t = 0$.

Таким образом, чистый приведенный доход с учетом выплаты налога на прибыль вычисляется как

$$\mathrm{NPV} = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \big(\mathrm{CF}_t (1-T) + T \cdot \mathrm{AfA}_t\big)(1+i_T)^{-t}. \tag{19}$$

П р и м е р 25. Рассматриваются альтернативные инновационные проекты A и B (табл. 22).

Таблица 22

Исходные данные по проектам (млн руб.)

	$-I_0$	CF_1	CF_2	CF_3	CF_4
Проект A	$-4\,000$	800	1 000	3 000	2 000
Проект B	$-4\,000$	3 000	750	1 000	1 300

Рынок капитала является совершенным. Расчетная ставка процента без налогообложения $i = 20\%$ годовых. Капитальные вложения складываются из приобретения основных средств и нематериальных активов, которые амортизируются в течение 4-х лет линейным методом. Ставка налога на прибыль $T = 20\%$. Какой проект следует предпочесть?

Р е ш е н и е. Расчетная ставка процента с учетом налогообложения равна

$$i_T = i(1 - T) = 20\%(1 - 0{,}2) = 16\%.$$

Подробная схема расчета NPV проектов A и B с учетом выплаты налога на прибыль по формуле (19) представлена в табл. 23 и 24.

$\mathrm{NPV}_B > \mathrm{NPV}_A$, поэтому $B \succ A$.

П р и м е р 26. Инвестор должен оценить инновационный проект с денежным потоком $(-1\,500; 200; 800; 850)$. Рынок капитала является совершенным при расчетной неналогооблагаемой ставке процента $i = 10\%$ годовых. Инвестор намерен максимизировать свое остаточное имущество при одинаковых ежегодных доходах $Y = 20$ млн руб. Базовые платежи составляют $(800; -200; 0; 2\,000)$. В каждый год планового периода $(t \geq 1)$ сальдо основной налогооблагаемой прибыли составляет постоянно $\mathrm{BBG}_{\text{приб.},t} = 490$ млн руб. Капитальные вложения складываются из приобретения основных средств и нематериальных активов, которые амортизируются в течение 3-х лет линейным методом.

1. Вычислить, каких остаточных стоимостей и NPV достигает инвестор, если $T = 20\%$, $T = 40\%$ и $T = 60\%$.

2. Проинтерпретировать результат, согласно которому NPV при возрастании ставки T изменяется в направлении, противоположном направлению остаточной стоимости.

Таблица 23

Расчет NPV проекта *A* с учетом выплаты налога на прибыль

t	*Денежный поток*	*Чистые платежи*			$(1+i_T)^{-t}$	*Дисконтированные чистые платежи*
		$\mathrm{CF}_t(1-T)$	$T\cdot\mathrm{AfA}_t$	*Сумма*		
0	−4 000			−4 000	1	−4 000
1	800	640	200	840	0,86207	724,139
2	1 000	800	200	1 000	0,74316	743,16
3	3 000	2 400	200	2 600	0,64066	1 665,716
4	2 000	1 600	200	1 800	0,55229	994,112
						$\mathrm{NPV}_A = 127{,}127$

Таблица 24

Расчет NPV проекта *B* с учетом выплаты налога на прибыль

t	*Денежный поток*	*Чистые платежи*			$(1+i_T)^{-t}$	*Дисконтированные чистые платежи*
		$\mathrm{CF}_t(1-T)$	$T \cdot \mathrm{AfA}_t$	*Сумма*		
0	−4 000			−4 000	1	−4 000
1	3 000	2 400	200	2 600	0,86207	2 241,382
2	750	600	200	800	0,74316	594,528
3	1 000	800	200	1 000	0,64066	640,66
4	1 300	1 040	200	1 240	0,55229	684,84
						$\mathrm{NPV}_B = \mathbf{161{,}41}$

Р е ш е н и е

1. Сначала вычислим остаточную стоимость C_3 для случая $T = 20\%$. Расчетная ставка процента с учетом налогообложения равна

$$i_T = i(1 - T) = 10\%(1 - 0{,}2) = 8\%.$$

Затем найдем PV независимых от проекта платежей U_t.
По формулам (17) и (18) получаем:

$$\begin{aligned} U_0 &= 800 - 20 = 780;\\ U_1 &= -200 - 20 - 0{,}2 \cdot 490 = -318;\\ U_2 &= -20 - 0{,}2 \cdot 490 = -118;\\ U_3 &= 2\,000 - 20 - 0{,}2 \cdot 490 = 1\,882.\end{aligned}$$

Тогда

$$\sum_{t=0}^{3} U_t (1 + i_T)^{-t} = 780 - \frac{318}{1{,}08} - \frac{118}{1{,}08^2} + \frac{1\,882}{1{,}08^3} = 1\,878{,}382.$$

Теперь найдем NPV проекта по формуле (19) в табл. 25.
В результате остаточная стоимость составит величину

$$C_3 = 1{,}08^3(1\,878{,}382 - 5{,}639) = 2\,359{,}117.$$

Проделаем все то же самое для случая $T = 40\%$:

$$\begin{aligned} i_T &= i(1 - T) = 10\%(1 - 0{,}4) = 6\%;\\ U_0 &= 800 - 20 = 780;\\ U_1 &= -200 - 20 - 0{,}4 \cdot 490 = -416;\\ U_2 &= -20 - 0{,}4 \cdot 490 = -216;\\ U_3 &= 2\,000 - 20 - 0{,}4 \cdot 490 = 1\,784;\end{aligned}$$

$$\sum_{t=0}^{3} U_t (1 + i_T)^{-t} = 780 - \frac{416}{1{,}06} - \frac{216}{1{,}06^2} + \frac{1\,784}{1{,}06^3} = 1\,693{,}189;$$

$$C_3 = 1{,}06^3(1\,693{,}189 + 3{,}218) = 2\,020{,}448.$$

Расчет NPV = 3,218 млн руб. показан в табл. 26.

Таблица 25

Расчет NPV проекта при $T = 20\%$

t	Денежный поток	Чистые платежи			$(1 + i_T)^{-t}$	Дисконтированные чистые платежи
		$\mathrm{CF}_t(1 - T)$	$T \cdot \mathrm{AfA}_t$	Сумма		
0	−1 500			−1 500	1	−1 500
1	200	160	100	260	0,92593	240,742
2	800	640	100	740	0,85734	634,432
2	850	680	100	780	0,79383	619,187
						NPV = −5,639

Таблица 26

Расчет NPV проекта при $T = 40\%$

t	Денежный поток	Чистые платежи			$(1+i_T)^{-t}$	Дисконтированные чистые платежи
		$\mathrm{CF}_t(1-T)$	$T \cdot \mathrm{AfA}_t$	Сумма		
0	−1 500			−1 500	1	−1 500
1	200	120	200	320	0,9434	301,888
2	800	480	200	680	0,89	605,2
2	850	510	200	710	0,83962	596,13
						NPV = 3,218

Таблица 27

Расчет NPV проекта при $T = 60\%$

t	Денежный поток	Чистые платежи			$(1+i_T)^{-t}$	Дисконтированные чистые платежи
		$\mathrm{CF}_t(1-T)$	$T \cdot \mathrm{AfA}_t$	Сумма		
0	−1 500			−1 500	1	−1 500
1	200	80	300	380	0,96154	365,385
2	800	320	300	620	0,92456	573,227
2	850	340	300	640	0,89	569,6
						NPV = 7,57

Наконец, проведем вычисления для случая $T = 60\%$:

$$\begin{aligned}
i_T &= i(1-T) = 10\%(1-0{,}6) = 4\%;\\
U_0 &= 800 - 20 = 780;\\
U_1 &= \ -200 - 20 - 0{,}6 \cdot 490 = -514;\\
U_2 &= \ -20 - 0{,}6 \cdot 490 = -314;\\
U_3 &= 2\,000 - 20 - 0{,}6 \cdot 490 = 1\,686;
\end{aligned}$$

$$\sum_{t=0}^{3} U_t(1+i_T)^{-t} = 780 - \frac{514}{1{,}04} - \frac{314}{1{,}04^2} + \frac{1\,686}{1{,}04^3} = 1\,494{,}306;$$

$$C_3 = 1{,}04^3(1\,494{,}306 + 7{,}57) = 1\,689{,}406.$$

Расчет NPV = 7,57 млн руб. показан в табл. 27.

2. Результаты вычисления для разных ставок налога на прибыль сведем в табл. 28.

Таблица 28

Чистый приведенный доход и остаточная стоимость при разных ставках налога на прибыль (млн руб.)

Ставка налога на прибыль	*Чистый приведенный доход*	*Остаточная стоимость*
20%	−5,639	2 359,117
40%	3,218	2 020,448
60%	7,57	1 689,406

Из табл. 28 видно, что NPV при увеличении ставки T, действительно, изменяется в направлении, противоположном направлению остаточной стоимости, т. е. NPV возрастает, а C_3 убывает.

Остаточная стоимость C_3 в рамках альтернативы отказа также убывает с ростом T:

$$T = 20\%: \qquad C_3 = 1{,}08^3 \cdot 1\,878{,}382 = 2\,366{,}22;$$

$$T = 40\% : \qquad C_3 = 1{,}06^3 \cdot 1\,693{,}189 = 2\,016{,}615;$$

$$T = 60\% : \qquad C_3 = 1{,}04^3 \cdot 1\,494{,}306 = 1\,680{,}891.$$

Сравнивая эти результаты C_3 с их значениями в табл. 28, можем сделать следующий вывод:

При более высоких ставках налога на прибыль осуществление инвестиции, действительно, более выгодно, чем отказ от нее. Значит, NPV, несмотря на его кажущееся парадоксальное поведение, является надежным критерием, если цель состоит в том, чтобы рассчитать самую лучшую инвестицию при данных ставках налога.

Глава 4

Финансирование инвестиционных программ инновационной деятельности

4.1. Инвестиционное планирование при ограниченном бюджете финансирования

Для формирования оптимального портфеля инновационных проектов существуют два классических подхода:

1. Решение Дина.

2. Решение с помощью линейного программирования.

В обоих случаях подразумевается, что в каждый момент планового периода ставка по займам отличается от ставки по инвестициям.

Однако, если предельная цена капитала (MCC) известна изначально (что на практике, естественно, большая редкость), то в обоих случаях процедура формирования оптимального портфеля проектов значительно упрощается. Дело в том, что, зная величину MCC, можно по этой ставке дисконта оценить NPV каждого проекта и принять ту инвестиционную программу, в которой NPV проектов будут положительными.

Но и в этом случае проблема формирования портфеля проектов не решается однозначно. При ограниченном бюджете финансирования существуют два варианта решения:

1. Если инновационные проекты делимые (что на практике также большая редкость), то включать их в инвестиционную программу следует в порядке убывания NPV. При этом каждый проект включается в программу один раз, а чтобы использовать весь бюджет финансирования, последний выбранный проект включается не целиком.

Существует некоторая погрешность такого способа решения, поэтому для повышения точности выбора инвестиционной программы рекомендуется использовать линейное программирование. Полученную задачу линейного программирования можно решать, например, симплекс-методом. Но и он может не дать однозначного ответа в случае альтернативного оптимума или в случае возникновения известной проблемы зацикливания.

2. Если инновационные проекты неделимые, то включать их в инвестиционную программу следует в такой комбинации, чтобы инвестор получал при этом максимальную денежную выгоду. Для этого можно сложить NPV проектов каждой финансируемой комбинации и выбрать ту из них, в которой сумма NPV будет наибольшей. Однако при этом не учитывается объем финансирования данных проектов, который для каждой комбинации будет своим по причине неделимости проектов. Можно решить эту проблему, если соотнести сумму NPV проектов с суммой инвестиций в них (индекс общей рентабельности TP) и выбрать максимальное отношение.

Чтобы применить этот способ на практике, необходимо перебрать все финансируемые комбинации проектов, а это достаточно трудоемкий процесс при большом количестве анализируемых проектов. В этом случае следует использовать алгоритм целочисленного программирования.

Заметим, что, применяя математическое программирование, в обоих вариантах решения необходимо определиться с выбором целевой функции. Здесь возникает проблема выбора инвестором цели инвестирования. В качестве таковых могут выступать:

1. Максимизация остаточного имущества в конце горизонта планирования.

2. Максимизация изъятий во всех периодах общего горизонта планирования.

3. Максимизация современной стоимости будущих денежных потоков проектов.

Формулируя третью цель, инвестор ориентируется на максимизацию критерия NPV. Как известно, результатам именно этого критерия выбора вложений капитала следует больше всего доверять, поскольку он показывает, насколько увеличится благосостояние акционеров (или учредителей) в результате выбора того или иного проекта либо портфеля проектов.

Существуют также и другие критерии для формирования оптимального портфеля проектов. Так, например, согласно решению Дина составлять инвестиционную программу следует в порядке убывания ставок IRR проектов. Логично предположить, что такой же принцип применим и в случае ограниченного бюджета финансирования, когда формирование инвестиционной программы можно оборвать в любой момент. Этот момент опять же выбирается по-разному для неделимых и делимых проектов. Однако известно, что само решение Дина также является некоторым приближением к оптимальной инвестиционной программе в случае многопериодного горизонта планирования. Оно является точным только в случае однопериодного горизонта планирования. В качестве такого периода можно рассматривать, к примеру, год.

Наконец, в качестве критерия для формирования оптимального портфеля проектов можно использовать индекс доходности (PI). Здесь также проекты включаются в программу в порядке его убывания.

Таким образом, в настоящем параграфе для формирования оптимального портфеля инновационных проектов в условиях ограниченного бюджета финансирования будем использовать два приближенных метода:

1. В случае делимых проектов в портфель включаются проекты с наибольшими значениями а) NPV, б) IRR, в) PI.

2. В случае неделимых проектов в портфель включаются проекты с наибольшими значениями а) TP, б) IRR.

В следующем параграфе для формирования оптимального портфеля инновационных проектов в условиях неограниченного бюджета финансирования будем использовать точный метод, т. е. решение Дина в случае однопериодного горизонта планирования.

П р и м е р 27. Анализируются четыре инновационных проекта (табл. 29), причем A и C, а также B и D — взаимоисключающие проекты. Составить возможные комбинации проектов и выбрать из них оптимальную.

Р е ш е н и е. Определим возможные комбинации проектов. Это $A + B$, $A + D$, $B + C$ и $C + D$.

1. Применим метод, используемый для делимых проектов. Их NPV и IRR известны. Индексы доходности проектов находим по формуле

$$\mathrm{PI} = \frac{\mathrm{IC} + \mathrm{NPV}}{\mathrm{IC}}, \qquad (20)$$

где IC — инвестиции в проект.

Таблица 29

Исходные данные по инновационным проектам

	IC *(млн руб.)*	NPV *(млн руб.)*	IRR *(%)*
Проект A	600	65	25
Проект B	800	29	14
Проект C	400	68	20
Проект D	280	30	9

Затем проранжируем все четыре проекта по критериям NPV, IRR и PI в табл. 30.

Таблица 30

Исследование делимых проектов

	NPV *(млн руб.)*	*Ранг по* NPV	IRR *(%)*	*Ранг по* IRR	PI	*Ранг по* PI
Проект A	65	2	25	1	1,108	2
Проект B	29	4	14	3	1,036	4
Проект C	68	1	20	2	1,17	1
Проект D	30	3	9	4	1,107	3

По критерию NPV в первую очередь выбираем проект C. Его комбинация с проектом A невозможна по условию задачи, поэтому комбинируем его с проектом D. То есть выбираем $C + D$.

По критерию IRR прежде всего выбираем проект A. Его комбинация с проектом C невозможна, поэтому совмещаем его с проектом B. То есть выбираем $B + C$.

Нетрудно заметить, что результаты выбора по критерию PI будут такими же, как результаты для NPV, т. е. выбираем $C + D$.

2. Применим метод, предлагаемый нами для неделимых проектов. По критериям IRR и PI необходимые расчеты уже сделаны. Тогда проранжируем возможные комбинации проектов, используя для этого отношение суммы NPV проектов к сумме инвестиций в них (индекс общей рентабельности):

$$\mathrm{TP} = \frac{\sum\limits_{j=1}^{J} \mathrm{NPV}_j}{\sum\limits_{j=1}^{J} \mathrm{IC}_j},$$

где индексом j обозначен номер проекта в инвестиционной программе ($j = \overline{1, J}$).

Результаты расчетов по индексу TP представлены в табл. 31.

Таблица 31

Исследование неделимых проектов

Портфели	$\sum\limits_{j=1}^{J} \mathrm{NPV}_j$ *(млн руб.)*	$\sum\limits_{j=1}^{J} \mathrm{IC}_j$ *(млн руб.)*	$\sum\limits_{j=1}^{J} \mathrm{NPV}_j \Big/ \sum\limits_{j=1}^{J} \mathrm{IC}_j$
$A + B$	94	1 400	0,067
$A + D$	95	880	0,108
$B + C$	97	1 200	0,081
$C + D$	98	680	**0,144**

Согласно данным табл. 31 оптимальной получается комбинация проектов $C + D$. Заметим, что такой же вывод получился по критерию NPV. Поскольку этот результат преобладает в данной задаче, окончательно выбираем комбинацию $C + D$.

Хотя в данном примере нет ограничения бюджета финансирования, тем не менее он позволяет понять основной принцип применения обоих методов формирования оптимального портфеля инновационных проектов. В следующем примере уже присутствует ограничение бюджета финансирования проектов.

П р и м е р 28. Предприятие имеет возможность инвестировать в инновации: а) до 55 млрд руб.; б) до 90 млрд руб. При этом цена капитала составляет 10% годовых. Составить оптимальный портфель инновационных проектов, представленных в табл. 32, для обоих вариантов.

Таблица 32

Денежные потоки инновационных проектов (млрд руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*
Проект A	−30	6	11	13	12
Проект B	−20	4	8	12	5
Проект C	−40	12	15	15	15
Проект D	−15	4	5	6	6

Р е ш е н и е. Для использования любого из двух методов формирования портфеля необходимо прежде всего рассчитать критерии NPV, IRR и PI каждого проекта.

$$\mathrm{NPV}_A = -30 + \frac{6}{1{,}1} + \frac{11}{1{,}1^2} + \frac{13}{1{,}1^3} + \frac{12}{1{,}1^4} = 2{,}509;$$

$$\mathrm{NPV}_B = -20 + \frac{4}{1{,}1} + \frac{8}{1{,}1^2} + \frac{12}{1{,}1^3} + \frac{5}{1{,}1^4} = 2{,}679;$$

$$\mathrm{NPV}_C = -40 + \frac{12}{1{,}1} + \frac{15}{1{,}1^2} + \frac{15}{1{,}1^3} + \frac{15}{1{,}1^4} = 4{,}821;$$

$$\mathrm{NPV}_D = -15 + \frac{4}{1{,}1} + \frac{5}{1{,}1^2} + \frac{6}{1{,}1^3} + \frac{6}{1{,}1^4} = 1{,}375.$$

$$\mathrm{NPV}_{A(12\%)} = -30 + \frac{6}{1{,}12} + \frac{11}{1{,}12^2} + \frac{13}{1{,}12^3} + \frac{12}{1{,}12^4} = 1{,}005636;$$

$$\mathrm{NPV}_{A(15\%)} = -30 + \frac{6}{1{,}15} + \frac{11}{1{,}15^2} + \frac{13}{1{,}15^3} + \frac{12}{1{,}15^4} = -1{,}056278;$$

$$\mathrm{IRR}_A = 0{,}12 + \frac{1{,}005636}{1{,}005636 + 1{,}056278}\,0{,}03 = 0{,}134632\ (13{,}4632\%);$$

$$\mathrm{NPV}_{A(13,4632\%)} = -30 + \frac{6}{1{,}134632} + \frac{11}{1{,}134632^2} + \frac{13}{1{,}134632^3} + $$
$$+ \frac{12}{1{,}134632^4} = -0{,}027385 \approx 0.$$
$$\mathrm{NPV}_{B(15\%)} = -20 + \frac{4}{1{,}15} + \frac{8}{1{,}15^2} + \frac{12}{1{,}15^3} + \frac{5}{1{,}15^4} = 0{,}276371;$$
$$\mathrm{NPV}_{B(16\%)} = -20 + \frac{4}{1{,}16} + \frac{8}{1{,}16^2} + \frac{12}{1{,}16^3} + \frac{5}{1{,}16^4} = -0{,}157073;$$
$$\mathrm{IRR}_B = 0{,}15 + \frac{0{,}276371}{0{,}276371 + 0{,}157073} 0{,}01 = 0{,}156376 \ (15{,}6376\%);$$
$$\mathrm{NPV}_{B(15,6376\%)} = -20 + \frac{4}{1{,}156376} + \frac{8}{1{,}156376^2} + \frac{12}{1{,}156376^3} + $$
$$+ \frac{5}{1{,}156376^4} = -0{,}001657 \approx 0.$$
$$\mathrm{NPV}_{C(15\%)} = -40 + \frac{12}{1{,}15} + \frac{15}{1{,}15^2} + \frac{15}{1{,}15^3} + \frac{15}{1{,}15^4} = 0{,}21598;$$
$$\mathrm{NPV}_{C(16\%)} = -40 + \frac{12}{1{,}16} + \frac{15}{1{,}16^2} + \frac{15}{1{,}16^3} + \frac{15}{1{,}16^4} = -0{,}613497;$$
$$\mathrm{IRR}_C = 0{,}15 + \frac{0{,}21598}{0{,}21598 + 0{,}613497} 0{,}01 = 0{,}152604 \ (15{,}2604\%);$$
$$\mathrm{NPV}_{C(15,2604\%)} = -40 + \frac{12}{1{,}152604} + \frac{15}{1{,}152604^2} + \frac{15}{1{,}152604^3} + $$
$$+ \frac{15}{1{,}152604^4} = -0{,}002723 \approx 0.$$
$$\mathrm{NPV}_{D(14\%)} = -15 + \frac{4}{1{,}14} + \frac{5}{1{,}14^2} + \frac{6}{1{,}14^3} + \frac{6}{1{,}14^4} = -0{,}04158 \approx 0;$$
$$\mathrm{IRR}_D \approx 14\%.$$
$$\mathrm{PI}_A = \frac{30 + 2{,}509}{30} = 1{,}084; \qquad \mathrm{PI}_B = \frac{20 + 2{,}679}{20} = 1{,}134;$$
$$\mathrm{PI}_C = \frac{40 + 4{,}821}{40} = 1{,}121; \qquad \mathrm{PI}_D = \frac{15 + 1{,}375}{15} = 1{,}092.$$

1. Применим метод, используемый для делимых проектов. Проранжируем все четыре проекта по критериям NPV, IRR и PI в табл. 33.

Таблица 33

Исследование делимых проектов

	NPV (млрд руб.)	*Ранг по* NPV	IRR (%)	*Ранг по* IRR	PI	*Ранг по* PI
Проект A	2,509	3	13,46	4	1,084	4
Проект B	2,679	2	15,64	1	1,134	1
Проект C	4,821	1	15,26	2	1,121	2
Проект D	1,375	4	14	3	1,092	3

Если бюджет финансирования составляет 55 млрд руб., то согласно рангам проектов (табл. 33) и размерам инвестиций в них (табл. 32) получаем:

— по критерию NPV выгоднее профинансировать инвестиционную программу $C + B(75\%)$;

— по критерию IRR выгоднее профинансировать инвестиционную программу $B + C(87,5\%)$;

— по критерию PI также выгоднее профинансировать программу $B + C(87,5\%)$.

Аналогично, если бюджет финансирования составляет 90 млрд руб., получаем:

— по критерию NPV выгоднее профинансировать инвестиционную программу $C + B + A$;

— по критерию IRR выгоднее профинансировать инвестиционную программу $B + C + D + A(50\%)$;

— по критерию PI также выгоднее профинансировать программу $B + C + D + A(50\%)$.

2. Применим метод, предлагаемый нами для неделимых проектов. Проранжируем комбинации проектов, которые можно профинансировать согласно данным табл. 32, используя для этого отношение суммы NPV проектов к сумме инвестиций в них (индекс TP). Результаты расчетов представлены в табл. 34 и 35. При бюджете финансирования 55 млрд руб. оптимальным получается портфель $B + D$. При бюджете 90 млрд руб. это портфель $B + C$. Отметим, что комбинация $A + B + C$ при этом менее рентабельна.

Таблица 34

Исследование неделимых проектов при бюджете финансирования 55 млрд руб.

Портфели	$\sum_{j=1}^{J} \mathrm{NPV}_j$ (*млрд руб.*)	$\sum_{j=1}^{J} \mathrm{IC}_j$ (*млрд руб.*)	$\sum_{j=1}^{J} \mathrm{NPV}_j / \sum_{j=1}^{J} \mathrm{IC}_j$
$A + B$	5,188	50	0,104
$A + D$	3,884	45	0,086
$B + D$	4,054	35	**0,115**
$C + D$	6,196	55	0,113

Таблица 35

Исследование неделимых проектов при бюджете финансирования 90 млрд руб.

Портфели	$\sum_{j=1}^{J} \mathrm{NPV}_j$ (*млрд руб.*)	$\sum_{j=1}^{J} \mathrm{IC}_j$ (*млрд руб.*)	$\sum_{j=1}^{J} \mathrm{NPV}_j / \sum_{j=1}^{J} \mathrm{IC}_j$
$A + B + C$	10,009	90	0,111
$A + B + D$	6,563	65	0,101
$A + C + D$	8,705	85	0,102
$B + C + D$	8,875	75	0,118
$A + C$	3,884	70	0,055
$B + C$	7,5	60	**0,125**

По критерию IRR оптимальный портфель неделимых проектов при бюджете финансирования 55 млрд руб. состоит только из проекта B, а при бюджете 90 млрд руб. это портфель $B + C + D$.

В заключение отметим, что больше всего следует доверять результатам критерия NPV (для делимых проектов) либо результатам индекса TP (для неделимых проектов), поскольку именно NPV показывает насколько реально, т. е. в деньгах, увеличивается благосостояние акционеров (или учредителей) в результате осуществления соответствующей инвестиционной программы.

П р и м е р 29. Объем инвестиционных возможностей компании ограничен — 90 млрд руб. Имеется возможность выбора из шести инновационных проектов, представленных в табл. 36. Проекты независимые и делимые. Предельная цена капитала — 10% годовых. Составить оптимальный портфель проектов по критериям: а) NPV; б) IRR; в) PI.

Таблица 36

Исходные данные по инновационным проектам

	IC *(млн руб.)*	NPV *(млн руб.)*	IRR *(%)*
Проект A	30 000	2 822	13,6
Проект B	20 000	2 562	19,4
Проект C	50 000	3 214	12,5
Проект D	10 000	2 679	21,9
Проект E	20 000	909	15
Проект F	40 000	4 509	15,6

Р е ш е н и е. Применяем метод, используемый для делимых проектов. Во-первых, проверим, все ли проекты можно включать в инвестиционную программу. Отрицательных NPV нет. Все ставки IRR больше цены капитала 10%. Следовательно, каждый из проектов выгодный. Рассчитаем их PI по формуле (20):

$$\mathrm{PI}_A = \frac{30\,000 + 2\,822}{30\,000} = 1{,}094; \qquad \mathrm{PI}_B = \frac{20\,000 + 2\,562}{20\,000} = 1{,}128;$$

$$\mathrm{PI}_C = \frac{50\,000 + 3\,214}{50\,000} = 1{,}064; \qquad \mathrm{PI}_D = \frac{10\,000 + 2\,679}{10\,000} = 1{,}268;$$

$$\mathrm{PI}_E = \frac{20\,000 + 909}{20\,000} = 1{,}045; \qquad \mathrm{PI}_F = \frac{40\,000 + 4\,509}{40\,000} = 1{,}113.$$

Проранжируем проекты по критериям NPV, IRR и PI в табл. 37.

Бюджет финансирования составляет 90 млрд руб., тогда согласно рангам проектов (табл. 37) и размерам инвестиций в них (см. табл. 36) получаем:

— по критерию NPV выгоднее профинансировать инвестиционную программу $F + C$;

— по критерию IRR выгоднее профинансировать инвестиционную программу $D + B + F + E$;

— по критерию PI выгоднее профинансировать инвестиционную программу $D + B + F + \frac{2}{3}A$.

Таблица 37

Исследование делимых проектов

	NPV *(млн руб.)*	*Ранг по* NPV	IRR *(%)*	*Ранг по* IRR	PI	*Ранг по* PI
Проект A	2 822	3	13,6	5	1,094	4
Проект B	2 562	5	19,4	2	1,128	2
Проект C	3 214	2	12,5	6	1,064	5
Проект D	2 679	4	21,9	1	1,268	1
Проект E	909	6	15	4	1,045	6
Проект F	4 509	1	15,6	3	1,113	3

П р и м е р 30. Анализируются четыре инновационных проекта, представленных в табл. 38. Предельная цена капитала для них — 12% в год. Бюджет предприятия ограничен — 120 млн руб. Проекты независимые и делимые. Составить их оптимальную комбинацию.

Р е ш е н и е. Применяем метод, используемый для делимых проектов. Прежде всего необходимо рассчитать критерии NPV, IRR и PI каждого проекта.

$$\mathrm{NPV}_A = -31 + 6\,a_{10;12\%} = -31 + 6\,\frac{1 - 1{,}12^{-10}}{0{,}12} = 2{,}901338;$$

$$\mathrm{NPV}_B = -60 + \frac{20}{1{,}12} + \frac{20}{1{,}12^2} + \frac{40}{1{,}12^3} + \frac{10}{1{,}12^4} = 8{,}627411;$$

$$\mathrm{NPV}_C = -25 + \frac{80}{1{,}12^{10}} = 0{,}757859;$$

$$\mathrm{NPV}_D = -40 + \frac{30}{1{,}12} + \frac{25}{1{,}12^2} = 6{,}715561.$$

Таблица 38

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

Год	*Проект A*	*Проект B*	*Проект C*	*Проект D*
0	–31	–60	–25	–40
1	6	20	—	30
2	6	20	—	25
3	6	40	—	
4	6	10	—	
5	6		—	
6	6		—	
7	6		—	
8	6		—	
9	6		—	
10	6		80	

$$31 = 6\, a_{10;\mathrm{IRR}_A}; \qquad a_{10;\mathrm{IRR}_A} = 5{,}166667;$$

$$a_{10;14\%} = \frac{1 - 1{,}14^{-10}}{0{,}14} = 5{,}216116; \quad a_{10;15\%} = \frac{1 - 1{,}15^{-10}}{0{,}15} = 5{,}018769;$$

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

$$= 0{,}14 + \frac{5{,}166667 - 5{,}216116}{5{,}018769 - 5{,}216116}(0{,}15 - 0{,}14) = 0{,}142506\ (14{,}2506\%);$$

$$a_{10;14{,}2506\%} = \frac{1 - 1{,}142506^{-10}}{0{,}142506} = 5{,}1655 \approx 5{,}166667.$$

$$\mathrm{NPV}_{B(15\%)} = -60 + \frac{20}{1{,}15} + \frac{20}{1{,}15^2} + \frac{40}{1{,}15^3} + \frac{10}{1{,}15^4} = 4{,}532359;$$

$$\mathrm{NPV}_{B(20\%)} = -60 + \frac{20}{1{,}2} + \frac{20}{1{,}2^2} + \frac{40}{1{,}2^3} + \frac{10}{1{,}2^4} = -1{,}473765;$$

$$\mathrm{IRR}_B = k_1 + \frac{\mathrm{NPV}_1}{\mathrm{NPV}_1 - \mathrm{NPV}_2}(k_2 - k_1) =$$

$$= 0{,}15 + \frac{4{,}532359}{4{,}532359 + 1{,}473765}(0{,}2 - 0{,}15) = 0{,}187731\ (18{,}7731\%);$$

$$\mathrm{NPV}_{B(18{,}7731\%)} = -60 + \frac{20}{1{,}187731} + \frac{20}{1{,}187731^2} + \frac{40}{1{,}187731^3} +$$

$$+ \frac{10}{1{,}187731^4} = -0{,}086029 \approx 0.$$

$$25 = \frac{80}{(1+\mathrm{IRR}_C)^{10}}; \qquad \mathrm{IRR}_C = \sqrt[10]{\frac{80}{25}} - 1 = 0{,}12335\ (12{,}335\%).$$

$$40 = \frac{30}{1+\mathrm{IRR}_D} + \frac{25}{(1+\mathrm{IRR}_D)^2};$$

$$40(1+\mathrm{IRR}_D)^2 = 30(1+\mathrm{IRR}_D) + 25;$$

$$40 + 80 \cdot \mathrm{IRR}_D + 40 \cdot \mathrm{IRR}_D^2 = 30 + 30 \cdot \mathrm{IRR}_D + 25;$$

$$40 \cdot \mathrm{IRR}_D^2 + 50 \cdot \mathrm{IRR}_D - 15 = 0; \qquad 8 \cdot \mathrm{IRR}_D^2 + 10 \cdot \mathrm{IRR}_D - 3 = 0;$$

$$\mathrm{IRR}_{1,2} = \frac{-10 \pm \sqrt{100+96}}{16} = \frac{-10 \pm 14}{16}; \qquad \mathrm{IRR}_D = 25\%.$$

$$\mathrm{PI}_A = \frac{31 + 2{,}901338}{31} = 1{,}13; \qquad \mathrm{PI}_B = \frac{60 + 8{,}627411}{60} = 1{,}144;$$

$$\mathrm{PI}_C = \frac{25 + 0{,}757859}{25} = 1{,}03; \qquad \mathrm{PI}_D = \frac{40 + 6{,}715561}{40} = 1{,}168.$$

Теперь проранжируем проекты по критериям NPV, IRR и PI в табл. 39.

Таблица 39

Исследование делимых проектов

	NPV *(млн руб.)*	*Ранг по* NPV	IRR *(%)*	*Ранг по* IRR	PI	*Ранг по* PI
Проект A	2,901	3	14,25	3	1,13	3
Проект B	8,627	1	18,77	2	1,144	2
Проект C	0,758	4	12,34	4	1,03	4
Проект D	6,716	2	25	1	1,168	1

Бюджет финансирования составляет 120 млн руб., тогда согласно рангам проектов (табл. 39) и размерам инвестиций в них (см. табл. 38) получаем:

— по критерию NPV выгоднее профинансировать инвестиционную программу $B + D + \dfrac{20}{31}\,A$;

— по критерию IRR выгоднее профинансировать инвестиционную программу $D + B + \dfrac{20}{31}\,A$;

— по критерию PI также выгоднее профинансировать программу $D + B + \dfrac{20}{31}\,A$.

Таким образом, по всем трем критериям оптимальный портфель проектов один и тот же. Однако такой вывод не является точным, поскольку в решении не учтено, что анализируемые проекты значительно различаются по срокам продолжительности.

Применяя для решения данной проблемы метод цепного повтора (параграф 1.2), согласно данным табл. 38 проект B можно реализовать 2,5 раза, а проект D — 5 раз. Выбирать для всех проектов горизонт планирования длительностью в 10 лет, действительно, целесообразно, т. к. два проекта из четырех продолжаются именно на протяжении этого срока. При этом мы предполагаем, что предприятие сможет дополнительно профинансировать проект D в конце 2-го и 6-го годов на сумму 40 млн руб., а также проекты B и D в конце 4-го и 8-го годов на общую сумму 100 млн руб. На практике это возможно, если предполагать в будущем наличие выгодных инновационных и инвестиционных проектов и принимать во внимание возможности реинвестирования доходов от текущих проектов в эти новые проекты или в расширение производства.

На рис. 19 показаны потоки NPV проектов B и D, которые получаются в этом случае. Потоки проекта B — выше временной оси, а потоки проекта D — ниже временной оси. При этом, начиная с конца 8-го года, проект B успеваем реализовать лишь частично, поэтому его денежный поток в этом случае показан отдельно.

Оценим NPV повторяющегося проекта B за 10 лет:

$$\mathrm{NPV}_{\sum B} = 8{,}627411 + \frac{8{,}627411}{1{,}12^4} - \frac{60}{1{,}12^8} + \frac{20}{1{,}12^9} + \frac{20}{1{,}12^{10}} = 3{,}529.$$

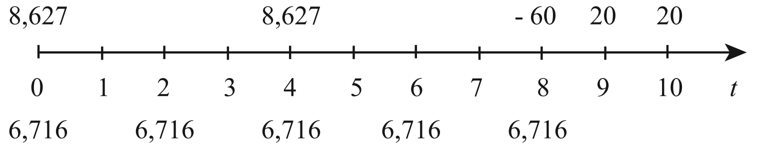

Рис. 19. Потоки NPV проектов B и D

Это значительно меньше его NPV, когда проект реализуется один раз. Тогда оценим NPV повторяющегося проекта B за 8 лет:

$$\mathrm{NPV}_{\sum B} = 8{,}627411 + \frac{8{,}627411}{1{,}12^4} = 14{,}11.$$

Это значительно больше его NPV, когда проект реализуется один раз. Значит, проект B выгоднее запускать два полных раза.

Наконец, оценим NPV повторяющегося проекта D за 10 лет:

$$\mathrm{NPV}_{\sum D} = 6{,}715561 + \frac{6{,}715561}{1{,}12^2} + \frac{6{,}715561}{1{,}12^4} + \frac{6{,}715561}{1{,}12^6} + \frac{6{,}715561}{1{,}12^8} = \\ = 22{,}452.$$

Это значительно больше его NPV, когда проект реализуется один раз. Следовательно, проект D выгоднее запускать 5 раз.

При таких результатах изменятся ранги NPV исследуемых проектов (табл. 40).

Таблица 40

Исследование делимых повторяющихся проектов

	NPV *(млн руб.)*	*Ранг по* NPV	IRR *(%)*	*Ранг по* IRR	PI	*Ранг по* PI
Проект A (1 раз)	2,901	3	14,25	3	1,13	3
Проект B (2 раза)	14,11	2	18,77	2	1,144	2
Проект C (1 раз)	0,758	4	12,34	4	1,03	4
Проект D (5 раз)	22,452	1	25	1	1,168	1

Тогда окончательный ответ будет таким. Если бюджет финансирования составляет 120 млн руб., то согласно рангам проектов (табл. 40) и размерам инвестиций в них (см. табл. 38) получаем:

— по критерию NPV выгоднее профинансировать инвестиционную программу $D + B + \frac{20}{31}A$;

— по критерию IRR выгоднее профинансировать инвестиционную программу $D + B + \frac{20}{31}A$;

— по критерию PI также выгоднее профинансировать программу $D + B + \frac{20}{31}A$.

4.2. Одновременное инвестиционное и финансовое планирование

П р и м е р 31. ЛПР планирует на период, равный одному году, и рассматривает четыре инновационных проекта с денежными потоками, представленными в табл. 41.

Таблица 41

Денежные потоки проектов (млрд руб.)

Момент времени t	*1*	*2*
Проект A	−30	34
Проект B	−11	14
Проект C	−18	21
Проект D	−6	8

Для финансирования имеются в распоряжении три вида кредитов, величина каждого из которых не превышает 15 млрд руб. Их процентные ставки составляют $i_1 = 7{,}5\%$, $i_2 = 14\%$ и $i_3 = 10\%$.

1. Определить арифметически и графически оптимальную программу инвестиций и финансирования. Налогами пренебрегаем.

2. Найти величину предельной цены капитала проектов.

3. Рассчитать NPV каждого проекта, пользуясь предельной ценой капитала, и прокомментировать полученный результат.

Р е ш е н и е

1. Сначала по данным табл. 41 нужно рассчитать доходности проектов, которые оказываются равными

$$\mathrm{IRR}_A = 13{,}33\%; \qquad \mathrm{IRR}_B = 27{,}27\%;$$
$$\mathrm{IRR}_C = 16{,}673\%; \qquad \mathrm{IRR}_D = 33{,}33\%.$$

В порядке убывания доходности анализируемые проекты ранжируются следующим образом: $D \succ B \succ C \succ A$. Ранжирование же возможностей финансирования осуществляется в порядке увеличения стоимости заемного капитала: $1 \succ 3 \succ 2$. Проекты D, B и C согласно данным табл. 42 требуют инвестиций на общую сумму 35 млрд руб. Чтобы их профинансировать, необходимо получить три кредита; из них 1-й и 3-й составляют по 15 млрд руб. каждый. Кредит 2 со стоимостью заемного капитала 14% покрывает остальную потребность в капитале, величиной в 5 млрд руб. Проект A не осуществляется, т. к. его доходность 13,33% меньше, чем необходимые для финансирования издержки капитала в 14% (см. рис. 20).

2. Предельная цена капитала проектов получается в точке пересечения графика инвестиционных возможностей (IRR) и графика стоимости заемного капитала (i) и составляет величину MCC = 14%.

3. Если рассчитаем NPV каждого из четырех проектов, используя в качестве ставки дисконта найденную нами предельную цену капитала, то получим, что

$$\mathrm{NPV}_A = -30 + \frac{34}{1{,}14} = -0{,}175; \qquad \mathrm{NPV}_B = -11 + \frac{14}{1{,}14} = 1{,}281;$$
$$\mathrm{NPV}_C = -18 + \frac{21}{1{,}14} = 0{,}421; \qquad \mathrm{NPV}_D = -6 + \frac{8}{1{,}14} = 1{,}018.$$

Проект A, от которого согласно рис. 20 необходимо отказаться, имеет отрицательный NPV. Все остальные NPV положительны. Это означает, что метод чистой сегодняшней стоимости пригоден для определения оптимальной программы инвестиций и финансирования, несмотря на то, что здесь не выполнено допущение совершенного рынка капитала (см. главу 3). Однако причиной достоверности расчетов является использование правильной предельной цены капитала.

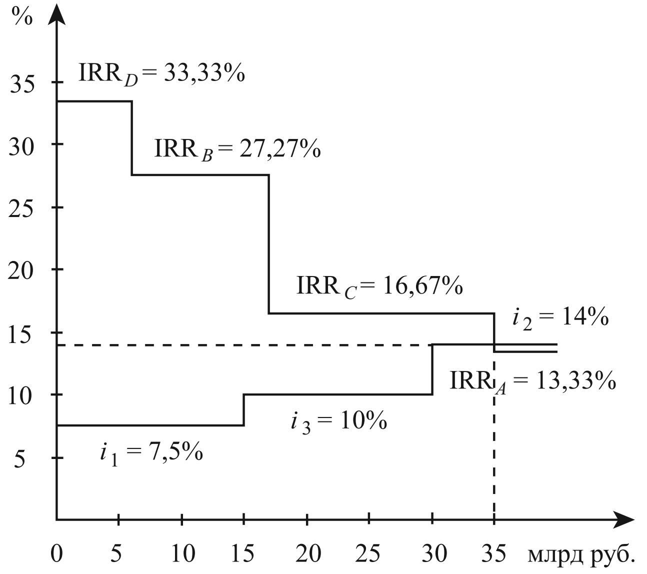

Рис. 20. Графическое определение оптимальной программы инвестиций и финансирования

П р и м е р 32. Инвестор имеет горизонт планирования, равный одному году, и хочет максимизировать свое остаточное имущество в конце срока. Он имеет пять инновационных проектов, а также шесть проектов финансирования, которые независимы друг от друга и бесконечно делимы. Их денежные потоки представлены в табл. 42.

1. Определить арифметически и графически оптимальную программу инвестиций и финансирования. Налогами пренебрегаем.

2. Составить для оптимальной программы инвестиций и финансирования полный финансовый план.

3. Найти величину предельной цены капитала проектов.

4. Рассчитать NPV каждого инновационного проекта и проекта финансирования, пользуясь предельной ценой капитала, и прокомментировать полученный результат.

Таблица 42

Денежные потоки инновационных проектов и проектов финансирования (млн руб.)

Год	*Инновационный проект j*					*Проект финансирования l*					
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
0	−40	−10	−89	−60	−28	11	20	40	30	34	50
1	49	13	100	75	33	−14	−22	−46	−32	−42	−60

Р е ш е н и е

1. Сначала рассчитаем внутренние ставки процента проектов в табл. 43. Тогда оптимальную программу инвестиций и финансирования можно вывести на этой основе или в форме таблицы (см. табл. 44) или графически (см. рис. 21).

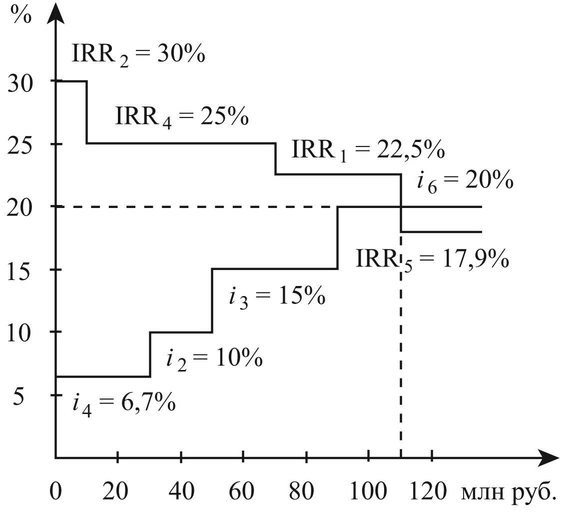

Рис. 21. Графическое определение оптимальной программы инвестиций и финансирования

Пересечение графика инвестиционных возможностей (IRR) и графика предельной цены капитала (MCC) осуществляется в точности при 110 млн руб. Отсюда следует, что если инвестор хочет максимизировать свое остаточное имущество, то должны быть реализованы инновационные проекты 2, 4, 1 (полностью) и проекты финансирования 4, 2, 3 (полностью) и 6 (частично). Остаточным имуществом является сумма денежных потоков, происходящих в момент времени $t = 1$ по всем содержащимся в программе проектам, а именно

Таблица 43

Внутренние ставки процента и ранги проектов

Инновационный проект j	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	
Внутренняя ставка процента IRR_j	0,225	0,3	0,124	0,25	0,179	
Ранг	3	1	5	2	4	
Проект финансирования l	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Внутренняя ставка процента i_l	0,273	0,1	0,15	0,067	0,235	0,2
Ранг	6	2	3	1	5	4

Таблица 44

Определение оптимальной программы инвестиций и финансирования в форме таблицы

Спрос на капитал				*Предложение капитала*			
Инновационный проект	*Внутренняя ставка процента*	*Потребность капитала*	*Накопленная потребность капитала*	*Накопленный объем кредита*	*Объем кредита*	*Внутренняя ставка процента*	*Проект финансирования*
2	0,3	10	10	10	10	0,067	4
4	0,25	20	30	30	20	0,067	4
4	0,25	20	50	50	20	0,1	2
4	0,25	20	70	70	20	0,15	3
1	0,225	20	90	90	20	0,15	3
1	0,225	20	110	110	20	0,2	6
5	0,179	28	138	138	28	0,2	6
3	0,124	2	140	140	2	0,2	6
3	0,124	34	174	174	34	0,235	5
3	0,124	11	185	185	11	0,273	1
3	0,124	42	227				

$$\underbrace{13 + 75 + 49}_{\text{инвестиции}} \underbrace{- 32 - 22 - 46 - 0{,}4 \cdot 60}_{\text{финансирование}} = 13 \text{ (млн руб.)}.$$

2. Полный финансовый план оптимальной программы инвестиций и финансирования представлен в табл. 45.

Таблица 45

Полный финансовый план оптимальной программы инвестиций и финансирования (млн руб.)

Момент времени t	*0*	*1*
Инновационный проект 2	−10	13
Инновационный проект 4	−60	75
Инновационный проект 1	−40	49
Проект финансирования 4	30	−32
Проект финансирования 2	20	−22
Проект финансирования 3	40	−46
Проект финансирования 6 (0,4 раза)	20	−24
Остаточное имущество	0	13

3. Предельная цена капитала проектов получается в точке пересечения графиков IRR и MCC и составляет величину 20%.

4. Если мы вычислим NPV всех возможных инновационных проектов и проектов финансирования на базе полученной ставки MCC = = 20%, то получим, что все принадлежащие оптимальной программе проекты имеют NPV ≥ 0, а все проекты, от которых нужно отказаться, имеют NPV < 0 (табл. 46).

Если бы ставка MCC была известна уже перед принятием решения, то мы могли бы с помощью чистого приведенного дохода сразу определить оптимальную программу инвестиций и финансирования.

Это обстоятельство позволяет нам сделать важное обоснование подхода к анализу случая одного периода. А именно, чистый приведенный доход можно применить даже в условиях, в которых он казался непригодным для нас, поскольку в нашей модели одного периода мы однозначно имеем дело с несовершенным рынком капитала, а чистый приведенный доход был создан для ситуации совершенного рынка капитала (см. главу 3).

Таблица 46

NPV инновационных проектов и проектов финансирования, вычисленные на основе ставки MCC (млн руб.)

	Инновационный проект j					
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	
$NPV_{20\%}$	0,833	0,833	−5,667	2,5	−0,5	
	Проект финансирования l					
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
$NPV_{20\%}$	−0,667	1,667	1,667	3,333	−1	0

Однако, согласно предпосылке, мы работаем с правильной ставкой дисконта. Это мы узнаем лишь после принятия решения, что отличается от классического применения чистого приведенного дохода. Но если нам удастся оценить предельную цену капитала хотя бы приблизительно, то мы могли бы превратить описанную здесь формальную связь в подлинные практические преимущества.

Глава 5

Финансирование инновационных проектов за счет эмиссии обыкновенных акций

5.1. Оценка влияния дивидендной политики на цену акций

Статьи в пассиве баланса — задолженность различного типа, привилегированные и обыкновенные акции — это компоненты капитала. Любое возрастание общей стоимости имущества должно обеспечиваться увеличением одного или нескольких компонентов капитала.

Капитал — это необходимый фактор производства, и, как всякий другой фактор, он имеет стоимость. Стоимость каждого компонента называется компонентной стоимостью этого определенного вида капитала.

Стоимость нераспределенной прибыли. Стоимость для фирмы источника "обыкновенные акции", т. е. стоимость нераспределенной прибыли (k_s), — это норма прибыли, которую акционеры требуют на обыкновенные акции компании.

Включение нераспределенной прибыли в стоимость капитала предопределяется принципом альтернативных издержек. Доходы компании после уплаты налогов в буквальном смысле принадлежат акционерам. Если руководство фирмы решает вложить эти средства в производство, возникает вопрос об альтернативных издержках: акционеры могли бы получить доходы в виде дивидендов и инвестировать эти деньги в другие ценные бумаги, в недвижимость или куда-то еще. Таким образом, компания должна заработать на своей нераспределенной прибыли по крайней мере столько же, сколько сами акционеры могли бы получить от альтернативных инвестиций с аналогичной степенью риска.

Обозначим за D_0 базовую величину последнего выплаченного дивиденда по обыкновенным акциям. Если компания развивается достаточно устойчивыми темпами, то для того чтобы стоимость ее акций увеличивалась, она увеличивает каждый год размер выплачиваемых дивидендов на какую-то величину g. Предположим, что темпы развития компании устойчивы и постоянны, тогда в этом случае $g = \text{const}$. Тогда, продисконтировав будущие денежные поступления акционерам по требуемой ими норме прибыли k_s, можем записать следующее уравнение для ожидаемой цены обыкновенной акции на настоящий момент времени:

$$\mathrm{M}[P_0] = \frac{D_0(1+g)}{1+k_s} + \frac{D_0(1+g)^2}{(1+k_s)^2} + \dots + \frac{D_0(1+g)^n}{(1+k_s)^n} =$$
$$= D_0 \left(\frac{1+g}{1+k_s} + \frac{(1+g)^2}{(1+k_s)^2} + \dots + \frac{(1+g)^n}{(1+k_s)^n} \right).$$

Умножим обе части уравнения на $\dfrac{1+k_s}{1+g}$, тогда

$$\frac{1+k_s}{1+g}\,\mathrm{M}[P_0] = D_0 \left(1 + \frac{1+g}{1+k_s} + \frac{(1+g)^2}{(1+k_s)^2} + \dots + \frac{(1+g)^{n-1}}{(1+k_s)^{n-1}} \right).$$

Вычитая из второго уравнения первое, получим, что

$$\left(\frac{1+k_s}{1+g} - 1 \right) \mathrm{M}[P_0] = D_0 \left(1 - \frac{(1+g)^n}{(1+k_s)^n} \right);$$
$$\frac{k_s - g}{1+g}\,\mathrm{M}[P_0] = D_0 \left(1 - \frac{(1+g)^n}{(1+k_s)^n} \right).$$

При $k_s > g$ и $n \to +\infty$: $\dfrac{(1+g)^n}{(1+k_s)^n} \to 0$. Тогда

$$\frac{k_s - g}{1+g}\,\mathrm{M}[P_0] = D_0;$$
$$(k_s - g)\,\mathrm{M}[P_0] = D_0(1+g) = D_1;$$
$$\mathrm{M}[P_0] = \frac{D_1}{k_s - g}.$$

Для маржинального (среднего на рынке) инвестора $\mathrm{M}[P_0] = P_0$. Это условие равновесия рынка ценных бумаг. Тогда получаем, что

$$P_0 = \frac{D_1}{k_s - g}.$$

Это соотношение представляет собой модель оценки акций с равномерно растущими дивидендами и называется моделью Гордона.

Из этого соотношения можно выразить требуемую норму прибыли на обыкновенные акции

$$k_s = \frac{D_1}{P_0} + g.$$

Для компании это будет стоимость ее нераспределенной прибыли. Показатель g в этой формуле может иметь две интерпретации:

1. Темп прироста дивидендов

$$D_1 = D_0(1 + g).$$

2. Темп прироста доходов акционеров (капитализированная доходность)

$$g = \frac{P_1 - P_0}{P_0}.$$

Уравнение для стоимости нераспределенной прибыли основано на модели постоянного роста дисконтированных денежных поступлений. Однако очень маленькая погрешность убеждает, что при условии непостоянного роста использующийся темп прироста — это средний ожидаемый будущий темп прироста.

П р и м е р 33. Образуется новое акционерное общество. Инвесторы рассчитывают на доходность 16% в год. Предполагается следующая дивидендная политика. 1-й дивиденд выплачивается по истечении 3-го года работы в размере 11,5 руб. на одну обыкновенную акцию. В последующие 2 года размер дивидендов будет расти на 12% каждый год. Далее, начиная со следующего года, акционерное общество выйдет на постоянный темп прироста доходов и дивидендов — 7% в год. По какой цене надо размещать акции?

Р е ш е н и е. Чтобы рассчитать справедливую цену акции, необходимо продисконтировать два потока будущих дивидендов: 1) дивиденды за период их временного ежегодного роста 12%, 2) дивиденды за период их последующего стабильного ежегодного роста 7% (рис. 22).

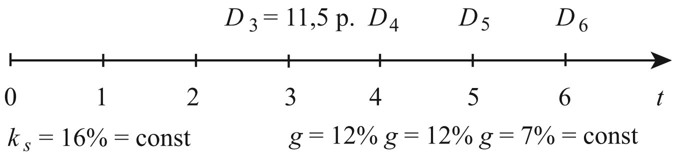

Рис. 22. Потоки будущих дивидендов

Тогда справедливая цена акции будет равна

$$P_0 = \sum_{t=3}^{5} \frac{D_t}{(1+k_s)^t} + \frac{D_6}{k_s - g}\left(\frac{1}{1+k_s}\right)^5 =$$

$$= \frac{11{,}5}{1{,}16^3} + \frac{11{,}5 \cdot 1{,}12}{1{,}16^4} + \frac{11{,}5 \cdot 1{,}12^2}{1{,}16^5} + \frac{11{,}5 \cdot 1{,}12^2 \cdot 1{,}07}{0{,}16 - 0{,}07}\left(\frac{1}{1{,}16}\right)^5 =$$

$$= 103{,}005 \text{ (руб.)}.$$

По такой цене акции необходимо размещать на рынке.

Пример 34. На общем собрании акционеров компании принято решение об изменении дивидендной политики на предстоящие 5 лет. За каждый год в течение 3-х лет размер дивидендного дохода по обыкновенным акциям планируется ежегодно увеличивать на 10%, в последующие 2 года ежегодный темп прироста дивидендного дохода составит 7%. В дальнейшем планируется выход на стабильный ежегодный темп его прироста — 6%. Последний выплаченный дивиденд за год составил 9,5 руб. на одну обыкновенную акцию. Ожидаемая инвесторами норма доходности — 18% в год. Определить, какая в этом случае будет текущая цена обыкновенных акций.

Решение. Потоки будущих дивидендов показаны на рис. 23. Тогда текущая цена акции будет равна

$$P_0 = \frac{9{,}5 \cdot 1{,}1}{1{,}18} + \frac{9{,}5 \cdot 1{,}1^2}{1{,}18^2} + \frac{9{,}5 \cdot 1{,}1^3}{1{,}18^3} + \frac{9{,}5 \cdot 1{,}1^3 \cdot 1{,}07}{1{,}18^4} +$$

$$+ \frac{9{,}5 \cdot 1{,}1^3 \cdot 1{,}07^2}{1{,}18^5} + \frac{9{,}5 \cdot 1{,}1^3 \cdot 1{,}07^2 \cdot 1{,}06}{0{,}18 - 0{,}06}\left(\frac{1}{1{,}18}\right)^5 = 94{,}01 \text{ (руб.)}.$$

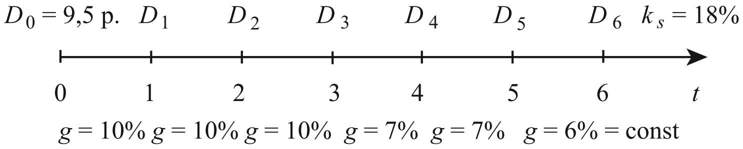

Рис. 23. Потоки будущих дивидендов

5.2. Оценка ставки дисконта проекта

Для расчета стандартных критериев выбора вложений капитала необходимо в качестве цены капитала инновационного проекта применять такую ставку дисконта, которая позволила бы получить инвестору действительно достоверную информацию о реальной эффективности проекта.

Типичной ошибкой в данном случае является применение в качестве ставки дисконта величины k_s. В таком случае, во-первых, игнорируется выбор схемы финансирования инновационного проекта, которая может включать в себя всевозможные другие источники инвестиций. Во-вторых, сформулированный таким образом бизнес-план вряд ли будет принят банками, участвующими в финансировании проекта, поскольку не ясно, какова будет в этом случае доходность банка.

Средневзвешенная стоимость капитала. Для решения указанных проблем разумнее использовать в качестве ставки дисконта величину средневзвешенной цены капитала (WACC), которая рассчитывается по формуле

$$\mathrm{WACC} = w_d k_d (1 - T) + w_p k_p + w_s k_s, \tag{21}$$

где w_d, w_p и w_s — удельные веса соответственно обязательств, привилегированных и обыкновенных акций в общей величине капитала;

$k_d(1 - T)$, k_p, k_s — компонентные стоимости соответственно обязательств, привилегированных акций и обыкновенных акций;

k_d — процентная ставка по обязательствам;

T — ставка налога на прибыль.

Опишем далее, как рассчитывается компонентная стоимость каждого источника финансирования.

Стоимость заемных средств. Стоимость заемных средств за вычетом налогов — это процентная ставка по обязательствам (k_d), умноженная на $(1 - T)$, где T — ставка налога на прибыль, т. е.

$$\text{компонентная стоимость обязательств за вычетом налогов} =$$
$$= \text{процентная ставка} -$$
$$- \text{сумма, сэкономленная за счет уменьшения налоговых платежей} =$$
$$= k_d - k_d T = k_d(1 - T).$$

По существу правительство выплачивает часть стоимости обязательств, так как согласно главе 25 НК РФ проценты к уплате списываются на расходы организации, а следовательно, уменьшают размеры выплат по налогу на прибыль. Однако ст. 269 НК РФ не позволяет при этом списывать на расходы организации всю величину процентов. Возможно лишь их списание в размере ставки рефинансирования, увеличенной в 1,1 раза, что существенно снижает налоговую выгоду заемного финансирования.

Стоимость привилегированных акций. Современная стоимость бессрочного аннуитета

$$\mathrm{PV} = \frac{R}{i},$$

где R — размер денежных поступлений за каждый период, $R = \mathrm{const}$;
i — ставка дисконтирования за период.

Для привилегированных акций денежные поступления за каждый период состоят из дивидендов по этим акциям D_p. Поскольку размер дивидендов по привилегированным акциям определяется в твердой денежной сумме или в процентном отношении к номинальной стоимости привилегированных акций и предполагается, что указанные дивиденды стабильно выплачиваются каждый год, в данном случае мы имеем дело с аннуитетом, ежегодный размер которого равен D_p.

В качестве ставки дисконтирования i принимается текущая требуемая доходность по привилегированным акциям k_p. Тогда приведенная стоимость аннуитета составит современную рыночную стоимость привилегированной акции:

$$P_0 = \frac{D_p}{k_p},$$

откуда получаем, что стоимость привилегированных акций

$$k_p = \frac{D_p}{P_0}.$$

В момент выпуска привилегированных акций их стоимость

$$k_p = \frac{D_p}{P_0(1 - F_p)}, \tag{22}$$

где F_p — затраты на размещение привилегированных акций, т. е. комиссия инвестиционному банку, который размещает акции на рынке.

При расчете k_p не учитываются поправки на налоги, так как дивиденды по привилегированным акциям в отличие от затрат на выплату процентов по обязательствам от налога на прибыль не освобождаются.

Стоимость вновь выпущенных обыкновенных акций. Стоимость новых обыкновенных акций (k_e) или внешнего акционерного капитала выше, чем стоимость нераспределенной прибыли (k_s), на величину затрат на размещение акций, обусловленных продажей новых обыкновенных акций. Какая норма прибыли должна быть получена от продажи акций, чтобы выпуск новых акций имел смысл? Или, другими словами, какой должна быть стоимость новых обыкновенных акций? Формула для k_e получается следующим образом.

Старые акционеры ожидают, что компания будет выплачивать дивиденды D_t, которые будут получены по каждой акции стоимостью P_0 от существующих активов. Новые вкладчики надеются, что и на них хлынет поток дивидендов. Однако объем имеющихся для инвестирования в активы средств будет меньше, чем P_0, из-за затрат на размещение акций. Чтобы новые инвесторы получили ожидаемые дивиденды без ущерба для старых инвесторов, новые средства, полученные за счет продажи акций, должны инвестироваться под прибыль достаточно высокую, чтобы обеспечить поток дивидендов, чья текущая стоимость будет равна цене, которую получит компания, т. е.

$$P_0(1 - F_s) = \sum_{t=1}^{n} \frac{D_t}{(1 + k_e)^t}.$$

Здесь F_s — затраты на размещение акций; $P_0(1 - F_s)$ — чистая цена на акцию, полученная компанией при продаже своих акций нового выпуска; D_t — поток дивидендов новым (и старым) акционерам.

Когда рост стабилен, т. е. $g = \text{const}$,

$$P_0(1 - F_s) = \sum_{t=1}^{n} \frac{D_0(1 + g)^t}{(1 + k_e)^t} = \frac{D_1}{k_e - g}.$$

Последнее уравнение записано на основе модели Гордона. Его можно решить для k_e, т. е.

$$k_e = \frac{D_1}{P_0(1 - F_s)} + g. \tag{23}$$

Средневзвешенная цена капитала в случае исчерпания нераспределенной прибыли для финансирования проектов и выпуска новых обыкновенных акций рассчитывается как

$$\text{WACC} = w_d k_d (1 - T) + w_p k_p + w_e k_e. \tag{24}$$

П р и м е р 35. Фирме необходимо дополнительно привлечь определенную сумму средств. Возможны три варианта: 1) кредит под 20% годовых; 2) выпуск новых обыкновенных акций с затратами на размещение 10%; 3) выпуск новых привилегированных акций с затратами на размещение 8%. Ставка налога на прибыль — 20%. Ставка рефинансирования — 8%. Последний выплаченный дивиденд на одну обыкновенную акцию составил 5 руб., а на одну привилегированную акцию — 12 руб. В настоящий момент рыночная цена обыкновенной акции — 50 руб., а привилегированной акции — 70 руб.

Для обыкновенных акций ожидаемый темп прироста доходов и дивидендов — 7% в год. Какой из 3-х возможных вариантов следует предпочесть?

Р е ш е н и е. Оценим компонентную стоимость каждого источника финансирования.

1. Стоимость заемных средств рассчитывается с учетом особенностей российского налогового законодательства:

$$k_d(1-T) = 8\% \cdot 1{,}1(1-0{,}2) + 20\% - 8\% \cdot 1{,}1 = 18{,}24\%.$$

2. По формуле (23) вычисляем стоимость новых обыкновенных акций:

$$k_e = \frac{5 \cdot 1{,}07}{50(1-0{,}1)}\,100\% + 7\% = 18{,}889\%.$$

3. По формуле (22) вычисляем стоимость новых привилегированных акций:

$$k_p = \frac{12}{70(1-0{,}08)}\,100\% = 18{,}634\%.$$

Наиболее выгодным получился вариант заемного финансирования, потому что он самый дешевый для фирмы.

П р и м е р 36. Финансирование инновационного проекта осуществляется за счет дополнительного выпуска обыкновенных и привилегированных акций, а также за счет привлечения заемных средств. Структура капитала и цена отдельных его компонентов представлены в табл. 47. Рассчитать средневзвешенную цену инвестиционного капитала.

Р е ш е н и е. По формуле (24) получаем:

$$\mathrm{WACC} = 0{,}55 \cdot 35\% + 0{,}04 \cdot 25\% + 0{,}41 \cdot 22{,}5\% = 29{,}475\%.$$

В инвестиционном анализе при использовании показателя WACC необходимо руководствоваться следующим правилом: коммерческая организация может принимать любые инвестиционные решения с уровнем рентабельности не ниже текущего значения цены инвестированного капитала.

Таблица 47

Структура и цена инвестиционного капитала

Источники финансирования	*Удельный вес в общем объеме финансирования (%)*	*Цена отдельных источников финансирования (%)*
Обыкновенные акции	55	35
Привилегированные акции	4	25
Заемный капитал	41	22,5

Глава 6

Финансирование инновационных проектов за счет эмиссии облигаций

6.1. Вычисление доходности облигаций

Основные параметры облигаций. К таковым относятся: номинальная цена или *номинал (face value)*, *выкупная цена (redemption value)* или правило ее определения, если она отличается от номинала, *дата погашения (date of maturity)*, норма доходности или *купонная процентная ставка (coupon rate)*, *даты выплаты процентов*.

Поскольку номиналы у разных облигаций существенно различаются между собой, то часто возникает необходимость в сопоставимом измерителе рыночных цен. Таким показателем является *курс (quote, quoted price)*. Под курсом понимают цену одной облигации в расчете на 100 денежных единиц номинала:

$$K = \frac{P}{N} 100,$$

где K — курс облигации;

P — рыночная цена облигации;

N — номинал облигации.

Например, если облигация с номиналом 10 000 руб. продается за 9 700 руб., то ее курс составит 97.

Доходность облигаций. Доходность облигаций характеризуется несколькими показателями. Различают *купонную (coupon rate)*, *текущую (current, running yield)* и *полную доходность (yield to maturity, redemption yield, yield)*.

Купонная доходность определена при выпуске облигации и, следовательно, нет необходимости ее рассчитывать. Текущая доходность характеризует отношение поступлений по купонам к цене приобретения облигации. Этот параметр не учитывает второй источник дохода — получение номинала или выкупной цены в конце срока.

Поэтому он непригоден при сравнении доходности разных видов облигаций. Достаточно отметить, что у облигаций с нулевым купоном текущая доходность равна нулю. В то же время они могут быть весьма доходными, если учитывать весь срок их "жизни".

Наиболее информативным является показатель полной доходности, который учитывает оба источника дохода. Именно этот показатель пригоден для сравнения доходности инвестиций в облигации и в другие ценные бумаги. Итак, полная доходность или, применив старую коммерческую терминологию, *ставка помещения*, измеряет реальную эффективность инвестиций в облигацию для инвестора в виде годовой ставки сложных процентов. Иначе говоря, начисление процентов по ставке помещения на цену приобретения облигации строго эквивалентно выплате купонного дохода и сумме погашения облигации в конце срока.

Облигации без обязательного погашения с периодической выплатой процентов. Хотя подобного вида облигации встречаются крайне редко, знакомство с ними необходимо для получения полного представления о методике измерения доходности. При анализе данного вида облигаций выплату номинала в необозримом будущем во внимание не принимаем.

Введем обозначения:

g — норма годового дохода (купонная ставка процента);

i_t — текущая доходность;

i — полная доходность (ставка помещения).

Текущая доходность находится следующим образом:

$$i_t = \frac{gN}{P} = \frac{g}{K}\,100. \tag{25}$$

Если по купонам выплата производится p раз в году, каждый раз по ставке g/p, то и в этом случае на практике применяется эта же формула.

Поскольку купонный доход постоянен, то текущая доходность продаваемых облигаций изменяется вместе с изменением их рыночной цены. Для владельца облигации, который уже инвестировал в нее некоторые средства, эта величина постоянна.

Перейдем к полной доходности. Поскольку доход по купонам является единственным источником текущих поступлений от данного вида облигации, то очевидно, что полная доходность у рассматриваемых облигаций равна текущей в случае, когда выплаты по купонам ежегодные, т. е. $i = i_t$. Если же проценты выплачиваются p раз в году, каждый раз по норме g/p, то для одного года получим:

$$1 + i = \left(1 + \frac{i_t}{p}\right)^p; \qquad i = \left(1 + \frac{i_t}{p}\right)^p - 1 = \left(1 + \frac{g}{Kp}100\right)^p - 1.$$

П р и м е р 37. Вечная рента, приносящая 4,5% дохода в год, куплена по курсу 90. Какова годовая финансовая эффективность инвестиции в нее при условии, что проценты выплачиваются: 1) раз в году, 2) поквартально?

Р е ш е н и е

1. Для случая выплаты процентов раз в году имеем:

$$i = i_t = \frac{0{,}045}{90}100 = 0{,}05, \text{ т. е. } 5\%.$$

2. Для случая поквартальной выплаты процентов получаем:

$$i = \left(1 + \frac{0{,}05}{4}\right)^4 - 1 = 0{,}050945, \text{ т. е. } 5{,}0945\%.$$

Облигации без выплаты процентов (с нулевым купоном). Данный вид облигации обеспечивает ее владельцу в качестве дохода разность между номиналом и ценой приобретения. Курс такой облигации всегда меньше 100. Для определения ставки помещения приравняем современную стоимость номинала к цене приобретения:

$$P = \frac{N}{(1+i)^n}; \qquad (1+i)^n = \frac{N}{P} = \frac{100}{K}; \qquad i = \sqrt[n]{\frac{100}{K}} - 1.$$

П р и м е р 38. Корпорация X выпустила облигации с нулевым купоном с погашением через 5 лет. Курс реализации — 45. Найти годовую доходность облигации на дату погашения.

Р е ш е н и е

$$i = \sqrt[5]{\frac{100}{45}} - 1 = 0{,}173161, \text{ т. е. } 17{,}3161\%.$$

Облигации с выплатой процентов и номинала в конце срока. Проценты здесь начисляются за весь срок и выплачиваются одной суммой (*lump sum*) вместе с номиналом. Купонного дохода нет. Поэтому текущую доходность условно можно считать нулевой, поскольку соответствующие проценты получают в конце срока.

Найдем полную доходность, приравняв современную стоимость дохода к цене облигации:

$$P = \frac{N(1+g)^n}{(1+i)^n}; \qquad \frac{1+g}{1+i} = \sqrt[n]{\frac{P}{N}} = \sqrt[n]{\frac{K}{100}}; \qquad i = \frac{1+g}{\sqrt[n]{\dfrac{K}{100}}} - 1.$$

Пример 39. Облигация, приносящая 10% годовых относительно номинала, куплена по курсу 65. Срок до ее погашения — 3 года. Найти полную годовую доходность для инвестора, если номинал и проценты выплачиваются в конце срока.

Решение

$$i = \frac{1{,}1}{\sqrt[3]{\dfrac{65}{100}}} - 1 = 0{,}269857, \text{ т. е. } 26{,}9857\%.$$

Облигации с периодической выплатой процентов и погашением номинала в конце срока. Этот вид облигаций получил наибольшее распространение в современной практике. Для такой облигации можно получить все три показателя доходности — купонную, текущую и полную. Текущая доходность рассчитывается по формуле (25). Что касается полной доходности, то для ее определения необходимо современную стоимость всех поступлений приравнять к рыночной цене облигации. Поскольку поступления по купонам представляют собой аннуитет постнумерандо, то величина ежегодного аннуитетного платежа равна gN, а современная стоимость такого аннуитета составит $gNa_{n;i}$, если купоны выплачиваются ежегодно, и $gNa_{n;i}^{(p)}$, если эти выплаты производятся p раз в году, каждый раз по ставке g/p. Дисконтированная величина номинала равна $\dfrac{N}{(1+i)^n}$. В итоге получим следующие равенства. Для облигации с годовыми купонами

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{gN}{(1+i)^t} + \frac{N}{(1+i)^n} = gNa_{n;i} + \frac{N}{(1+i)^n};$$

$$\frac{P}{N} = \frac{K}{100} = g\,a_{n;i} + \frac{1}{(1+i)^n}. \tag{26}$$

Для облигации с выплатой купонов по полугодиям или поквартально часто применяют

$$\frac{K}{100} = g\,a_{n;i}^{(p)} + \frac{1}{(1+i)^n}, \tag{27}$$

где $a_{n;i}^{(p)}$ — коэффициент приведения p-срочной ренты, вычисляемый по формуле

$$a_{n;i}^{(p)} = \frac{1-(1+i)^{-n}}{p\left[(1+i)^{\frac{1}{p}} - 1\right]}.$$

Величину полной годовой доходности (ставки помещения) можно найти из равенств (26) или (27) используя, например, метод линейной интерполяции:

$$i = i_1 + \frac{K_1 - K}{K_1 - K_2}(i_2 - i_1). \tag{28}$$

Интервал ставок для интерполяции определяется с учетом того, что $i > g$.

В финансовой литературе иногда рекомендуют метод приближенной оценки, согласно которому

$$i \approx \frac{gN + \dfrac{N-P}{n}}{\dfrac{P+N}{2}} = \frac{g + \dfrac{1-\dfrac{K}{100}}{n}}{\dfrac{\dfrac{K}{100}+1}{2}}. \tag{29}$$

В этой формуле средний годовой доход от облигации соотносится со средней ее ценой. За простоту расчета, впрочем, приходится платить потерей точности оценки. Чем больше курс отличается от 100, тем больше погрешность.

П р и м е р 40. Облигация со сроком 5 лет, проценты по которой выплачиваются раз в году по норме 8%, куплена по курсу 65. Найти текущую и полную годовые доходности облигации.

Р е ш е н и е. По формуле (25) найдем текущую доходность облигации:

$$i_t = \frac{0{,}08}{65}100 = 0{,}123077, \text{ т. е. } 12{,}3077\%.$$

По формуле (29) найдем приближенное значение полной доходности:

$$i \approx \frac{0{,}08 + \dfrac{1-0{,}65}{5}}{\dfrac{0{,}65+1}{2}} = 0{,}181818, \text{ т. е. } 18{,}1818\%.$$

Проверим, будет ли курс равен 65 при такой ставке:

$$\frac{K}{100} = 0{,}08\,\frac{1-1{,}181818^{-5}}{0{,}181818} + \frac{1}{1{,}181818^5} = 0{,}682904.$$

Курс завышен, тогда используем метод линейной интерполяции. Поскольку в формуле (26) курс K и полная доходность i находятся в обратной зависимости, для понижения значения курса необходимо повышать ставку доходности. Возьмем $i = 20\%$:

$$\frac{K}{100} = 0{,}08\,\frac{1-1{,}2^{-5}}{0{,}2} + \frac{1}{1{,}2^5} = 0{,}641127.$$

Получили $K < 65$. Тогда применим формулу (28):

$$i = 0{,}181818 + \frac{68{,}2904-65}{68{,}2904-64{,}1127}(0{,}2-0{,}181818) = 0{,}196138.$$

Проверим курс при этой ставке:

$$\frac{K}{100} = 0{,}08\,\frac{1-1{,}196138^{-5}}{0{,}196138} + \frac{1}{1{,}196138^5} = 0{,}649704 \approx 0{,}65.$$

Таким образом, полная годовая доходность облигации равна 19,6138%.

П р и м е р 41. Найти в условиях предыдущего примера полную годовую доходность облигации, если купоны по ней выплачиваются раз в полгода.

Р е ш е н и е. Здесь используем формулу (27). Возьмем $i = 20\%$:

$$\frac{K}{100} = 0{,}08\,\frac{1 - 1{,}2^{-5}}{2\left(1{,}2^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1}{1{,}2^5} = 0{,}652544.$$

Курс больше 65, поэтому, чтобы получить курс меньше 65, повышаем ставку доходности. Возьмем $i = 21\%$:

$$\frac{K}{100} = 0{,}08\,\frac{1 - 1{,}21^{-5}}{2\left(1{,}21^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1}{1{,}21^5} = 0{,}631326.$$

Применяем формулу (28):

$$i = 0{,}2 + \frac{65{,}2544 - 65}{65{,}2544 - 63{,}1326}(0{,}21 - 0{,}2) = 0{,}201199.$$

Проверка:

$$\frac{K}{100} = 0{,}08\,\frac{1 - 1{,}201199^{-5}}{2\left(1{,}201199^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1}{1{,}201199^5} = 0{,}649948 \approx 0{,}65.$$

Таким образом, полная годовая доходность облигации равна 20,1199%.

Облигации с выкупной ценой, отличной от номинала. Если облигация эмитирована на условиях ее возможного досрочного отзыва с рынка ценных бумаг (отзывная облигация), то в случае реализации этого права эмитентом держатель облигации обязан предъявить ее для погашения досрочно. Причины могут быть разные. Например, фирма эмитировала отзывные 12%-е облигации номиналом в 1 000 руб. В случае падения рыночных ставок с 12% до 8% для компании более выгодно погасить 12%-е облигации, заменив их 8%-ми облигациями нового выпуска и сэкономив на этом 1 000 руб. $\cdot$ (0,12 – 0,08) = 40 руб. на одну облигацию в год. Как повлияет эта операция на ожидаемую доходность облигации?

В этом случае владельцы облигаций должны оценивать ожидаемую доходность облигации как доходность на момент отзыва. Определяющими параметрами являются выкупная цена и число периодов до выкупа.

Для облигации с годовыми купонами

$$P = \sum_{t=1}^{m} \frac{gN}{(1+i)^t} + \frac{C}{(1+i)^m} = gNa_{m;i} + \frac{C}{(1+i)^m};$$

$$\frac{P}{N} = \frac{K}{100} = g\,a_{m;i} + \frac{C}{N(1+i)^m},$$

где m — число лет до предполагаемого выкупа облигации;

C — выкупная цена, т. е. цена, которую компания должна заплатить в случае досрочного погашения облигации (обычно она равна номиналу плюс сумма процентов за год);

i — доходность на момент отзыва облигации (доходность к погашению).

Для облигации с выплатой купонов по полугодиям или поквартально применяют формулу

$$\frac{K}{100} = g\,a^{(p)}_{m;i} + \frac{C}{N(1+i)^m}. \tag{30}$$

Приближенная оценка доходности к погашению осуществляется по формуле

$$i \approx \frac{gN + \dfrac{C-P}{m}}{\dfrac{P+C}{2}} = \frac{g + \dfrac{\dfrac{C}{N} - \dfrac{K}{100}}{m}}{\dfrac{\dfrac{K}{100} + \dfrac{C}{N}}{2}}.$$

П р и м е р 42. Облигация, выпущенная сроком на 20 лет, продается по номиналу 1 000 руб. Выплата купонов осуществляется каждые полгода по ставке 12% годовых. Ее предполагается досрочно погасить через 5 лет по цене, равной номиналу плюс сумма процентов за год, т. е. по цене 1 120 руб. Найти годовую доходность к погашению такой облигации.

Р е ш е н и е. В данном примере решение аналогично решению примера 41, с той лишь разницей, что вместо формулы (27) используется формула (30). Итак,

$$\frac{K}{100} = 0{,}12\,\frac{1 - 1{,}13^{-5}}{2\left(1{,}13^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1\,120}{1\,000 \cdot 1{,}13^5} = 1{,}043257;$$

$$\frac{K}{100} = 0{,}12\,\frac{1 - 1{,}15^{-5}}{2\left(1{,}15^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1\,120}{1\,000 \cdot 1{,}15^5} = 0{,}973654;$$

$$i = 0{,}13 + \frac{104{,}3257 - 100}{104{,}3257 - 97{,}3654}(0{,}15 - 0{,}13) = 0{,}14243;$$

$$\frac{K}{100} = 0{,}12\,\frac{1 - 1{,}14243^{-5}}{2\left(1{,}14243^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1\,120}{1\,000 \cdot 1{,}14243^5} = 0{,}999206 \approx 1.$$

Таким образом, годовая доходность к погашению равна 14,243%.

На первый взгляд может показаться, что инвестор в этом случае выигрывает, т. к. он получает 1 120 руб. вместо 1 000 руб., причем на 15 лет раньше. Инвестор, который имел 120 руб. в год в виде купонного дохода, получит теперь 1 120 руб., которые могут быть реинвестированы в новые облигации, например на оставшиеся 15 лет, но теперь уже под 8% годовых. Поэтому его годовой денежный поток снизится с 1 000 руб. $\cdot$ 0,12 = 120 руб. до 1 120 руб. $\cdot$ 0,08 = 89,6 руб., т. е. на 120 − 89,6 = 30,4 (руб.).

Дисконтированная цена потерь составит

$$30{,}4\,\frac{1-1{,}08^{-15}}{2\left(1{,}08^{\frac{1}{2}}-1\right)}=265{,}312\text{ руб.}$$

Она больше премии за досрочное погашение в 120 руб., поэтому инвестор на самом деле проигрывает от этой операции. Этот факт необходимо учитывать при выборе отзывных облигаций для финансирования инновационных проектов, т. к. такие облигации инвесторы будут покупать дешевле, чем безотзывные. А это повлечет за собой увеличение требуемой полной доходности облигаций.

6.2. Вычисление доходности облигаций с учетом выплаты налогов

Оценка полной доходности облигаций с учетом выплаты налогов осуществляется так же, как и без учета этого фактора. Отличие заключается в том, что поток платежей теперь состоит не из показателей брутто-поступлений, а из сумм чистого дохода.

Для решения этой проблемы разделим доход инвестора по облигации на две составляющие:

1. Процентный (купонный) доход (ставка налога — T_1).

2. Доход от операции по реализации или иного выбытия ценной бумаги (дисконтный доход) (ставка налога — T_2).

Таким образом, размер получаемых инвестором годовых процентов сократится до $gN(1-T_1)$, а в конце срока облигации инвестор получит $N-(N-P)T_2$. Тогда, обозначая за y годовую полную доходность, вместо (26) имеем

$$P=\sum_{t=1}^{n}\frac{gN(1-T_1)}{(1+y)^t}+\frac{N-(N-P)T_2}{(1+y)^n}=$$

$$=gN(1-T_1)a_{n;y}+\frac{N-(N-P)T_2}{(1+y)^n};$$

$$\frac{P}{N} = \frac{K}{100} = g(1-T_1)a_{n;y} + \frac{1 - \left(1 - \frac{K}{100}\right)T_2}{(1+y)^n};$$

$$g(1-T_1)a_{n;y} + \frac{1-T_2}{(1+y)^n} = \frac{K}{100} - \frac{KT_2}{100(1+y)^n} = \frac{K}{100}\left(1 - \frac{T_2}{(1+y)^n}\right);$$

$$K = \frac{100}{1 - \frac{T_2}{(1+y)^n}} \left[g(1-T_1)a_{n;y} + \frac{1-T_2}{(1+y)^n}\right]. \tag{31}$$

Отметим, что дисконтный и процентный доходы облагаются разными ставками налога на прибыль для государственных и муниципальных ценных бумаг, а именно, $T_1 = 15\%$ и $T_2 = 20\%$. Для корпоративных облигаций ставки одинаковые, т. е. $T = T_1 = T_2 = 20\%$. Если же облигации приобретает частный инвестор, т. е. физическое лицо, то его доходы в этом случае облагаются одинаковой ставкой налога на доходы физических лиц (НДФЛ): $T = T_1 = T_2 = 13\%$.

Таким образом, для корпоративных облигаций и облигаций, приобретаемых физическими лицами, формула (31) будет выглядеть проще:

$$K = \frac{100(1-T)}{1 - \frac{T}{(1+y)^n}} \left[g\, a_{n;y} + \frac{1}{(1+y)^n}\right]. \tag{32}$$

Чаще всего облигации эмитируются на условиях полугодовых купонных выплат. Для них последние две формулы изменятся следующим образом:

$$K = \frac{100}{1 - \frac{T_2}{(1+y)^n}} \left[g(1-T_1)a^{(p)}_{n;y} + \frac{1-T_2}{(1+y)^n}\right]; \tag{33}$$

$$K = \frac{100(1-T)}{1 - \frac{T}{(1+y)^n}} \left[g\, a^{(p)}_{n;y} + \frac{1}{(1+y)^n}\right]. \tag{34}$$

П р и м е р 43. Государственная облигация со сроком 5 лет, проценты по которой выплачиваются раз в полгода по ставке 8%

годовых, куплена по курсу 65. Найти полную годовую доходность облигации с учетом выплаты налога на прибыль.

Р е ш е н и е. Используем для расчетов формулы (33) и (28).

$$K = \frac{100}{1 - \dfrac{0{,}2}{1{,}15^5}} \left[0{,}08 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{1 - 1{,}15^{-5}}{2\left(1{,}15^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{0{,}8}{1{,}15^5} \right] = 70{,}393323;$$

$$K = \frac{100}{1 - \dfrac{0{,}2}{1{,}2^5}} \left[0{,}08 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{1 - 1{,}2^{-5}}{2\left(1{,}2^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{0{,}8}{1{,}2^5} \right] = 58{,}129011;$$

$$y = 0{,}15 + \frac{70{,}393323 - 65}{70{,}393323 - 58{,}129011}(0{,}2 - 0{,}15) = 0{,}171988;$$

$$K = \frac{100}{1 - \dfrac{0{,}2}{1{,}171988^5}} \left[0{,}08 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{1 - 1{,}171988^{-5}}{2\left(1{,}171988^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{0{,}8}{1{,}171988^5} \right] =$$

$$= 64{,}571816;$$

$$K = \frac{100}{1 - \dfrac{0{,}2}{1{,}17^5}} \left[0{,}08 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{1 - 1{,}17^{-5}}{2\left(1{,}17^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{0{,}8}{1{,}17^5} \right] = 65{,}068475.$$

Полная годовая доходность облигации с учетом выплаты налога на прибыль равна 17%, т. к. курс облигации при такой ставке равен 65. Напомним, что без учета налога в примере 41 получили доходность 20,1199%.

П р и м е р 44. Корпоративная облигация со сроком 5 лет, проценты по которой выплачиваются раз в полгода по ставке 8%

годовых, куплена по курсу 65. Найти полную годовую доходность облигации с учетом выплаты налога на прибыль.

Р е ш е н и е. Используем для расчетов формулы (34) и (28).

$$K = \frac{100 \cdot 0{,}8}{1 - \dfrac{0{,}2}{1{,}17^5}} \left[0{,}08 \frac{1 - 1{,}17^{-5}}{2\left(1{,}17^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1}{1{,}17^5} \right] = 63{,}602778;$$

$$K = \frac{100 \cdot 0{,}8}{1 - \dfrac{0{,}2}{1{,}16^5}} \left[0{,}08 \frac{1 - 1{,}16^{-5}}{2\left(1{,}16^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1}{1{,}16^5} \right] = 66{,}150693;$$

$$y = 0{,}16 + \frac{66{,}150693 - 65}{66{,}150693 - 63{,}602778}(0{,}17 - 0{,}16) = 0{,}164516;$$

$$K = \frac{100 \cdot 0{,}8}{1 - \dfrac{0{,}2}{1{,}164516^5}} \left[0{,}08 \frac{1 - 1{,}164516^{-5}}{2\left(1{,}164516^{\frac{1}{2}} - 1\right)} + \frac{1}{1{,}164516^5} \right] =$$

$$= 64{,}98192 \approx 65.$$

Таким образом, полная годовая доходность облигации с учетом выплаты налога на прибыль равна 16,4516%.

6.3. Рыночная оценка облигаций

Облигации без обязательного погашения с периодической выплатой процентов. Процесс выплаты процентов здесь можно рассматривать как вечную ренту (бессрочный аннуитет). Современная стоимость такой ренты

$$\mathrm{PV} = \frac{R}{i}.$$

Согласно этой формуле имеем:

$$P = \frac{gN}{i} \text{ и } K = \frac{g}{i}100.$$

Таким образом, курс такой облигации прямо пропорционален норме купонного дохода и обратно пропорционален рыночной ставке доходности.

Если купоны выплачиваются p раз в году, то

$$P = \frac{gN}{p\left[(1+i)^{\frac{1}{p}} - 1\right]}; \qquad K = \frac{g}{p\left[(1+i)^{\frac{1}{p}} - 1\right]}100.$$

П р и м е р 45. Пусть некоторый источник дохода постоянно приносит 8% годовых. Каков расчетный курс данных инвестиций при условии, что доход будет поступать достаточно продолжительное время, а ставка помещения берется на уровне 12% годовых?

Р е ш е н и е

$$K = \frac{0{,}08}{0{,}12}100 = 66{,}667.$$

Для того чтобы обеспечить доходность на заданном уровне, курс должен быть равен расчетной величине.

Облигации без выплаты процентов (с нулевым купоном). Здесь лишь один источник дохода — разность между номиналом и ценой приобретения, если облигация погашается по номиналу. Тогда

$$P = \frac{N}{(1+i)^n}; \qquad K = \frac{100}{(1+i)^n}.$$

Очевидно, что курс уменьшается вместе с ростом рыночной ставки и срока облигации.

Облигации с выплатой процентов и номинала в конце срока. Общая сумма, которую получает владелец облигации при ее погашении, равна $N(1+g)^n$. Соответственно расчетная цена и курс при ставке помещения i составят

$$P = N\left(\frac{1+g}{1+i}\right)^n; \qquad K = \left(\frac{1+g}{1+i}\right)^n 100.$$

П р и м е р 46. Текущий доход от облигации выплачивается вместе с номиналом в конце срока. Срок облигации — 5 лет. Норма доходности — 8% годовых. Начисление процентов поквартальное. Ставка помещения — 12% годовых. Найти курс облигации.

Р е ш е н и е

$$K = \left[\frac{\left(1+\frac{0{,}08}{4}\right)^4}{1+0{,}12}\right]^5 100 = 84{,}317.$$

Облигации с периодической выплатой процентов и погашением номинала в конце срока. Напомним, что доход от таких облигаций имеет два источника — периодически получаемые проценты и разность между номиналом и ценой приобретения. Для определения курса таких облигаций используются формулы (26) и (27).

П р и м е р 47. Срок облигации — 5 лет. Купонная ставка — 8% годовых. Купоны выплачиваются поквартально. Ставка помещения — 12% годовых. Найти курс облигации.

Р е ш е н и е. По формуле (27) получаем:

$$K = \left[0{,}08\,\frac{1-1{,}12^{-5}}{4\left(1{,}12^{\frac{1}{4}}-1\right)} + \frac{1}{1{,}12^5}\right]100 = 86{,}848.$$

В заключение отметим, что приведенный в данной главе способ расчета и использования величины полной доходности облигации с выплатой купонов p раз в году отличается от способа расчета, применяемого на Wall Street и потому общепринятого. Там рассчитывается и применяется номинальная (котируемая) годовая ставка помещения (nominal, or quoted, YTM). Конечно, вычисляя вместо реальной годовой ставки номинальную, мы допускаем некоторую погрешность. Поэтому зная, например, номинальную ставку YTM, можно перейти к реальной ставке помещения с помощью известной формулы эффективной ставки.

Глава 7

Финансирование инновационных проектов с помощью банковских кредитов

7.1. Постоянные взносы в погасительный фонд

Заемщик может в том же банке, в котором берет кредит, накапливать деньги, необходимые для погашения основной суммы долга, т. е. без процентов. Для этого он создает погасительный фонд на отдельном счете. Ставка процентов в погасительном фонде обычно отличается от ставки по долгу. В зависимости от того, какая ставка больше, заемщиком в целях уменьшения собственных расходов выбирается соответствующий вариант погасительного фонда.

На практике чаще всего используется вариант постоянных взносов в погасительный фонд, поэтому на нем акцентируем наше внимание.

Итак, пусть накопление в погасительном фонде производится путем регулярных ежегодных взносов R (аннуитетных платежей), на которые начисляются сложные проценты по ставке i. Одновременно происходит выплата процентов за долг D по ставке g. В этом случае ежегодная суммарная срочная уплата составит величину

$$y = Dg + R.$$

Обе составляющие срочной уплаты постоянны во времени.

Так как накопленная сумма (наращенная сумма ренты) в погасительном фонде должна быть равна D, то

$$D = R\frac{(1+i)^n - 1}{i} = R\, s_{n;i},$$

где n — количество лет наращения ренты;

$s_{n;i}$ — множитель наращения ренты.

Тогда

$$R = \frac{D}{s_{n;i}}$$

и, следовательно, получаем формулу срочной уплаты для 1-го варианта погасительного фонда:

$$y = Dg + \frac{D}{s_{n;i}}.$$

Таким образом, в 1-м варианте погасительного фонда проценты по долгу и взносы в погасительный фонд выплачиваются в конце каждого года.

Во 2-м варианте погасительного фонда условия контракта предусматривают присоединение процентов к сумме основного долга, поэтому должник систематически вносит в фонд деньги для накопления всей суммы долга и начисленных за весь срок n процентов. В этом случае срочная уплата определяется следующим образом:

$$y = \frac{D(1+g)^n}{s_{n;i}}.$$

П р и м е р 48. Долг в сумме 100 млн руб. выдан на 5 лет под 20% годовых. Для его погашения создается погасительный фонд. На вложенные в него средства начисляются проценты по ставке 22% годовых. Фонд формируется 5 лет, взносы производятся в конце каждого года равными суммами. Составить график погашения кредита.

Р е ш е н и е. Это 1-й вариант погасительного фонда. Тогда величина годового взноса в фонд:

$$R = \frac{100}{\dfrac{(1+0{,}22)^5 - 1}{0{,}22}} = \frac{100}{7{,}73958} = 12{,}9206 \text{ (млн руб.)}.$$

Теперь можно составить график погашения кредита (табл. 48).

П р и м е р 49. Долг в сумме 100 млн руб. выдан на 5 лет под 20% годовых. Для его погашения создается погасительный фонд. На вложенные в него средства начисляются проценты по ставке 22% годовых. Фонд формируется 5 лет, взносы производятся в конце каждого года равными суммами. Условия контракта предусматривают присоединение процентов к сумме основного долга. Составить график погашения кредита для случая, когда весь долг и проценты возвращаются в конце срока.

Таблица 48

График погашения кредита (1-й вариант погасительного фонда) (млн руб.)

Год	*Проценты* (Dg)	*Взносы* (R)	*Расходы по займу* (y)	*Накопления* ($\mathrm{FV} = R(1+i)^{n-t}$)
1	20	12,9206	32,9206	$12{,}9206 \cdot 1{,}22^4 = 28{,}62345$
2	20	12,9206	32,9206	$12{,}9206 \cdot 1{,}22^3 = 23{,}46185$
3	20	12,9206	32,9206	$12{,}9206 \cdot 1{,}22^2 = 19{,}23102$
4	20	12,9206	32,9206	$12{,}9206 \cdot 1{,}22 = 15{,}76313$
5	20	12,9206	32,9206	12,9206
			164,603	100

Р е ш е н и е. В данном случае используется 2-й вариант погасительного фонда. Ежегодная срочная уплата:

$$y = \frac{100 \cdot 1{,}2^5}{\dfrac{1{,}22^5 - 1}{0{,}22}} = \frac{248{,}832}{7{,}73958} = 32{,}15058 \text{ (млн руб.)}.$$

Полученный график погашения кредита представлен в табл. 49. В колонках “Проценты” и “Взносы” отдельные суммы не выделяются, т. к. в фонде накапливаются деньги для уплаты основной суммы долга и процентов вместе.

Сравнивая суммарные расходы должника в табл. 48 и 49 в колонках “Расходы по займу”, т. е. те деньги, которые в сумме он заплатит, можно сделать вывод, что создание 2-го варианта погасительного фонда выгоднее должнику, когда $i > g$, т. к. на аккумулированные в погасительном фонде средства он получает больше процентов, чем сам выплачивает за заем. Когда $g > i$, выгоднее 1-й вариант погасительного фонда.

П р и м е р 50. Долг в сумме 100 млн руб. выдан на 5 лет под 20% годовых. Для его погашения создается погасительный фонд. На вложенные в него средства начисляются проценты по ставке 22% годовых. Фонд формируется только последние 4 года, взносы производятся в конце каждого года равными суммами. Составить график погашения кредита.

Р е ш е н и е. Здесь используется 1-й вариант погасительного фонда. Величина годового взноса в фонд:

$$R = \frac{100}{\dfrac{1{,}22^4 - 1}{0{,}22}} = \frac{100}{5{,}52425} = 18{,}102 \text{ (млн руб.)}.$$

График погашения кредита представлен в табл. 50. За счет того, что фонд формируется только последние 4 года, суммарные расходы по займу больше, чем в примере 48.

П р и м е р 51. Долг в сумме 100 млн руб. выдан на 5 лет под 20% годовых. Для его погашения создается погасительный фонд. На

Таблица 49

График погашения кредита (2-й вариант погасительного фонда) (млн руб.)

Год	*Проценты*	*Взносы*	*Расходы по займу* (y)	*Накопления* ($\mathrm{FV} = y(1+i)^{n-t}$)
1	—	—	32,15058	$32{,}15058 \cdot 1{,}22^4 = 71{,}22429$
2	—	—	32,15058	$32{,}15058 \cdot 1{,}22^3 = 58{,}38057$
3	—	—	32,15058	$32{,}15058 \cdot 1{,}22^2 = 47{,}85292$
4	—	—	32,15058	$32{,}15058 \cdot 1{,}22 = 39{,}22371$
5	—	—	32,15058	32,15058
			160,7529	248,83207

Таблица 50

График погашения кредита (1-й вариант погасительного фонда) (млн руб.)

Год	*Проценты* (Dg)	*Взносы* (R)	*Расходы по займу* (y)	*Накопления* ($\mathrm{FV} = R(1+i)^{n-t}$)
1	20	—	20	—
2	20	18,102	38,102	$18{,}102 \cdot 1{,}22^3 = 32{,}87048$
3	20	18,102	38,102	$18{,}102 \cdot 1{,}22^2 = 26{,}94302$
4	20	18,102	38,102	$18{,}102 \cdot 1{,}22 = 22{,}08444$
5	20	18,102	38,102	18,102
			172,408	100

вложенные в него средства начисляются проценты по ставке 22% годовых. Фонд формируется только последние 4 года, взносы производятся в конце каждого года равными суммами. Условия контракта предусматривают присоединение процентов к сумме основного долга. Составить график погашения кредита для случая, когда весь долг и проценты возвращаются в конце срока.

Р е ш е н и е. Здесь 2-й вариант погасительного фонда. Ежегодная срочная уплата:

$$y = \frac{100 \cdot 1{,}2^5}{\dfrac{1{,}22^4 - 1}{0{,}22}} = \frac{248{,}832}{5{,}52425} = 45{,}04358 \text{ (млн руб.)}.$$

График погашения кредита представлен в табл. 51. За счет того, что фонд формируется только последние 4 года, суммарные расходы по займу больше, чем в примере 49.

7.2. Погашение основного долга равными суммами

В этом варианте рассрочки долг в сумме D погашается в течение n лет. Сумма, ежегодно идущая на его погашение, составит

$$d = \frac{D}{n}.$$

Размер долга последовательно сокращается: D, $D - d$, $D - 2d$ и т. д. Проценты начисляются на остаток долга и выплачиваются один раз в конце года по ставке g. Тогда за первый и последующие годы они составят ряд Dg, $(D - d)g$, $(D - 2d)g$ и т. д. Таким образом, процентные платежи образуют убывающую арифметическую прогрессию с первым членом Dg и разностью $-dg$.

Срочная уплата в конце первого года равна $y_1 = Dg + d = D_0g + d$, а для конца года t: $y_t = D_{t-1}g + d$, где D_{t-1} — остаток долга на конец года $t - 1$.

П р и м е р 52. Долг в сумме 100 млн руб. надо погасить последовательными равными суммами за 5 лет платежами в конце каждого года. За заем выплачиваются проценты по ставке 20% годовых. Составить график погашения кредита.

Таблица 51

График погашения кредита (2-й вариант погасительного фонда) (млн руб.)

Год	*Проценты*	*Взносы*	*Расходы по займу* (y)	*Накопления* ($\mathrm{FV} = y(1+i)^{n-t}$)
1	—	—	—	—
2	—	—	45,04358	$45{,}04358 \cdot 1{,}22^3 = 81{,}79229$
3	—	—	45,04358	$45{,}04358 \cdot 1{,}22^2 = 67{,}04286$
4	—	—	45,04358	$45{,}04358 \cdot 1{,}22 = 54{,}95317$
5	—	—	45,04358	45,04358
			180,17432	248,8319

Р е ш е н и е. Сумма, ежегодно идущая на погашение основного долга, составит

$$d = \frac{100}{5} = 20 \text{ (млн руб.)}.$$

Тогда можно составить график погашения кредита (табл. 52).

В этом примере суммарные расходы по займу меньше, чем в предыдущих примерах. Но при этом срочные уплаты (y_t) в начале срока выше, чем в конце срока, что часто является нежелательным для должника.

7.3. Погашение всего долга равными срочными уплатами

В этом варианте рассрочки расходы должника по обслуживанию всего долга постоянны на протяжении всего срока. Из общей суммы расходов должника часть выделяется на уплату процентов, остаток идет на погашение основного долга. Так же, как и в предыдущем варианте рассрочки, величина долга здесь последовательно сокращается, в связи с этим уменьшаются процентные платежи и увеличиваются платежи по погашению основного долга. Таким образом, ежегодная срочная уплата

$$y = D_{t-1}g + d = \text{const},$$

где первое слагаемое — это выплаты процентов, а второе — сумма, идущая на погашение основного долга.

Поскольку известна современная стоимость долга D, то, используя известное соотношение для современной стоимости годового аннуитета, можем записать:

$$D = y\frac{1-(1+g)^{-n}}{g} = y\, a_{n;g}; \qquad y = \frac{D}{a_{n;g}},$$

где $a_{n;g}$ — дисконтный множитель для годовой ренты с процентной ставкой g и сроком n.

Сумма первого платежа, идущего на погашение основного долга:

$$d_1 = y - D_0 g.$$

Таблица 52

График погашения кредита (1-й вариант рассрочки) (млн руб.)

Год	*Остаток долга на начало года*	*Расходы по займу* (y_t)	*Погашение основного долга* (d)	*Проценты* ($D_{t-1}g$)
1	100	40	20	20
2	80	36	20	16
3	60	32	20	12
4	40	28	20	8
5	20	24	20	4
		160	100	60

Далее суммы, идущие на погашение основного долга, увеличиваются во времени:

$$d_t = d_{t-1}(1+g).$$

Пример 53. Долг в сумме 100 млн руб. надо погасить равными срочными уплатами в конце каждого года за 5 лет. Срочные уплаты включают в себя уплату процентов и погашение части долга. Проценты начисляются в конце каждого года на непогашенную часть долга по ставке 20% годовых. Составить график погашения кредита.

Решение. Ежегодная срочная уплата составит величину:

$$y = \frac{100}{\dfrac{1-(1+0{,}2)^{-5}}{0{,}2}} = \frac{100}{2{,}99061} = 33{,}438 \text{ (млн руб.)}.$$

График погашения кредита представлен в табл. 53.

В этом примере срочные уплаты y в начале и в конце срока одинаковые, зато всего расходов по займу больше, чем в примере 52.

В банковской практике используются не ежегодные, а ежемесячные аннуитетные платежи. Поэтому рассмотрим их для последнего варианта рассрочки как наиболее популярного в банках. Здесь используется p-срочная рента, где p — количество платежей в году.

В примере 53 ежемесячные выплаты можно рассчитать по формуле:

$$\frac{y}{p} = \frac{D}{a_{60;1,67\%}} = \frac{100}{\dfrac{1-(1+0{,}0167)^{-60}}{0{,}0167}} = \frac{100}{37{,}71287} =$$

$$= 2{,}65161 \text{ (млн руб.)},$$

где $p=12$, т. к. в году 12 месяцев, а $a_{60;1,67\%}$ — дисконтный множитель для 60 месяцев (за 5 лет) и процентной ставки 1,67% в месяц, полученной делением годовой ставки 20% на 12 месяцев.

Тогда можно составить график погашения кредита в табл. 54, где за t теперь обозначен номер месяца.

В табл. 54 пропущено значительное число месяцев внутри графика погашения кредита. Если должника интересует, например, какие

Таблица 53

График погашения кредита (2-й вариант рассрочки) (млн руб.)

Год	*Остаток долга на начало года*	*Расходы по займу* (y)	*Проценты* $(D_{t-1}g)$	*Погашение основного долга* (d_t)
1	100	33,438	20	13,438
2	86,562	33,438	17,3124	16,1256
3	70,4364	33,438	14,08728	19,35072
4	51,08568	33,438	10,21714	23,22086
5	27,86482	33,438	5,57296	27,86504
		167,19	67,18978	100

Таблица 54

График погашения кредита (ежемесячные аннуитетные платежи) (млн руб.)

Месяц	*Остаток долга на начало месяца*	*Расходы по займу* $\left(\frac{y}{p}\right)$	*Проценты* $\left(D_{t-1}\frac{g}{p}\right)$	*Погашение основного долга* (d_t)
1	100	2,65161	1,67	0,98161
2	99,01839	2,65161	1,65361	0,998
3	98,02039	2,65161	1,63694	1,01467
...	...	...	...	...
58	7,69679	2,65161	0,12854	2,52307
59	5,17372	2,65161	0,0864	2,56521
60	2,60851	2,65161	0,04356	2,60805

денежные потоки будут в графике погашения, начиная с месяца t, то для этого можно использовать следующие соотношения.

Аналогично варианту ежегодных аннуитетных платежей суммы, идущие ежемесячно на погашение основного долга, увеличиваются во времени по закону:

$$d_t = d_{t-1}\left(1+\frac{g}{p}\right) = d_1\left(1+\frac{g}{p}\right)^{t-1},$$

где t — порядковый номер месяца;

$\dfrac{g}{p}$ — ежемесячная процентная ставка.

Таким образом, данный закон представляет собой геометрическую прогрессию с первым членом d_1 и знаменателем $1+\dfrac{g}{p}$. Ее сумма за t месяцев:

$$W_t = d_1\frac{\left(1+\frac{g}{p}\right)^t - 1}{\frac{g}{p}} = d_1 s_{t;\frac{g}{p}},$$

где $s_{t;\frac{g}{p}}$ — множитель наращения ренты за t месяцев по ставке $\dfrac{g}{p}$ за месяц.

Наконец, остаток долга на конец месяца t можно рассчитать по формуле:

$$D_t = D_0 - W_t.$$

Используя указанные соотношения, рассчитаем остаток долга на конец 57-го месяца или, что то же самое, на начало 58-го месяца:

$$W_{57} = 0{,}98161\, s_{57;1{,}67\%} = 0{,}98161\frac{(1+0{,}0167)^{57}-1}{0{,}0167} = 92{,}30321;$$

$$D_{57} = 100 - 92{,}30321 = 7{,}69679.$$

Последнее число заносится во вторую колонку строки 58 табл. 54 и на его основе проводятся дальнейшие расчеты, позволяющие до конца составить график погашения кредита.

Глава 8

Финансирование инновационных проектов с помощью дисконтирования и консолидации векселей

8.1. Математическое дисконтирование и учет векселей

Математическое дисконтирование. Термин "дисконтирование" употребляется в финансовой практике весьма широко. Под этим термином может пониматься способ нахождения стоимости величины P на некоторый момент времени при условии, что в будущем при начислении на нее процентов она могла бы составить наращенную сумму S. Величину P, найденную дисконтированием наращенной величины S, называют современной или приведенной стоимостью. С помощью дисконтирования в финансовых расчетах учитывается также фактор времени.

В номинальной стоимости векселя отражается не только стоимость товара или капитала, полученного в долг, но и доход владельца товара (капитала), предоставившего кредит.

Размер дохода зависит от величины трех параметров: капитала (стоимости товара), предоставленного в кредит, срока кредита и процентной ставки, начисляемой на кредит. Проценты при этом могут быть простыми и сложными. Простые проценты применяются в финансовых обязательствах, заключенных, как правило, на срок не более года.

Прежде чем перейти к изложению методов дисконтирования и консолидации векселей, рассмотрим сущность и методы определения их наращенных сумм (номиналов).

Наращенная сумма долга представляет собой сумму первоначального долга и начисленных на него процентов:

$$S = P + Pni = P(1 + ni) = P\left(1 + \frac{t}{K}\, i\right), \tag{35}$$

где P — сумма полученного кредита;

n — срок кредита (дробное число лет);

i — годовая процентная ставка;

t — число дней ссуды;

K — число дней в году, или *временная база начисления процентов (time basis)*.

При расчете процентов применяют две временные базы: $K = 360$ дней (12 месяцев по 30 дней) или $K = 365$, 366 дней. Если $K = 360$, то получают *обыкновенные* или *коммерческие* проценты (*ordinary interest*), а при использовании действительной продолжительности года (365, 366 дней) рассчитывают *точные* проценты (*exact interest*).

Число дней ссуды также можно измерить приближенно и точно. В первом случае продолжительность ссуды определяется из условия, согласно которому любой месяц принимается равным 30 дням. В свою очередь точное число дней ссуды определяется путем подсчета числа дней между датой выдачи ссуды и датой ее погашения. День выдачи и день погашения считаются за один день.

Итак, возможны и применяются на практике три варианта расчета простых процентов.

1. *Точные проценты с точным числом дней ссуды.* Этот вариант, естественно, дает самые точные результаты. Данный способ применяется центральными банками многих стран и крупными коммерческими банками, например, в Великобритании, США. В коммерческих документах он обозначается как 365/365 или ACT/ACT.

2. *Обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды.* Этот метод, иногда называемый *банковским (Banker's Rule)*, распространен в межстрановых ссудных операциях коммерческих банков, во внутристрановых — во Франции, Бельгии, Швейцарии. Он обозначается как 365/360 или ACT/360. Этот вариант дает несколько больший результат, чем применение точных процентов. Заметим, что при числе дней ссуды, превышающем 360, данный способ приводит к тому, что сумма начисленных процентов будет больше, чем предусматривается годовой ставкой. Например, если $t = 364$, то $n = 364/360 = 1{,}011111$. Множитель наращения за год при условии, что $i = 20\%$, составит 1,202222.

3. *Обыкновенные проценты с приближенным числом дней ссуды.* Такой метод применяется тогда, когда не требуется большой точности, например, при промежуточных расчетах. Он принят в практике банков Германии, Швеции, Дании. Метод условно обозначается как 360/360. Год при этом делится на 12 месяцев по 30 дней в каждом.

Очевидно, что вариант расчета с точными процентами и приближенным числом дней ссуды лишен смысла и не применяется.

П р и м е р 54. Владелец производственной фирмы обратился в банк с просьбой о выдаче кредита в размере 4 млн руб. с 1.07 по 1.10. Банк согласен выдать кредит под вексель из расчета 20% годовых. Определить, какая сумма будет проставлена в векселе, если использовать: 1) точные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/ACT); 2) обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/360); 3) обыкновенные проценты с приближенным числом дней ссуды (360/360).

Р е ш е н и е. Вычислим точное число дней ссуды:

$$t = 1.10 - 1.07 = 31 + 31 + 30 = 92 \text{ (день)}.$$

1. Используем точные проценты с точным числом дней ссуды:

$$S = 4\left(1 + \frac{92}{365}\,0{,}2\right) = 4{,}202 \text{ (млн руб.)}.$$

2. Используем обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды:

$$S = 4\left(1 + \frac{92}{360}\,0{,}2\right) = 4{,}204 \text{ (млн руб.)}.$$

3. Используем обыкновенные проценты с приближенным числом дней ссуды:

$$S = 4\left(1 + \frac{90}{360}\,0{,}2\right) = 4{,}2 \text{ (млн руб.)}.$$

Для фирмы выгоднее получить 3-й вариант ссуды.

При дисконтировании решается задача, обратная определению наращенной суммы. Сформулируем ее следующим образом: какую сумму следует выдать в долг на n лет, чтобы при начислении на нее процентов по ставке i получить наращенную сумму, равную S?

Для решения этой задачи используем формулу наращения (35). Тогда

$$P = \frac{S}{1+ni}, \tag{36}$$

где $\dfrac{1}{1+ni}$ — дисконтный множитель.

В формуле (36) величина P называется приведенной или современной величиной будущей наращенной суммы S. Дисконтный множитель показывает, во сколько раз первоначальная сумма ссуды P меньше наращенной ссуды. Разность $S-P=D$ является дисконтом. Такой метод дисконтирования называется *математическим дисконтированием.*

Пример 55. Через шесть месяцев владелец векселя, выданного коммерческим банком, должен получить по нему 2,2 млн руб. Какая сумма была внесена в банк в момент приобретения векселя, если годовой доход составляет 20% годовых (360/360)?

Решение. Находим современную стоимость (цену приобретения векселя) по формуле (36):

$$P = \frac{2{,}2}{1+0{,}5\cdot 0{,}2} = 2 \text{ (млн руб.)}.$$

Пример 56. Владелец векселя, номинальная стоимость которого 4 млн руб., обратился в банк за 90 дней до наступления срока погашения с предложением об его учете (делеконтировании). Банк согласился на учет векселя по ставке 25% годовых. Найти сумму, которую получит владелец векселя, а также дисконт банка, если использовать: 1) точные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/ACT); 2) обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/360).

Р е ш е н и е

1. Используем точные проценты с точным числом дней ссуды. В этом случае владелец векселя получит сумму

$$P = \frac{4}{1 + \frac{90}{365}\,0{,}25} = 3{,}768 \text{ (млн руб.)}.$$

Банк получит дисконт в размере

$$D = 4 - 3{,}768 = 0{,}232 \text{ (млн руб.)}.$$

2. Используем обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды. В этом случае владелец векселя получит сумму

$$P = \frac{4}{1 + \frac{90}{360}\,0{,}25} = 3{,}765 \text{ (млн руб.)}.$$

Банк получит дисконт в размере

$$D = 4 - 3{,}765 = 0{,}235 \text{ (млн руб.)}.$$

Для владельца векселя выгоднее 1-й вариант его учета.

Используя приведенные формулы, можно решить и другую задачу: определение величины эффективной годовой процентной ставки, т. е. ставки, по которой были фактически начислены проценты на предоставляемый кредит.

Если

$$S = P(1 + ni),$$

то эффективная годовая ставка

$$i = \frac{S - P}{Pn}.$$

П р и м е р 57. Коммерческий банк производит продажу векселей номиналом в 1 млн руб. по цене 0,94 млн руб. со сроком погашения через 105 дней с момента приобретения. Найти величину эффективной годовой ставки, если использовать: 1) точные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/ACT); 2) обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/360).

Р е ш е н и е

1. Используем точные проценты с точным числом дней ссуды. Тогда эффективная годовая ставка

$$i = \frac{1 - 0{,}94}{0{,}94 \cdot 105} \cdot 365 = 0{,}221884 \ (22{,}1884\%).$$

2. Используем обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды. Тогда эффективная годовая ставка

$$i = \frac{1 - 0{,}94}{0{,}94 \cdot 105} \cdot 360 = 0{,}218845 \ (21{,}8845\%).$$

Банковский учет векселей. Суть операции заключается в следующем. Банк или другое финансовое учреждение до наступления срока платежа (*date of maturity*) по векселю или иному платежному обязательству приобретает его у владельца по цене, которая меньше суммы, указанной на векселе, т. е. покупает (учитывает) его с дисконтом. Получив при наступлении срока векселя деньги, банк реализует процентный доход в виде дисконта. В свою очередь владелец векселя с помощью его учета имеет возможность получить деньги хотя и не в полном объеме, однако ранее указанного на нем срока.

При учете векселя применяется *банковский (коммерческий) учет*. Согласно этому методу проценты за пользование ссудой в виде дисконта начисляются на сумму, подлежащую уплате в конце срока (*maturity value*). При этом применяется *учетная (антисипативная) ставка* d.

Размер дисконта, или суммы учета, очевидно равен Snd; если d — годовая учетная ставка, то n измеряется в годах. Таким образом,

$$P = S - Snd = S(1 - nd),$$

где n — срок ссуды от момента учета до момента уплаты по векселю;

$(1 - nd)$ — дисконтный множитель.

Учет посредством учетной ставки чаще всего осуществляется при временной базе $K = 360$ дней, число дней ссуды обычно берется точным, ACT/360.

Простая учетная ставка иногда применяется и при расчете наращенной суммы. В частности, в этом возникает необходимость при определении номинальной суммы, которую надо проставить в векселе, если задана текущая сумма долга. Наращенная сумма в этом случае составит величину

$$S = \frac{P}{1 - nd}.$$

При определении финансовой эффективности учетной операции и при сравнении контрактов по их доходности в случаях, когда учетные ставки в явном виде не указаны, возникает необходимость в расчете ставок. Решив последнее уравнение относительно d, получим:

$$d = \frac{S - P}{Sn}.$$

П р и м е р 58. Владелец векселя номиналом 5 млн руб. за 15 дней до наступления срока платежа учитывает его в банке по учетной ставке 22% годовых. Найти сумму, которую получит владелец векселя, а также дисконт банка.

Р е ш е н и е. Сумма, полученная владельцем векселя, составит

$$P = 5\left(1 - \frac{15}{360}\,0{,}22\right) = 4{,}954 \text{ (млн руб.)}.$$

Величина дисконта, полученного банком, равна

$$D = 5 - 4{,}954 = 0{,}046 \text{ (млн руб.)}.$$

Определение величины наращенной суммы и величины дисконта возможно также с помощью сложных процентных и сложных учетных ставок. Однако они не используются при учете векселей.

8.2. Консолидация векселей

Изменение хозяйственной ситуации нередко побуждает одну из сторон (участницу коммерческой сделки) обратиться к другой стороне с предложением изменить условие ранее заключенной сделки. Наиболее часто предлагается изменить сроки платежей в сторону их увеличения или произвести объединение нескольких платежей в один (консолидировать платежи) с установлением единого срока погашения. Естественно, что предлагаемые изменения должны быть безубыточны для другой стороны, т. е. основным принципом изменения условий сделки является принцип финансовой эквивалентности. Для решения этих задач используется уравнение эквивалентности, в котором сумма заменяемых платежей, приведенных к одному моменту времени, приравнена к сумме платежей по новому обязательству, приведенных к той же дате.

При консолидации нескольких векселей в один новый вексель при условии, что срок его погашения больше ранее установленных сроков, т. е.

$$n_0 > n_j \quad \text{для} \quad \forall j = \overline{1,J},$$

уравнение эквивалентности имеет вид

$$S_0 = \sum_{j=1}^{J} S_j(1 + t_j i),$$

где S_0 — наращенная сумма (номинальная стоимость) консолидированного векселя;

S_j — номинальная стоимость j-го векселя, включаемого в консолидированный;

t_j — временной интервал между сроками n_0 и n_j, т. е.

$$t_j = n_0 - n_j.$$

П р и м е р 59. Фирма получила кредит в банке на сумму 9 млн руб. под 20% годовых (360/360). Кредит должен быть погашен двумя платежами: первый — 5 млн руб. с процентами через 90 дней после получения, второй — 4 млн руб. с процентами через

120 дней. На полученный кредит фирма выдала банку два векселя. Впоследствии фирма договорилась о консолидации двух векселей в один со сроком погашения через 150 дней. Определить номинальную стоимость консолидированного векселя.

Р е ш е н и е. Рассчитаем номинальные стоимости первоначально выданных векселей:

$$S_1 = 5\left(1 + \frac{90}{360}\,0{,}2\right) = 5{,}25 \text{ (млн руб.)};$$

$$S_2 = 4\left(1 + \frac{120}{360}\,0{,}2\right) = 4{,}266667 \text{ (млн руб.)}.$$

Номинальная стоимость консолидированного векселя составит

$$S_0 = 5{,}25\left(1 + \frac{150-90}{360}\,0{,}2\right) + 4{,}266667\left(1 + \frac{150-120}{360}\,0{,}2\right) = \\ = 9{,}762778 \text{ (млн руб.)}.$$

Сделаем проверку. Так как принцип эквивалентности состоит в том, что первоначальная сумма P в начале периода эквивалентна платежу S в конце периода при сохранении установленной процентной ставки, то дисконтированная сумма консолидированного векселя на момент предоставления кредита должна быть равна сумме полученного кредита:

$$P_0 = \frac{S_0}{1 + n_0 i} = \frac{9{,}762778}{1 + \dfrac{150}{360}\,0{,}2} = 9{,}011795 \approx 9 \text{ (млн руб.)}.$$

Объединение платежей может производиться на условиях, предусматривающих различные сроки выплаты консолидированного платежа. Поэтому в общем случае величину консолидированного платежа определяют по формуле

$$S_0 = \sum_{j=1}^{J} S_j(1 + t_j i) + \sum_{l=1}^{L} \frac{S_l}{1 + t_l i},$$

где S_j — суммы объединяемых платежей, сроки погашения которых меньше нового срока ($n_j < n_0$);

S_l — суммы объединяемых платежей со сроками, превышающими новый срок ($n_l > n_0$).

Следовательно,

$$t_j = n_0 - n_j; \qquad t_l = n_l - n_0.$$

П р и м е р 60. Фирма в погашение задолженности банку за предоставленный кредит под 22% годовых (АСТ/360) должна произвести три платежа: 2 млн руб., 2,7 млн руб. и 3,3 млн руб. в сроки 20.04, 25.05 и 15.06. Фирма договорилась с банком объединить все платежи в один и выдала на эту сумму вексель со сроком платежа 1.06. Определить номинальную стоимость выданного векселя.

Р е ш е н и е. Рассчитаем временные интервалы между сроком платежа по векселю и соответствующими сроками платежа по кредиту:

$$t_1 = 1.06 - 20.04 = 11 + 31 = 42 \text{ (дня)};$$
$$t_2 = 1.06 - 25.05 = 7 \text{ (дней)}; \qquad t_3 = 15.06 - 1.06 = 14 \text{ (дней)}.$$

Номинальная стоимость выданного векселя равна

$$S_0 = 2\left(1 + \frac{42}{360}\,0{,}22\right) + 2{,}7\left(1 + \frac{7}{360}\,0{,}22\right) + \frac{3{,}3}{1 + \frac{14}{360}\,0{,}22} =$$
$$= 8{,}03489 \text{ (млн руб.)}.$$

При консолидации векселей возможно наряду с процентной ставкой использовать и учетную ставку.

В случае, когда

$$n_0 > n_j \quad \text{для} \quad \forall j = \overline{1,J},$$

расчет консолидированного платежа производится по формуле

$$S_0 = \sum_{j=1}^{J} \frac{S_j}{1 - t_j d}.$$

Для общего случая:

$$S_0 = \sum_{j=1}^{J} \frac{S_j}{1 - t_j d} + \sum_{l=1}^{L} S_l (1 - t_l d).$$

П р и м е р 61. Должник обращается к своему кредитору (владельцу векселей) с просьбой об объединении двух векселей в один и продления срока уплаты. Первый вексель выдан на сумму 1,5 млн руб. со сроком уплаты 20.07, второй выдан на сумму 2,1 млн руб. со сроком уплаты 1.09. Владелец векселей соглашается на пролонгацию до 1.10, применив учетную ставку 18% годовых. Определить номинальную стоимость нового векселя.

Р е ш е н и е. Рассчитаем временные интервалы между сроками платежей по новому и старым векселям:

$$t_1 = 1.10 - 20.07 = 12 + 31 + 30 = 73 \text{ (дня)};$$
$$t_2 = 1.10 - 1.09 = 30 \text{ дней}.$$

Номинальная стоимость нового векселя составит

$$S_0 = \frac{1{,}5}{1 - \dfrac{73}{360}\,0{,}18} + \frac{2{,}1}{1 - \dfrac{30}{360}\,0{,}18} = 3{,}689 \text{ (млн руб.)}.$$

П р и м е р 62. Три векселя со сроками уплаты 15.03 (5 млн руб.), 10.04 (8 млн руб.) и 1.06 (9 млн руб.) заменяются одним векселем со сроком погашения 15.05. При консолидации векселей используется учетная ставка 19% годовых. Определить номинальную стоимость консолидированного векселя.

Р е ш е н и е. Рассчитаем временные интервалы между сроками платежей по новому и старым векселям:

$$t_1 = 15.05 - 15.03 = 17 + 30 + 14 = 61 \text{ (день)};$$
$$t_2 = 15.05 - 10.04 = 21 + 14 = 35 \text{ (дней)};$$
$$t_3 = 1.06 - 15.05 = 17 \text{ (дней)}.$$

Номинальная стоимость консолидированного векселя равна

$$S_0 = \frac{5}{1 - \dfrac{61}{360}\,0{,}19} + \frac{8}{1 - \dfrac{35}{360}\,0{,}19} + 9\left(1 - \frac{17}{360}\,0{,}19\right) =$$
$$= 22{,}236 \text{ (млн руб.)}.$$

Вопрос о консолидации платежей можно решать и по другому принципу: партнеры заранее обуславливают сумму консолидированного платежа, при этом необходимо рассчитать срок его уплаты, сохраняя принцип эквивалентности.

Если

$$S_0 = P_0(1 + n_0 i),$$

то срок уплаты консолидированного платежа определяется как

$$n_0 = \frac{1}{i}\left(\frac{S_0}{P_0} - 1\right).$$

При этом современную величину объединяемых платежей можно найти по формуле

$$P_0 = \sum_{j=1}^{J} \frac{S_j}{1 + n_j i}.$$

П р и м е р 63. Фирма получила кредит в банке под три векселя. Номинальная стоимость каждого: 2,5 млн руб., 3,1 млн руб. и 2,7 млн руб. Сроки погашения векселей определены через 40, 70 и 160 дней после 1.01 текущего года. По согласованию сторон решено заменить их одним векселем с номинальной стоимостью 9 млн руб. с продлением срока уплаты, используя процентную ставку 20% годовых (ACT/ACT). Найти срок уплаты консолидированного векселя.

Р е ш е н и е. Современная величина объединенных векселей составит

$$P_0 = \frac{2{,}5}{1 + \dfrac{40}{365}\,0{,}2} + \frac{3{,}1}{1 + \dfrac{70}{365}\,0{,}2} + \frac{2{,}7}{1 + \dfrac{160}{365}\,0{,}2} = 7{,}914237 \text{ (млн руб.)}.$$

Тогда срок уплаты консолидированного векселя равен

$$n_0 = \frac{1}{0{,}2}\left(\frac{9}{7{,}914237} - 1\right) = 0{,}685956 \text{ (года) или } 251 \text{ день.}$$

В случае договоренности партнеров о консолидации векселей без изменения общей суммы платежа, т. е.

$$S_0 = \sum_{j=1}^{J} S_j,$$

срок оплаты по консолидированному векселю можно найти следующим образом:

$$n_0 S_0 = \sum_{j=1}^{J} n_j S_j; \qquad n_0 = \frac{\sum\limits_{j=1}^{J} n_j S_j}{\sum\limits_{j=1}^{J} S_j}.$$

П р и м е р 64. Фирма получила кредит в банке под три векселя. Номинальная стоимость каждого: 2,5 млн руб., 3,1 млн руб. и 2,7 млн руб. Сроки погашения векселей определены через 40, 70 и 160 дней после 1.01 текущего года. По согласованию сторон решено заменить их одним векселем без увеличения итоговой суммы долга. Контракт ACT/ACT. Найти срок уплаты консолидированного векселя.

Р е ш е н и е. Используя последнюю формулу, получаем:

$$n_0 = \frac{\frac{40}{365}\,2{,}5 + \frac{70}{365}\,3{,}1 + \frac{160}{365}\,2{,}7}{2{,}5 + 3{,}1 + 2{,}7} = 0{,}247236 \text{ (года) или } 91 \text{ день.}$$

Для расчета срока уплаты консолидированного векселя используются также учетные ставки.

Если

$$P_0 = S_0(1 - n_0 d),$$

то срок уплаты консолидированного платежа определяется как

$$n_0 = \frac{1}{d}\left(1 - \frac{P_0}{S_0}\right).$$

При этом современную величину объединяемых платежей можно найти по формуле

$$P_0 = \sum_{j=1}^{J} S_j(1 - n_j d).$$

П р и м е р 65. Фирма выдала банку за полученный кредит одновременно три векселя с номиналами 1,2 млн руб., 1,5 млн руб. и 2,3 млн руб. Сроки погашения векселей от момента их выдачи соответственно составляют 35, 55 и 75 дней. Впоследствии достигнуто соглашение о консолидации трех векселей в один с номинальной стоимостью 5,5 млн руб. При консолидации векселей банк использовал учетную ставку, равную 15% годовых. Определить срок погашения консолидированного векселя.

Р е ш е н и е. Современная величина объединенных векселей составит

$$P_0 = 1{,}2\left(1 - \frac{35}{360}\,0{,}15\right) + 1{,}5\left(1 - \frac{55}{360}\,0{,}15\right) + 2{,}3\left(1 - \frac{75}{360}\,0{,}15\right) = \\ = 4{,}87625 \text{ (млн руб.)}.$$

Тогда срок погашения консолидированного векселя равен

$$n_0 = \frac{1}{0{,}15}\left(1 - \frac{4{,}87625}{5{,}5}\right) = 0{,}756061 \text{ (года) или 276 день.}$$

Глава 9

Факторинговое и форфейтинговое финансирование инновационных проектов

9.1. Сущность факторинговых и форфейтинговых операций

Факторинг. *Это покупка банком или специализированной компанией денежных требований поставщика к покупателю и их инкассация за определенное вознаграждение.*

Контракт по факторным операциям является таковым, если поставщик уступает факторинговой фирме свои требования к покупателям, а факторинговая компания, в свою очередь, берет на себя не менее двух из перечисленных ниже обязанностей:

— кредитование поставщика;

— ведение учета требований к покупателям;

— предъявление к оплате требований;

— защита от неплатежеспособности покупателей, т. е. страхование кредитного риска.

Факторинговые операции подразделяются на следующие:

1. *Внутренние* (если поставщик, покупатель и фактор-фирма находятся в одной стране) и *международные* (если какая-либо из трех сторон находится в другом государстве).

2. *Открытые* (если должник уведомлен об участии в сделке факторинговой компании) и *закрытые* (конфиденциальные).

3. *С правом регресса* (т. е. с правом требования к поставщику вернуть оплаченную сумму или оплатить непогашенную задолженность) и *без права регресса.*

4. С кредитованием поставщика *в форме предварительной оплаты* или *оплаты требований к определенной дате.*

На практике взаимоотношение факторинговой фирмы и поставщика продукции происходит обычно следующим образом. Продавец сообщает фактор-фирме список своих покупателей с примерным объемом поставок. Компания проверяет платежеспособность покупателей и сообщает поставщику кредитные лимиты по каждому покупателю.

Может применяться вариант полного обслуживания (открытый факторинг) без права регресса, при котором поставщик переуступает факторинговой фирме долги всех своих клиентов. Это дает полную гарантию оплаты платежных документов. При полном обслуживании с правом регресса факторинговая компания получает право выставить впоследствии против поставщика неоплаченные долговые требования.

Форфейтинг. *Это покупка требований, погашение которых происходит через определенный в будущем отрезок времени без права регресса.*

Факторинговые операции применяются для финансирования поставок со сроком кредитования от 90 до 180 дней, а форфетирование — со сроком кредитования от 6 месяцев до 6 лет. Кроме того, факторинг, как правило, не покрывает политические риски и риски по переводу валюты из одной страны в другую. При форфейтинге покупающий обязательства (форфетор) несет по ним все риски без оборота на уступающего их.

Несмотря на повышенные расходы, связанные с операциями по переуступке долгов, факторинговые и форфейтинговые операции выгодны поставщикам, т. к. позволяют поддерживать необходимую структуру баланса (т. е. соотношение собственных и заемных средств) на требуемом уровне, способствуют ускорению оборота капитала, снижению издержек обращения и в конечном итоге приводят к увеличению прибыли.

Тесное сотрудничество факторинговых и форфейтинговых компаний с банками объясняется тем, что проведение этих операций требует больших сумм денег. Обычно компания за счет собственных средств покрывает не более 30% потребности в них. Остальные 70% оборотных средств формируются в виде льготного кредита банка.

Факторинговые и форфейтинговые операции схожи с вексельными кредитами банков, но они имеют и ряд отличий. Если при получении вексельного кредита векселя используются в качестве гарантии ссуды, то фактор или форфетор практически покупают их. Риск потерь из-за неоплаты требований должником страхуется факторинговой или форфейтинговой компанией, взимающей с поставщика за эту операцию комиссию. Поставщик же несет до конца только ответственность за дефекты поставляемой продукции и за правильность указываемых в счетах-фактурах сумм.

При экспорте товаров появляются дополнительные риски. Прежде всего это политические риски. Также риски перевода валют из одной страны в другую, которые связаны с возможностью введения государственного моратория или ограничений на перевод платежей в валюте за границу, или отказ совершать платежи в валюте контракта. Также валютные риски, т. е. при переводе валюты покупателя в валюту продавца их плавающие курсы могут привести к значительным потерям.

Как при экспорте, так и в случае продажи товаров на внутреннем рынке, существуют коммерческие риски, которые связаны с отказом должника или гаранта погашать задолженность.

В факторинговых операциях при экспорте товаров на продавце остаются валютные риски, риски по переводу валюты и политические риски. При форфетировании все риски принимает на себя форфетор.

При покупке задолженности экспортеров бывает трудно определить платежеспособность импортера. Поэтому на практике чаще всего в этом случае факторинговые или форфейтинговые фирмы заключают договор с фирмой аналогичного профиля в стране импортера, которой легче определить финансовое состояние покупателя, застраховать на местном рынке возникающие риски или инкассировать задолженность. Такие операции получили название *взаимные* или *двухфакторные*.

Техника учета векселей при факторинге и форфейтинге. Векселя продаются фактору или форфетору путем индоссамента с включением оговорки “без оборота”. Но если в простом векселе индоссант путем этой оговорки освобождается от любого обязательства по нему, то в переводном векселе векселедатель не может снять с себя ответственность за его неоплату. В последнем случае трассант обычно удовлетворяется письменным обязательством форфетора или фактора не предпринимать против него действий в случае неплатежа. Учитывая возникновение дополнительных проблем, на практике чаще всего применяются простые векселя.

При форфейтинге из-за большого срока кредита он разбивается на части, оформляемые отдельными векселями обычно на срок порядка 6 месяцев. Из-за различий в валютах векселя и платежа, а также во избежание потерь от операций с нестабильными валютами, почти всегда выдвигается требование, чтобы учитываемые векселя были выписаны в долларах США, евро или швейцарских франках. В случае использования других валют применяется оговорка эффективного платежа, т. е. платежа в валюте третьей страны.

Учет векселей, т. е. удержание согласованной скидки от номинала векселя, обычно заканчивает отношения форфетора и уступающего обязательства. Экспортер получает наличные деньги за поставленный товар, и по условиям соглашения с форфетором сделка обратной силы не имеет. При факторинге чаще всего поставщик получает сразу только часть причитающихся ему денег. Резервные суммы необходимы на случай возврата или недопоставки товара либо другой аналогичной ситуации и выплачиваются сразу после поступления денег от должника.

Для векселей, принимаемых при форфетировании, почти всегда требуется банковское страхование в виде гарантии или аваля.

Гарантом, как правило, является действующий на международном рынке банк, расположенный в стране импортера и способный дать заключение о платежеспособности покупателя. Гарантия должна быть чистой, безотзывной и безусловной, т. е. не содержать зависимости от контракта, являющегося ее основой, или финансового положения покупателя.

Аваль — это вексельное поручительство. Кроме того, если гарантия может выдаваться отдельно от векселя в виде самостоятельного документа, то аваль совершается на лицевой стороне самого векселя. В гарантии должны быть приведены полная сумма платежа и, если она разбивается на несколько платежей, то срок и суммы промежуточных выплат.

9.2. Расчет затрат на факторинговые и форфейтинговые операции

Рассмотрим состав затрат продавца обязательств при этих операциях. В них входят:

1. Факторная комиссия. В зависимости от кредитоспособности фирм-должников она составляет 0,5–4% от оборота купленных счетов без права регресса и 0,2–0,5% при наличии этого права.

2. Процент за кредит, каковым является предварительная оплата переуступаемых долговых обязательств. Он берется с разницы между выплаченными клиенту суммами и погашенными обязательствами. Ставки по таким кредитам с учетом компенсации дополнительных затрат и рисков на 2–4% выше текущей банковской ставки по краткосрочным ссудам и включают в себя:

а) затраты на покрытие коммерческих рисков. Они складываются из затрат на получение аваля (4–8%) или банковской гарантии (0,6–10% от ее суммы). Их обычно несет покупатель товара (или импортер), а не продавец (или экспортер);

б) затраты на покрытие политических рисков и рисков по переводу валюты. Они колеблются от 0,5% до 5% годовых в зависимости от страны должника;

в) дополнительные затраты, а именно:

— затраты, связанные с управленческими расходами фактора или форфетора по обслуживанию клиента;

— плата за так называемые периоды обязательств, возникающих в результате задержки представления документов по сравнению с датой возникновения задолженности;

— опционные расходы и т. п.

П р и м е р 66. Квартальный оборот поставщика продукции составляет 1 млн швейцарских франков. Срок предоставляемого им кредита — 90 дней. Страхование кредитного риска — 1% от товарооборота. Валютный и переводной риски — за счет экспортера. Факторная комиссия — 0,75% от товарооборота. Размер номинальной процентной ставки факторинговой компании за пользование кредитом — 8% годовых. Рассчитать общие затраты поставщика при факторинговой операции.

Р е ш е н и е. Поставщик будет нести расходы при переуступке долговых обязательств, проиллюстрированные в табл. 55.

Таблица 55

Состав затрат поставщика при факторинговой операции (швейцарские франки)

Наименование затрат	*Сумма затрат*
1. Страхование кредитного риска (1% от товарооборота)	10 000
2. Валютный и переводной риски	за счет экспортера
3. Факторная комиссия (0,75% от товарооборота)	7 500
4. Проценты за пользование кредитом (2% за квартал)	20 000
Итого:	37 500

Сумма дисконта, удерживаемая при учете векселей, вычисляется по формуле

$$D = \frac{S \cdot t \cdot d}{100 \cdot 360}, \tag{37}$$

где S — сумма векселя (номинал);

t — срок платежа (в днях);

d — учетная ставка (в % годовых).

При этом срок векселя рассчитывается исходя из того, что в каждом месяце 30 дней и в году 360 дней. К сроку погашения обычно добавляется “льготный период”, дающийся на перевод средств из одного банка в другой.

Последняя формула обычно разбивается на два блока:

$$D = \frac{Д \cdot d}{360},$$

где $Д = \dfrac{S \cdot t}{100}$ — дисконтное число.

На руки поставщик в результате учета векселя получает сумму

$$P = S - D. \tag{38}$$

Если учитывается сразу несколько векселей с разными суммами и сроками погашения, то расчет дисконта можно записать в виде

$$D_0 = \frac{\sum\limits_{j=1}^{J} Д_j d}{360}, \tag{39}$$

где $\sum\limits_{j=1}^{J} Д_j$ — сумма дисконтных чисел всех учитываемых векселей, рассчитываемая по формуле

$$\sum_{j=1}^{J} Д_j = \frac{\sum\limits_{j=1}^{J} S_j T_j}{100}, \tag{40}$$

T_j — срок платежа в днях по j-му векселю.

П р и м е р 67. В факторинговую компанию поступили векселя экспортера, представленные в табл. 56. Учетная ставка факторинговой компании — 6% годовых. Найти сумму платежа экспортеру.

Таблица 56

Информация о векселях экспортера

Сумма векселя (S_j) (долл.)	*Срок платежа (T_j) (дни)*
70 000	60
130 000	90
90 000	60
250 000	180
140 000	150

Р е ш е н и е. Вычислим в табл. 57 сумму дисконтных чисел $\sum\limits_{j=1}^{J} Д_j$ всех учитываемых векселей, используя формулу (40).

Таблица 57

Расчет суммы дисконтных чисел векселей

Сумма векселя (S_j) (долл.)	*Срок платежа (T_j) (дни)*	*Дисконтные числа ($Д_j$) (долл.)*
70 000	60	42 000
130 000	90	117 000
90 000	60	54 000
250 000	180	450 000
140 000	150	210 000
		873 000

Тогда по формуле (39) сумма дисконта по всем векселям составит

$$D_0 = \frac{873\,000 \cdot 6}{360} = 14\,550 \text{ (долл.)},$$

а сумма платежа экспортеру по формуле (38) будет равна

$$P_0 = 680\,000 - 14\,550 = 665\,450 \text{ (долл.)}.$$

Первоначальную формулу (37) можно переписать следующим образом:

$$D_0 = \frac{S_0 \bar{n} d}{100},$$

где S_0 — сумма учитываемых векселей;

$\bar{n}$ — средний срок учитываемых векселей, выраженный в годах, определяемый по формуле

$$\bar{n} = \frac{\sum\limits_{j=1}^{J} Д_j \cdot 100}{S_0 \cdot 360}. \tag{41}$$

Для поставщика, собирающегося форфетировать свою задолженность, очень важно, чтобы проценты, уплачиваемые покупателем продукции, покрывали затраты на форфетирование.

Пусть первоначальная стоимость поставляемого товара равна A. Покупатель оплачивает его в течение n лет, например, полугодовыми долями при простой ставке за отсрочку платежа — $i\%$ годовых. Учетная простая ставка форфетора — $d\%$ годовых. Какой должна быть контрактная цена товара, чтобы после учета векселей поставщик получил его первоначальную стоимость?

Сумма, которую мог бы получить поставщик от покупателя при продаже товара по первоначальной стоимости с учетом выплаченных процентов, составит величину

$$A + \frac{A\bar{\tau}i}{100} = A\left(1 + \frac{\bar{\tau}i}{100}\right) = S_0, \tag{42}$$

где $\bar{\tau}$ — средний срок товарного кредита (в годах).

Эта сумма должна соответствовать общей величине вексельных сумм (номиналов) векселей, полученных поставщиком от покупателя. Учитывая их у форфетора, экспортер получит платеж за минусом дисконта, т. е.

$$S_0 - \frac{S_0\bar{n}d}{100} = S_0\left(1 - \frac{\bar{n}d}{100}\right).$$

Полученная сумма должна равняться первоначальной стоимости товара A. Чтобы достичь равенства, введем коэффициент Y, определяющий контрактную стоимость товара, т. е. в контракте должна быть проставлена цена $Y \cdot A$. Тогда требование о получении экспортером первоначальной стоимости товара может быть записано в виде

$$YA\left(1 + \frac{\bar{\tau}i}{100}\right)\left(1 - \frac{\bar{n}d}{100}\right) = A, \tag{43}$$

откуда

$$Y = \frac{1}{\left(1 + \frac{\bar{\tau}i}{100}\right)\left(1 - \frac{\bar{n}d}{100}\right)}. \tag{44}$$

Таким образом, чтобы после учета задолженности у форфетора поставщик получил первоначальную стоимость товара A, контрактная цена товара должна быть увеличена в Y раз.

Кроме варьирования контрактной цены товара добиться требуемого результата можно изменением ставок кредита или форфетирования, а также сроков $\bar{\tau}$ и $\bar{n}$.

При этом проценты за товарный кредит могут начисляться следующими способами:

1. Прогрессивный способ (проценты начисляются на остаток задолженности). В этом случае срок, за который начисляются проценты, начинается с момента погашения предыдущего векселя.

2. Регрессивный способ (проценты начисляются на сумму долга, включенную в векселя). В этом случае срок исчисляется от начала сделки и до момента погашения очередного векселя.

3. Смешанный метод (метод равных платежей). Суть этого метода состоит в том, что долг покрывается траттами с одинаковыми вексельными суммами (номиналами).

П р и м е р 68. Стоимость товара экспортера составляет 100 000 долл. Срок предоставляемой отсрочки импортеру — 2 года. Задолженность погашается полугодовыми взносами, оформленными отдельными траттами по ставке кредита 5% годовых. Проценты за товарный кредит начисляются смешанным методом. Форфетор учитывает векселя по учетной ставке 8% годовых. Найти контрактную цену товара.

Р е ш е н и е. Рассчитаем сначала средний срок товарного кредита $\bar{\tau}$ и средний срок учитываемых векселей $\bar{n}$.

Средний срок товарного кредита зависит от порядка его погашения. В случае равномерного его погашения (смешанный метод), т. е. по 25 000 долл. за полугодие, средний срок кредита составит

$$\bar{\tau} = \frac{0{,}5 + 1 + 1{,}5 + 2}{4} = 1{,}25 \text{ (года)}.$$

Вычислим постепенно средний срок учитываемых векселей $\bar{n}$.

По формуле (42)

$$S_0 = 100\,000 \left(1 + \frac{1{,}25 \cdot 5}{100}\right) = 106\,250 \text{ (долл.)}.$$

Вексельная сумма одной тратты составит

$$S_j = \frac{106\,250}{4} = 26\,562{,}5 \text{ (долл.)} = \text{const}.$$

Учитывая, что 1-я тратта выставляется на 180 дней, 2-я — на 360 дней, 3-я — на 540 дней и 4-я — на 720 дней, находим сумму дисконтных чисел по формуле (40):

$$\sum_{j=1}^{J} Д_j = \frac{26\,562{,}5 \cdot 180}{100} + \frac{26\,562{,}5 \cdot 360}{100} + \frac{26\,562{,}5 \cdot 540}{100} + \\ + \frac{26\,562{,}5 \cdot 720}{100} = 478\,125 \text{ (долл.)}.$$

Отсюда по формуле (41) находим средний срок учитываемых векселей:

$$\bar{n} = \frac{478\,125 \cdot 100}{106\,250 \cdot 360} = 1{,}25 \text{ (года)}.$$

Заметим, что при смешанном методе начисления процентов всегда выполняется условие $\bar{\tau} = \bar{n}$.

Подставляя полученные значения $\bar{\tau}$ и $\bar{n}$ в формулу (44), получим, что коэффициент

$$Y = \frac{1}{\left(1 + \dfrac{1{,}25 \cdot 5}{100}\right)\left(1 - \dfrac{1{,}25 \cdot 8}{100}\right)} = 1{,}0457516.$$

Таким образом, контрактная цена товара должна составлять

$$YA = 1{,}0457516 \cdot 100\,000 = 104\,575{,}16 \text{ (долл.)}.$$

В этом случае экспортер получит от форфетора 100 000 долл.

П р и м е р 69. Пусть при условиях примера 68 импортер отказывается оплатить большую стоимость товара. Определить предельную учетную ставку, которую экспортер может заплатить форфетору в этом случае.

Р е ш е н и е. В данном случае коэффициент $Y = 1$, поэтому формула (43) перепишется в виде

$$A\left(1 + \frac{\bar{\tau}i}{100}\right)\left(1 - \frac{\bar{n}d}{100}\right) = A,$$

т. е.

$$\left(1 + \frac{\bar{\tau}i}{100}\right)\left(1 - \frac{\bar{n}d}{100}\right) = 1.$$

Отсюда находим предельную учетную ставку, выгодную экспортеру:

$$d = \frac{\frac{\bar{\tau}}{\bar{n}}i}{1 + \frac{\bar{\tau}i}{100}}.$$

Исходя из условий примера, $\bar{\tau} = \bar{n} = 1{,}25$ года, а $i = 5\%$ годовых. Тогда

$$d = \frac{5}{1 + \frac{1{,}25 \cdot 5}{100}} = 4{,}705882\ (\%).$$

Таким образом, максимальная учетная ставка примерно равна 4,7% годовых, но вряд ли форфетор согласится покупать задолженность по ставке меньшей, чем кредитная. Однако данный пример показывает, что, варьируя параметры сделки, можно добиться условий, приемлемых как для экспортера, так и для импортера и форфетора.

На практике в контрактах с рассрочкой платежа предусматривается определенный процент авансовых платежей (l). Тогда получаем формулу, отражающую требование о получении экспортером первоначальной стоимости товара:

$$Y\left[\left(A - \frac{Al}{100}\right)\left(1 + \frac{\bar{\tau}i}{100}\right)\left(1 - \frac{\bar{n}d}{100}\right) + \frac{Al}{100}\right] = A,$$

откуда

$$Y = \frac{1}{\left(1 - \frac{l}{100}\right)\left(1 + \frac{\bar{\tau} i}{100}\right)\left(1 - \frac{\bar{n} d}{100}\right) + \frac{l}{100}}. \tag{45}$$

П р и м е р 70. На условиях примера 68 импортер по условиям контракта должен уплатить аванс в размере 10% от первоначальной стоимости товара. Найти контрактную цену товара.

Р е ш е н и е. По формуле (45) получаем, что коэффициент

$$Y = \frac{1}{\left(1 - \frac{10}{100}\right)\left(1 + \frac{1{,}25 \cdot 5}{100}\right)\left(1 - \frac{1{,}25 \cdot 8}{100}\right) + \frac{10}{100}} = 1{,}0409889.$$

Тогда контрактная цена товара будет равна

$$YA = 1{,}0409889 \cdot 100\,000 = 104\,098{,}89 \text{ (долл.)}.$$

В этом случае экспортер получит от форфетора 100 000 долл.

Глава 10

Задачи для самостоятельной работы

Задача 1

Сравниваются два инновационных проекта, денежные потоки которых относятся к окончаниям соответствующих лет (табл. 58).

Таблица 58

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 1	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*	*Год 6*
Проект A	-50	-100	50	100	75	120
Проект B	-100	-50	75	100	50	150

Цена капитала для обоих проектов — 15% в год. Найти NPV, PI, PP, IRR и MIRR обоих проектов. Выбрать наиболее выгодный проект.

Задача 2

Сравниваются два инновационных проекта, денежные потоки которых относятся к окончаниям соответствующих лет (табл. 59).

Таблица 59

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 1	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*	*Год 6*
Проект A	-75	-100	75	100	75	120
Проект B	-100	-75	100	75	75	150

Цена капитала для обоих проектов — 15% в год. Найти NPV, PI, PP, IRR и MIRR обоих проектов. Выбрать наиболее выгодный проект.

Задача 3

Сравниваются два инновационных проекта, денежные потоки которых относятся к окончаниям соответствующих лет (табл. 60).

Таблица 60

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 1	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*	*Год 6*
Проект A	-60	-100	50	75	100	120
Проект B	-100	-60	75	100	60	120

Цена капитала для обоих проектов — 15% в год. Найти NPV, PI, PP, IRR и MIRR обоих проектов. Выбрать наиболее выгодный проект.

Задача 4

Сравниваются два инновационных проекта, денежные потоки которых относятся к окончаниям соответствующих лет (табл. 61).

Таблица 61

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 1	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*	*Год 6*
Проект A	-70	-100	70	75	100	120
Проект B	-100	-80	70	100	75	130

Цена капитала для обоих проектов — 15% в год. Найти NPV, PI, PP, IRR и MIRR обоих проектов. Выбрать наиболее выгодный проект.

Задача 5

Анализируются инновационные проекты, денежные потоки которых представлены в табл. 62.

Таблица 62

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*
Проект A	−4 000	2 500	3 000
Проект B	−2 000	1 200	1 500

Проранжировать проекты по критериям NPV, PI, PP, ARR, если цена капитала для них одинаковая и составляет 10% годовых.

Задача 6

Для каждого из приведенных в табл. 63 инновационных проектов рассчитать NPV, PI, PP, IRR, ARR, если цена капитала для всех проектов одинаковая и составляет 20% годовых. Выбрать наиболее выгодный проект.

Таблица 63

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*
Проект A	−370	—	—	—	—	1 000
Проект B	−240	60	60	60	60	
Проект C	−263,5	100	100	100	100	100

Задача 7

Рассчитать NPV, PI, IRR, ARR инновационного проекта с денежным потоком по годам $(-200; 20; 40; 60; 60; 80)$, если цена капитала равна 5% годовых. Оценить финансовую эффективность проекта.

Задача 8

Сравнить по критериям NPV, PI, PP, IRR, ARR два инновационных проекта (табл. 64), если цена капитала для них одинаковая и составляет 13% годовых.

Таблица 64

Денежные потоки инновационных проектов (тыс. руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*
Проект A	−20 000	7 000	7 000	7 000	7 000
Проект B	−25 000	2 500	5 000	10 000	20 000

Задача 9

Величина требуемых инвестиций по инновационному проекту равна 1,8 млрд руб. Предполагаемые доходы: в первый год — 1,5 млрд руб., в последующие 8 лет — по 3,6 млрд руб. ежегодно. Оценить целесообразность принятия инновационного проекта для реализации, если цена капитала составляет 10% годовых.

Задача 10

Найти IRR инновационного проекта с денежным потоком по годам $(-100; 230; -132)$.

Задача 11

Какой из приведенных в табл. 65 инновационных проектов предпочтительней, если цена капитала для обоих проектов равна 8%.

Таблица 65

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*
Проект A	-250	60	140	120	
Проект B	-300	100	100	100	100

Задача 12

Величина инвестиций в инновационный проект — 1 млрд руб. Прогнозная оценка генерируемого по годам дохода в млн руб.: $(344; 395; 393; 320)$. Рассчитать значения показателей NPV, PI, PP, IRR и ARR, если цена капитала — 10% годовых. Сделать вывод об эффективности проекта.

Задача 13

Проанализировать два альтернативных инновационных проекта (табл. 66), если цена инвестируемого капитала для обоих проектов равна 10% годовых. Выбрать наиболее выгодный проект.

Таблица 66

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*
Проект A	-100	50	70	
Проект B	-100	30	40	60

Задача 14

Имеются данные о четырех инновационных проектах, представленных в табл. 67.

Таблица 67

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

Год	*Проект A*	*Проект B*	*Проект C*	*Проект D*
0	−10 000	−13 000	−10 000	−6 000
1	6 000	8 000	5 000	5 000
2	6 000	8 000	5 000	2 000
3	2 000	1 000	5 000	2 000

Полагается, что цена капитала для всех проектов составляет 12% годовых. Необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Какой проект имеет наибольший NPV?
2. Какой проект имеет наименьший NPV?
3. Чему равно значение IRR проекта A?
4. Чему равно значение IRR проекта A, если денежные потоки 3-го года считаются слишком непредсказуемыми и потому должны быть исключены из расчета?

Задача 15

Выбрать наиболее предпочтительный инновационный проект, если цена капитала составляет 8% в год для двух проектов, представленных в табл. 68.

Таблица 68

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*
Проект A	−90	60	70	
Проект B	−90	40	50	70

Задача 16

Выбрать наиболее предпочтительный инновационный проект, если цена капитала составляет 12% в год для двух проектов, представленных в табл. 69.

Таблица 69

Денежные потоки инновационных проектов (млн руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*
Проект A	-110	60	80	
Проект B	-110	40	50	80

Задача 17

Компания намерена инвестировать в инновационную деятельность до 65 млн руб. в следующем году. Подразделения компании предоставили свои предложения по возможному инвестированию, представленному в табл. 70. Проекты независимые и делимые. Выбрать наиболее приемлемую их комбинацию, если в качестве критериев используются: а) NPV; б) IRR; в) PI.

Таблица 70

Исходные данные по инновационным проектам

	IC *(млн руб.)*	NPV *(млн руб.)*	IRR *(%)*
Проект A	50	12	15
Проект B	35	15	19
Проект C	30	42	28
Проект D	25	1	26
Проект E	15	10	20
Проект F	10	11	37
Проект G	10	13	25
Проект H	1	0,1	18

Задача 18

Образуется новое акционерное общество. Инвесторы рассчитывают на доходность 16% в год. Предполагается следующая дивидендная политика. 1-й дивиденд выплачивается по истечении 1-го года работы в размере 10,8 руб. на одну обыкновенную акцию. В последующие 3 года размер дивидендов будет расти на 30% каждый год. Далее, начиная со следующего года, акционерное общество выйдет на постоянный темп прироста доходов и дивидендов — 10% в год. По какой цене надо размещать акции?

Задача 19

Фирме необходимо дополнительно привлечь определенную сумму средств. Возможны три варианта: 1) кредит под 22% годовых; 2) выпуск новых обыкновенных акций с затратами на размещение 10%; 3) выпуск новых привилегированных акций с затратами на размещение 7%. Ставка налога на прибыль — 20%. Ставка рефинансирования — 8%. Последний выплаченный дивиденд на одну обыкновенную акцию составил 7 руб., а на одну привилегированную акцию — 16 руб. В настоящий момент рыночная цена обыкновенной акции — 80 руб., а привилегированной акции — 90 руб. Для обыкновенных акций ожидаемый темп прироста доходов и дивидендов — 9% в год. Какой из 3-х возможных вариантов следует предпочесть?

Задача 20

Облигация, выпущенная сроком на 20 лет, продается по номиналу 1 000 руб. Выплата купонов осуществляется раз в год по ставке 12% годовых. Ее предполагается досрочно погасить через пять лет по цене, равной номиналу плюс сумма процентов за год, т. е. по цене 1 120 руб. Найти годовую доходность к погашению такой облигации.

Задача 21

Облигация со сроком 5 лет, проценты по которой выплачиваются раз в полгода по ставке 8% годовых, куплена по курсу 65. Найти полную годовую доходность облигации для ее владельца — физического лица — с учетом выплаты НДФЛ.

Задача 22

Владелец производственной фирмы обратился в банк с просьбой о выдаче кредита в размере 10 млн руб. с 20.01 по 5.10 (год невисокосный). Банк согласен выдать кредит под вексель из расчета 18% годовых. Определить, какая сумма будет проставлена в векселе, если использовать: 1) точные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/ACT); 2) обыкновенные проценты с точным числом дней ссуды (ACT/360); 3) обыкновенные проценты с приближенным числом дней ссуды (360/360).

Задача 23

Коммерческий банк производит продажу векселя номиналом в 11 млн руб. по цене 10 млн руб. со сроком погашения через 120 дней с момента приобретения. Определить доходность финансовой сделки для покупателя векселя в виде ставки процента (360/360) и учетной ставки.

Ответы

1. $\mathrm{NPV}_A = 60{,}126$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 71{,}433$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}505$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}573$; $\mathrm{PP}_A = 4$ года и 285 дней; $\mathrm{PP}_B = 4$ года и 269 дней; $\mathrm{IRR}_A = 32{,}5669\%$; $\mathrm{IRR}_B = 32{,}9508\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 23{,}1064\%$; $\mathrm{MIRR}_B = 24{,}0124\%$; $B \succ A$.

2. $\mathrm{NPV}_A = 54{,}825$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 67{,}104$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}389$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}467$; $\mathrm{PP}_A = 4$ года и 337 дней; $\mathrm{PP}_B = 4$ года и 343 дня; $\mathrm{IRR}_A = 29{,}0557\%$; $\mathrm{IRR}_B = 30{,}7148\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 21{,}4777\%$; $\mathrm{MIRR}_B = 22{,}5857\%$; $B \succ A$.

3. $\mathrm{NPV}_A = 49{,}566$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 55{,}874$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}388$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}422$; $\mathrm{PP}_A = 5$ лет и 17 дней; $\mathrm{PP}_B = 4$ года и 318 дней; $\mathrm{IRR}_A = 28{,}272\%$; $\mathrm{IRR}_B = 29{,}2134\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 21{,}4572\%$; $\mathrm{MIRR}_B = 21{,}9533\%$; $B \succ A$.

4. $\mathrm{NPV}_A = 54{,}021$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 49{,}244$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}396$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}334$; $\mathrm{PP}_A = 4$ года и 350 дней; $\mathrm{PP}_B = 5$ лет и 46 дней; $\mathrm{IRR}_A = 28{,}8832\%$; $\mathrm{IRR}_B = 26{,}4663\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 21{,}5724\%$; $\mathrm{MIRR}_B = 20{,}6579\%$; $A \succ B$.

5. $\mathrm{NPV}_A = 752{,}066$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 330{,}579$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}188$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}165$; $\mathrm{PP}_A = 1$ год и 255 дней; $\mathrm{PP}_B = 1$ год и 268 дней; $\mathrm{IRR}_A = 23{,}3183\%$; $\mathrm{IRR}_B = 21{,}6515\%$; $\mathrm{ARR}_A = 37{,}5\%$; $\mathrm{ARR}_B = = 35\%$; $A \succ B$.

6. $\mathrm{NPV}_A = 31{,}878$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = -84{,}676$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_C = 35{,}561$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}086$; $\mathrm{PI}_B = 0{,}647$; $\mathrm{PI}_C = 1{,}135$; $\mathrm{PP}_A = 4$ года и 337 дней; проект B не окупится; $\mathrm{PP} = 4$ года и 43 дня; $\mathrm{IRR}_A = 22\%$; $\mathrm{IRR}_B = 0$; $\mathrm{IRR}_C = 26{,}0694\%$; $\mathrm{ARR}_A = 68{,}1081\%$; $\mathrm{ARR}_B = 0$; $\mathrm{ARR}_C = 35{,}9013\%$; эффективнее проект C.

7. $\mathrm{NPV} = 19{,}203$; $\mathrm{PI} = 1{,}096$; $\mathrm{PP} = 4$ года и 112 дней; $\mathrm{IRR} = 7{,}9791\%$; $\mathrm{ARR} = 12\%$; проект эффективен.

8. $\mathrm{NPV}_A = 821{,}299$ тыс. руб.; $\mathrm{NPV}_B = 324{,}999$ тыс. руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}041$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}013$; $\mathrm{PP}_A = 3$ года и 296 дней; $\mathrm{PP}_B = 3$ года и 356 дней; $\mathrm{IRR}_A = 14{,}9628\%$; $\mathrm{IRR}_B = 13{,}47\%$; $\mathrm{ARR}_A = 20\%$; $\mathrm{ARR}_B = 25\%$; $A \succ B$.

9. $\mathrm{NPV} = 0{,}823$ млрд руб.; $\mathrm{PI} = 1{,}046$; $\mathrm{PP} = 8$ лет и 169 дней; $\mathrm{IRR} = 11{,}3729\%$; $\mathrm{MIRR} = 10{,}5482\%$; проект эффективен.

10. $\mathrm{IRR}_1 = 10\%$; $\mathrm{IRR}_2 = 20\%$.

11. $\mathrm{NPV}_A = 20{,}843$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 31{,}213$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}083$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}104$; $\mathrm{PP}_A = 2$ года и 286 дней; $\mathrm{PP}_B = 3$ года и 211 дней; $\mathrm{IRR}_A = 12{,}2169\%$; $\mathrm{IRR}_B = 12{,}6973\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 10{,}1839\%$; $\mathrm{MIRR}_B = 10{,}7058\%$; $\mathrm{ARR}_A = 18{,}6667\%$; $\mathrm{ARR}_B = 16{,}6667\%$; $B \succ A$.

12. $\mathrm{NPV} = 153{,}005$ млн руб.; $\mathrm{PI} = 1{,}153$; $\mathrm{PP} = 3$ года и 110 дней; $\mathrm{IRR} = 16{,}9351\%$; $\mathrm{ARR} = 22{,}6\%$; проект эффективен.

13. $\mathrm{NPV}_A = 3{,}306$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 5{,}409$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}033$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}054$; $\mathrm{PP}_A = 1$ год и 345 дней; $\mathrm{PP}_B = 2$ года и 322 дня;

$\mathrm{IRR}_A = 12{,}32\%$; $\mathrm{IRR}_B = 12{,}8099\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 11{,}199\%$; $\mathrm{IRR}_B = 11{,}9487\%$; $\mathrm{ARR}_A = 20\%$; $\mathrm{ARR}_B = 20\%$; $B \succ A$.

14. 1) $\mathrm{NPV}_{\max} = \mathrm{NPV}_C = 2\,009{,}156$ млн руб.; 2) $\mathrm{NPV}_{\min} = \mathrm{NPV}_B = 1\,232{,}188$ млн руб.; 3) $\mathrm{IRR}_A = 22{,}384\%$; 4) $\mathrm{IRR}_A = 13{,}07\%$.

15. $\mathrm{NPV}_A = 25{,}569$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 45{,}472$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}284$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}505$; $\mathrm{PP}_A = 1$ год и 210 дней; $\mathrm{PP}_B = 2$ года и 67 дней; $\mathrm{IRR}_A = 27{,}6167\%$; $\mathrm{IRR}_B = 31{,}654\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 17{,}388\%$; $\mathrm{MIRR}_B = = 23{,}7731\%$; $\mathrm{ARR}_A = 44{,}4444\%$; $\mathrm{ARR}_B = 51{,}8519\%$; $B \succ A$.

16. $\mathrm{NPV}_A = 7{,}347$ млн руб.; $\mathrm{NPV}_B = 22{,}516$ млн руб.; $\mathrm{PI}_A = 1{,}067$; $\mathrm{PI}_B = 1{,}205$; $\mathrm{PP}_A = 1$ год и 323 дня; $\mathrm{PP}_B = 2$ года и 221 день; $\mathrm{IRR}_A = 16{,}8078\%$; $\mathrm{IRR}_B = 22{,}3169\%$; $\mathrm{MIRR}_A = 14{,}44\%$; $\mathrm{MIRR}_B = 19{,}1728\%$; $\mathrm{ARR}_A = 54{,}5455\%$; $\mathrm{ARR}_B = 36{,}3636\%$; $B \succ A$.

17. а) $C + B$; б) $F + C + D$; в) $C + G + F + E$.

18. $P_0 = 284{,}792$ руб.

19. $k_d(1-T) = 20{,}24\%$; $k_e = 19{,}597\%$; $k_p = 19{,}116\%$; выгоднее выпуск новых привилегированных акций.

20. $i = 13{,}8254\%$.

21. $y = 17{,}7495\%$.

22. 1) 11,272 млн руб.; 2) 11,29 млн руб.; 3) 11,275 млн руб.

23. $i = 30\%$; $d = 27{,}27\%$.

Заключение

В учебном пособии авторами прежде всего исследованы фундаментальные основы оценки эффективности и планирования инновационной деятельности фирмы. Тем не менее широкий круг практических проблем инноватики далеко не исчерпывается разобранными в книге задачами и методами их решения.

Учет фактора неопределенности предполагает достаточно много различных подходов к управлению им. Например, анализ чувствительности, анализ сценариев, имитационное моделирование методом Монте-Карло, анализ дерева решений, метод безрискового эквивалента, метод скорректированной на риск ставки дисконта и т. д. достаточно детально разобраны на практических примерах в книгах [1] и [9]. Проблемы, возникающие с использованием данных методов, обстоятельно изучены в учебно-практическом пособии [13].

Различные практические аспекты составления инвестиционных программ инновационных проектов широко изучены в книгах [9] и [13]. Изучение же методов линейного и целочисленного программирования, используемых в них, мы рекомендуем в первую очередь начинать, используя для этого учебник [11].

Кроме чисто аналитических и расчетных проблем оценки инновационных проектов существует также серьезная проблема корректной постановки задачи, которая заключается в выборе достоверных денежных потоков и ставки дисконта проектов. Эти вопросы подробно проработаны в книгах [3] и [13]. Также очень важно правильное понимание ситуации, когда классические критерии выбора вложений капитала применимы для анализа инновационных и инвестиционных проектов, а когда нет. С этой целью мы рекомендуем читателю прежде всего обратиться к изучению книги [14].

Наконец, кроме чисто финансовых аспектов исследования инновационной деятельности фирмы важно также освоить и необходимый инструментарий анализа и оценки проектов. Для этого, по нашему мнению, лучше использовать книги [4], [12], [18], [19]. Пожалуй, наиболее значимым в этом списке нам представляется учебник [18], поскольку именно он позволит студенту овладеть необходимыми математическими навыками анализа денежных потоков проектов и методов их финансирования.

Мы надеемся, что настоящий практикум позволит будущим специалистам обрести необходимые первоначальные навыки в планировании инновационной деятельности фирмы, чтобы в дальнейшем освоить более глубокие и разноплановые проблемы практического применения инноватики.

Список литературы

1. Бригхем Ю., Гапенски Л. Финансовый менеджмент: полный курс: В 2-х т. СПб.: Экономическая школа, 2005.
2. Бригхем Ю., Хьюстон Дж. Финансовый менеджмент: экспресс-курс. СПб.: Питер, 2007.
3. Бригхем Ю., Эрхардт М. Финансовый менеджмент. 10-е изд. СПб.: Питер, 2009.
4. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: Дело, 2004.
5. Гольдштейн Г. Я. Стратегический инновационный менеджмент: учеб. пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.
6. Ендовицкий Д. А., Коробейникова Л. С., Сысоева Е. Ф. Практикум по инвестиционному анализу: учеб. пособие / под ред. Д. А. Ендовицкого. М.: Финансы и статистика, 2003.
7. Кошелев Е. В. Инвестиционный анализ: учеб. пособие. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006.
8. Кошелев Е. В. Математические методы в экономике и финансах: учеб. пособие. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2008.
9. Крушвиц Л. Инвестиционные расчеты. СПб.: Питер, 2001.
10. Крылов Э. И., Власова В. М., Журавкова И. В. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятий: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006.
11. Кузнецов А. В., Сакович В. А., Холод Н. И. Высшая математика. Математическое программирование. Минск: Вышэйшая школа, 1994.
12. Кузнецов Б. Т. Инвестиции. М.: Юнити-Дана, 2006.
13. Лимитовский М. А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках: учеб.-практич. пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2008.
14. Рош Дж. Стоимость компании: От желаемого к действительному. Минск: Гревцов Паблишер, 2008.
15. Трифилова А. А. Оценка эффективности инновационного развития предприятия. М.: Финансы и статистика, 2005.
16. Туккель И. Л. и др. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

17. Туккель И. Л. и др. Разработка и принятие решения в управлении инновациями: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
18. Четыркин Е. М. Финансовая математика. М.: Дело, 2004.
19. Ширшов Е. В. и др. Финансовая математика: учеб. пособие. 4-е изд., стер. М.: КНОРУС, 2007.
20. Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Финансовый и инвестиционный анализ инноваций: учеб. пособие. Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2010.
21. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Разработка и реализация инновационно-инвестиционной стратегии предприятия: монография. Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2011.
22. Яшин С. Н., Яшина Н. И., Кошелев Е. В. Финансирование инноваций и инвестиций предприятий: монография. Н. Новгород: Изд-во ВГИПУ, 2010.
23. Инвестиции: учебник / А. Ю. Андрианов и др.; отв. ред. В. В. Ковалев, В. В. Иванов, В. А. Лялин. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2008.
24. Моделирование производственной и инвестиционной деятельности фирмы / под ред. Г. В. Виноградова. М.: Юнити-Дана, 2002.
25. Оценка эффективности и выбор инновационных проектов для инвестирования: учеб. пособие / Ф. Ф. Юрлов и др. Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2008.
26. Управление инновационными проектами: учебник / под ред. И. Л. Туккеля. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
27. Koshelev E. V., Trifonov Y. V., Yashin S. N. Corporate Innovative Strategy: Development and Financing. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012.