

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра математической статистики

Е.А. ТУРИЛОВА, С.Г ХАЛИУЛЛИН

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ВЕРОЯТНОСТНЫЕ
ОСНОВЫ ФИНАНСОВЫХ РАСЧЕТОВ
ЧАСТЬ I
ФИНАНСОВАЯ СТОХАСТИКА –
ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ:
ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

Казань – 2015

*Рекомендовано на заседании кафедры математической статистики
Протокол №7 от 24 февраля 2014 года.*

Рецензент:

доктор физико-математических наук, профессор **И.Н. Володин**

Турилова Е.А., Халиуллин С.Г. Математические и вероятностные основы финансовых расчетов. Часть I. Финансовая стохастика - инвестиционные процессы: практикум/ Е.А. Турилова, С.Г. Халиуллин. – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 84 с.

В последнее десятилетие значительно возрос интерес к инвестиционным моделям, и появилась необходимость получения информации в этой области даже людьми, далекими от науки. Для решения проблем и задач, возникающих в реальной жизни, требуются знания основ инвестиционных процессов.

Пособие, написанное «неакадемическим» языком, содержит основные теоретические понятия, примеры решения стандартных задач, основанных на практическом материале, а также коллекцию задач для самостоятельной работы, что может оказаться полезным как для студентов, изучающих математические и вероятностные методы финансовых расчетов, так и для читателей, желающих ликвидировать свою «финансовую безграмотность».

© Турилова Е.А., 2015

© Халиуллин С.Г., 2015

© Казанский университет, 2015

Содержание

Введение	4
Денежные потоки инвестиционных проектов	5
Чистая приведенная стоимость	8
Срок окупаемости	18
Дисконтированный срок окупаемости	28
Внутренняя норма доходности	33
Индекс прибыльности	42
Решение типовых задач	44
Задачи для самостоятельного решения	55
Решения и ответы	73
Литература	84

Введение

В наше время знание основ финансовых вычислений и финансовых инструментов необходимо не только профессионалам, но и обычным гражданам. Беря кредит, каждый пытается применить наиболее приемлемую кредитную схему, при появлении «свободных» денежных средств возникают вопросы о выгодных инвестициях, приносящих наибольший доход. Таким образом, в последнее десятилетие значительно возрос интерес к инвестиционным моделям, и появилась необходимость получения информации в этой области даже людьми, далекими от инвестиций. Очевидно, что для решения проблем и задач, возникающих в реальной жизни, требуется некоторый опыт, который неразумно приобретать на практике, рискуя собственными денежными средствами. Изучение основ инвестиций невозможно без решения учебных задач, основанных на реальных данных, поэтому данный курс может оказаться интересным как для студентов, изучающих математические и вероятностные методы финансовых расчетов, так и для тех, кто хочет ликвидировать свою «финансовую безграмотность».

Следует отметить, что для данного пособия из принципиальных соображений выбран стиль изложения, далекий от академического, что позволяет простым и доступным языком объяснить некоторые законы финансового мира, работающие в процессе инвестирования.

Наряду с теоретическими сведениями в пособии приводятся примеры решения стандартных задач и предлагается набор задач различного характера для самостоятельного решения. Все задачи снабжены ответами, а также для некоторых из них приведены комментарии, иллюстрирующие ход решения.

Денежные потоки инвестиционных проектов

Может, это и правда, что деньги не пахнут, но есть люди, у которых на деньги очень хороший нюх - они почти всегда верно определяют, где и когда пахнет деньгами, и почти всегда срывают немалый куш. Как они это делают - вопрос остается открытым. Каждый работает по своей схеме, и у каждого она самая правильная. И в этом каждый по-своему прав. Но есть одно общее правило, которого придерживается каждый успешный бизнесмен, - деньги никогда не должны быть "мертвыми" и лежать дома пол матрасом, они должны работать и постоянно оборачиваться. Управлять деньгами надо уметь, это не только наука, но и искусство.

Когда вы вкладываете деньги в какое-нибудь дело, то, естественно, надеетесь получить от него в будущем выгоду (и по возможности максимальную). Кстати, именно такие деньги, как вы уже, наверное, догадались, называются *инвестициями*. Причем просто инвестиции по своей сути предполагают разовое капиталовложение, если же вы поэтапно вкладываете деньги на протяжении какого-то времени, то это уже называется *инвестиционным процессом*.

- Инвестиционный процесс характеризуется двусторонним потоком платежей, где отрицательные члены потока являются вложениями денежных средств в инвестиционный проект, а положительные члены потока - доходами от инвестиций.

При обычных инвестициях нет отрицательный потоков, есть просто разовый отрицательный вклад. А вот положительный поток также характерен и для обычных инвестиций.

Заметим, что собственные средства можно инвестировать в трех направлениях: в ценные бумаги, в основной капитал предприятия (т.е. в здания, оборудование, транспортные средства и т.д.) либо же в развитие научных исследований, приобретение лицензий, прав и др. В первом случае такие инвестиции

будут называться *финансовыми*, во втором – *реальными*, а в третьем это будут *вложения в нематериальные активы*.

Совершая любое инвестирование, вы никогда наверняка не знаете, чем все закончится – реализация инвестиционного проекта может принести как доходы, так и убытки. Таким образом, вы всегда подвергаете себя риску не получить прибыль и даже, возможно, не вернуть вложенные деньги. Скажите, зачем тогда создавать на свою голову лишние проблемы с этими инвестициями, если намного проще положить деньги в банк и получать с них проценты? Дело в том, что инвестиционные проекты, даже если не в ближайшем будущем, то в дальнейшем, предполагают получение намного больших денег, нежели проценты в банке. Поэтому, если такой проект не провалится, у вас есть шанс очень неплохо заработать, а значит, возможно, есть смысл и рискнуть. Если вы хотите сорвать «джекпот», не рискуя, и получить опыт, не подвергаясь опасности, то у вас ничего не получится, это так же нереально, как, например, жить, не будучи рожденным. Поэтому рисовать стоит, но риск должен быть оправдан.

Поскольку при реализации инвестиционных проектов вам придется отказываться от своих денежных средств сегодня в пользу получения доходов в будущем, то в таком случае любой инвестиционный проект требует детального анализа и по возможности наиболее точной оценки.

Для этого существуют **показатели оценки эффективности** инвестиций, наиболее распространенными из которых являются

- *чистый приведенный доход*
- *срок окупаемости*
- 1. *внутренняя норма доходности*
- *индекс прибыльности*

Именно с их помощью просчитывают доходность или убыточность инвестиционного проекта, насколько велики будут доходы и тому подобное, сравнивают эффективность разных проектов, чтобы определить самый выгодный.

Однако на инвестиционный проект влияет огромное количество различных факторов, которые вызывают разные колебания на его жизненном пути. Все их учесть, анализируя тот или иной проект, просто невозможно, поэтому от некоторых факторов приходится абстрагироваться. Так, например, упрощают и предполагают, что процентная ставка (т.е. необходимая норма прибыли) для всех инвестиционных проектов одинакова, а степень риска одна и та же. Но при этом обязательно учитывают фактор времени, который уменьшает стоимость денег. Это вовсе не означает, что процентную ставку и степень риска вообще не учитывают, просто их влияние требует дополнительного углубленного анализа.

Каждый из вышеперечисленных показателей инвестиционных проектов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому определить лучший и худший из них было бы неправильно. Далее мы обсудим, при каких условиях и в каких ситуациях целесообразнее употреблять тот или иной показатель.

Чистая приведенная стоимость

Инвестиции могут быть оправданы только в том случае, если они действительно создают новые ценности для владельца инвестируемого капитала. При этом необходимо определить ту большую стоимость этих новых ценностей, которая будет превышать затраты на их приобретение. Естественно, вы зададите вопрос: разве можно «что-то» оцениваться больше, нежели оно в действительности стоит? На самом деле может, если конечный результат имеет большую ценность по сравнению с суммарной ценностью отдельных этапов, реализация которых определила этот результат. Эту довольно-таки заумную фразу очень легко объяснить на следующем примере.

Пример: Допустим, вы купили автомобиль марки ГАЗ М-20 1956 года выпуска, именуемый «Победой». Так как машина «сыпалась», и действительно требовала капремонта, она обошлась вам всего в 16.000 руб. Вы решили сделать из нее раритетную красавицу и вложили в ее реконструкцию 80.000 руб. Когда работа была закончена. И вы разместили объявление о ее продаже, вы обнаружили, что на рынке ваше автопроизведение готовы забрать за 300.000 руб. Таким образом, рыночная цена (300.000 руб.) превысила ваши затраты ($16.000 + 80.000 = 96.000$ руб.) на 204.000 руб. Это означает, что в результате соединения всех составляющих для реконструкции – изначального «корыта» за 16.000 руб. материалов и запчастей, а также человеческого труда, вы подняли стоимость машины и, продав ее, можете получить 204.000 руб. чистой прибыли. Эта сумма – ни что иное, как добавленная стоимость, полученная благодаря вашему управлению всеми составляющими процесса инвестиций.

Вернемся назад, когда вы только раздумывали над тем, стоит или нет вкладывать в этот инвестиционный проект 96.000 руб. Опасность со-

стоит в том, что не исключена возможность и другого исхода событий: вдруг вашу отремонтированную красавицу никто не захочет купить? В таком случае ваши инвестированные средства в размере 96.000 руб. превысят конечную стоимость проекта. Планирование капиталовложений и призвано заниматься обоснованием проектных инвестиций, чтобы заранее знать реальную стоимость и ценность результатов проекта.

Теперь мы можем сформулировать понятие *чистой приведенной стоимости* или *чистого приведенного дохода*.

- **Чистая приведенная стоимость** – это разность между рыночной стоимостью проекта и затратами на его реализацию. Для обозначения этого понятия используют аббревиатуру *NPV*, которая расшифровывается как *Net Present Value* и означает то же самое, только в англоязычном варианте.

Таким образом, *NPV* является мерой той добавочной или вновь созданной стоимости проекта, которую вы получаете, финансируя сегодня первоначальные затраты проекта. При этом вашей главной задачей становится определение и реализация проектов, имеющих положительный *NPV*.

В примере с раритетной машиной задача достаточно проста, так как информации о продаже различных машин довольно-таки много. Поэтому, основываясь на среднерыночных данных, можно достаточно легко определить будущую стоимость проекта. Намного труднее определить *NPV*, когда недостаточно информации о ценах на аналог проекта. А такая ситуация – не редкость. Представьте себе, что вы решили организовать производство кулинарных специй. Вы достаточно точно можете просчитать все затраты, которые потребуются для производства: стоимость помещения, где будет происходить производственный процесс, необходимое оборудование, стоимость сырья и т.п. Будет ли этот проект эффективным? Покроет ли продажа такого производства затраты на

его запуск? Но ответить на этот вопрос более чем сложно. Ведь, в отличие от продаж машин, предприятия по производству специй не продаются каждый день как самостоятельные проекты, а значит, рыночные цены на аналоги очень нелегко узнать. Таким образом, метод вычисления положительного NPV , просчитанного в первом примере, вам ни чем не поможет, и нужно искать другие способы определить эффективность реализации вашего замысла.

Попробуем рассчитать денежные потоки, генерируемые производством специй. Затем, дисконтируя эти потоки, мы получим их текущую стоимость на сегодняшний день и на основании их общей суммы определим разницу между этими денежными потоками и их первоначальными затратами, другими словами, это и есть иной способ нахождения NPV . Как видите, этот способ основан на методе дисконтирования, позволяющем сравнивать будущие денежные средства с сегодняшними.

Предположим, что вы надеетесь получать от продажи специй 280.000 руб. в год. В свою очередь, вы просчитали все затраты на ведение производства, такие как закупка сырья и тому подобное. И равномерно распределили их на протяжении 6 лет. За один год эти затраты составили 150.000 руб. через 6 лет вы намерены продать свое предприятие, и его цена будет равна 42.000 руб. – это цена оборудования и помещения. Для запуска предприятия вы потратили 600 000 руб. Допустим, вы рассчитаете, что ставка дисконтирования составит 12% и на протяжении 6 лет изменяться не будет (что бывает крайне редко). Итак, определим, оправдывают ли себя ваши инвестиции в такое производство?

Для начала рассчитаем дисконтированную стоимость денежных поступлений и затрат. Движение наличности за 6 лет отображено в таблице 1. Поясним, как рассчитывается эта таблица. Графу «Дисконтированные современные затраты» мы рассчитали по формуле: $PV = FV/(1+r)^n$, где FV - ежегодные современные затраты (150000 руб.), а $r = 12\%$. Аналогично мы рассчитали графу «Дисконтированная выручка»: здесь дисконтировали потоки выручки (280000 руб.). В

графе "Приток средств" указано превышение выручки от производства над затратами, приведенными к сегодняшнему дню.

Таблица 1

Денежные потоки при производстве специй (тыс. руб)

№	Год	0	1	2	3	4	5	6
1	Начальные затраты	-600	-	-	-	-	-	-
2	Ежегодные современные затраты	-	-150	-150	-150	-150	-150	-150
3	Дисконтированные современные затраты	-	-134	-120	-107	-94	-83	-75
4	Выручка	-	280	280	280	280	280	280
5	Дисконтированная выручка	-	250	224	200	175	156	140
6	Приток средств [5-3]	-	116	104	93	81	73	65
7	Стоимость продажи производства	-	-	-	-	-	-	21
8	Чистый денежный поток [1, 6+7]	-600	116	104	93	81	73	86

Стоимость продажи производства (планируется через 6 лет) также приведено к сегодняшнему дню с помощью формулы дисконтирования ($21 = 42/(1+0.12)^6$). Чистый денежный поток - это разность между суммами поступлений и выплат денежных средств компании за определенный период времени. На момент осуществления инвестиций (нулевой год) он составил 600000 руб. Поскольку это затраты, то, естественно, он будет со знаком минус. В последующие годы выручка от производства будет превышать ваши затраты. А значит, поток будет положительным. На конец шестого года вы получите еще и дополнительный доход от продажи оборудования и зданий, что увеличит положительный поток денежных средств за этот период. Все суммы, указанные в этой графе, дисконтированы.

Для удобства рассмотрения таблицы возле названия каждого денежного потока (если его вычисляли) в квадратных скобках указан путь такого вычисления. К примеру, [5-3] означает, что от суммы дисконтированной выручки (указанной в строке 5) мы отняли величину дисконтированных затрат (указанных в строке 3) для каждого соответствующего периода.

Как видно из таблицы 1, каждый год мы будем в плюсах, но покроют ли эти плюсы первоначальные затраты? Если просуммировать все денежные потоки за 6 лет, то получим

-600 + 116 + 104 + 93 + 81 + 73 + 86 = -47 тыс. руб.
 Последнее число - это *NPV* нашего проекта. Как видите, результат оказался отрицательным. Обратите внимание на то, что все денежные поступления и затраты на протяжении 6 лет являются одинаковыми платежами. Поэтому мы можем сократить расчеты таблицы и вычислить текущую стоимость чистых денежных потоков с помощью формулы вычисления текущей стоимости аннуитетов. На этом рабочем листе (рис.1) вычисляем текущую стоимость денежных потоков, считая, что сумма аннуитетов равна 130 тыс.руб.

B8		=BC(\$D\$3;A8;\$B\$4;\$B\$5)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Вычисление текущей стоимости						
2	Будущая стоимость	42 000,00р.	Процентная ставка	12%	годовых		1
3	Количество период	6	Ставка за период	12,0000%			1
4	Взнос за период	0,00р.					
5	Текущая стоимость	-21 278,51р.					
6							
7	Период	Сумма на конец периода					
8	1	23 831,93р.					
9	2	26 691,76р.					
10	3	29 894,77р.					
11	4	33 482,14р.					
12	5	37 500,00р.					
13	6	42 000,00р.					
14	7	47 040,00р.					
15							

Рис. 1.

Последнее число получается, если от ежегодной выручки 280 тыс.руб. вычесть ежегодные текущие затраты в 150 тыс.руб. Как показано на рис.1, текущая стоимость чистых денежных потоков составляет 543 482,95 руб.

Аналогично приводим стоимость производства (42 тыс.руб.) при продаже через 6 лет к сегодняшнему дню (рис. 2). Она составляет 21 278,51 руб.

B8		=BC(\$D\$3;A8;\$B\$4;\$B\$5)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Вычисление текущей стоимости						
2	Будущая стоимость	42 000,00р.	Процентная ставка	12%	годовых		1
3	Количество период	6	Ставка за период	12,0000%			1
4	Взнос за период	0,00р.					
5	Текущая стоимость	-21 278,51р.					
6							
7	Период	Сумма на конец периода					
8	1	23 831,93р.					
9	2	26 691,76р.					
10	3	29 894,77р.					
11	4	33 482,14р.					
12	5	37 500,00р.					
13	6	42 000,00р.					
14	7	47 040,00р.					
15							

Рис. 2

И, наконец, сравниваем первоначальные затраты с чистыми дисконтированными денежными поступлениями для получения NPV :

$$NPV = -600 + 534,48 + 21,28 = -44,24 \text{ тыс.руб.}$$

Очевидно, пример с запуском производства специй нельзя назвать хорошим инвестиционным проектом, поскольку вложенные деньги не окупаются за 6 лет, и вы не получите действительную прибыль.

На основании приведенных примеров можно сформулировать общую схему вычисления NPV .

1. Находим разницу между инвестиционными затратами и полученной прибылью за каждый период. приводим полученный поток денежных средств к сегодняшнему дню путем дисконтирования, причем отдельно каждую сумму за соответствующий период.
2. Если известна стоимость ликвидации (продажи) проекта (производства), то дисконтируем эту сумму и учитываем ее как доход.

3. Рассчитываем NPV путем сложения всех потоков денежных средств (как отрицательных, так и положительных), дисконтированных на сегодняшний день.

Необходимо отметить, что в случае, если суммарные потоки по периодам одинаковые, то их можно рассматривать как аннуитеты и, применяя формулу вычисления современной стоимости аннуитетов, находить сегодняшнюю стоимость этих потоков.

Теперь сформулируем *основное правило NPV*.

- **Правило NPV :** инвестиционный проект следует рассматривать, если величина NPV положительная. В случае, если величина NPV отрицательная, проект должен быть отклонен.

Достаточно редко величина NPV равна нулю. Подобный сценарий также может быть отвергнут, поскольку для инвестора он не несет никакого экономического смысла. Ведь вкладывать деньги, чтобы потом не получить прибыль, а просто "выйти на нуль". При расчете NPV всегда необходимо помнить, что на текущую стоимость будущих денежных потоков существенно влияют прогнозы будущих поступлений и ставка дисконтирования. А поскольку на 100% вы никогда не можете знать, что в действительности будет в будущем, то, соответственно, не исключены большие погрешности в вашем конечном результате. Таким образом, величина NPV также является лишь вашим предположением и также не застрахована от колебаний в ту или иную сторону. А значит, единственный способ узнать реальную NPV - это прожить 6 лет, продавая специи, и, выставив в конце обусловленного срока предприятие на продажу, посчитать, сколько же вы за него выручили! Понятное дело, такой вариант вас абсолютно не устраивает. Тогда просчитывайте свои предположения по поводу будущих доходов здраво, чтобы отклонения были минимальными. Кроме того, стоит использовать и другие методы определения эффективности внедрения проекта, о

которых мы будем говорить дальше. Их общее употребление помогает реальнее оценить эффективность ваших инвестиций. А значит, принятое решение - быть или не быть проекту - будет надежнее.

Теперь предположим, что вы решили заняться производством хлеба. Спрос на этот продукт всегда стабильный. Даже при спаде доходов населения ваши доходы никогда не уменьшается, напротив, только возрастут, так как каждый гражданин откажется от килограмма апельсинов, но не откажется от буханки хлеба. Для запуска производства необходимо 4 300 тыс.руб. Вы предполагаете, что доходы населения с каждым годом будут падать, а значит, спрос на вашу продукцию будет расти, соответственно и ваши доходы тоже будут увеличиваться. Вы намерены получить за первый год 650 тыс.руб., за второй и третий - 1 500 тыс.руб, за четвертый и пятый - 2 700 тыс.руб. Если дисконтная ставка будет равна 10%, то окупите ли вы свои затраты за пять лет? При таких данных денежных потоках и норме дисконта рассчитываем текущую стоимость проекта:

$$PV = 650/(1+0,1)^1 + 1\ 500/(1+0,1)^2 + 1\ 500/(1+0,1)^3 + 2\ 700/(1+0,1)^4 + 2\ 700/(1+0,1)^5 = 591 + 1\ 240 + 1\ 154 + 1\ 800 + 1\ 688 = 6\ 473 \text{ тыс.руб.}$$

Таким образом, текущая стоимость инвестиционного проекта составляет 6 473 тыс.руб., тогда как затраты на его запуск - 4 300 тыс.руб. Следовательно, NPV будет равняться $6\ 473 - 4\ 300 = 2\ 173$ тыс.руб.

Как видим, полученная NPV - положительная. Значит, следуя правилу NPV , вам следует взяться за этот проект и начать выпуск хлеба.

Таким образом, мы выяснили, что вычисление NPV является одним из способов оценки эффективности предполагаемых инвестиций. Но это не единственный метод вычисления эффективности, далее мы рассмотрим некоторые альтернативы. По своей сути они очень тесно связаны с NPV , точнее, основаны на понятии NPV . Поэтому подход, связанный с вычислением NPV , в принципе, является предпочтительным, хотя и не всегда используются на практике.

Как показано выше, если денежные потоки равномерны по величине и периодам, то чистую приведенную стоимость потоков можно вычислить с помощью современной стоимости обычных аннуитетов. Если денежные потоки неравномерны по величине, то этот прием для вычисления их чистой приведенной стоимости применить нельзя, так как в этом случае, как показано выше в последнем примере, необходимо дисконтировать денежный поток каждого периода в отдельности.

В Excel есть функция, выполняющая такую операцию. Эта функция называется ЧПС. Аргументами этой функции являются значения процентной ставки за период и значения денежных потоков каждого периода. Рабочий лист, построенный на основе этой функции и предназначенный для вычисления чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов, показан на рис. 3.

D3		=ЕСЛИ(G2=1;D2;ЕСЛИ(G2=2;D2/4;D2/12))					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Вычисление чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов						
2	Начальные вложения	4 300 000,00р.	Процентная ставка	12%	годовых		3
3	Ликвидная стоимость проекта		Ставка за период	1,0000%			
4	Количество периодов	4					
5	Приведенная ликвидная стоимость	0,00р.	=ПС(D3;B4;-B3)				
6	Текущая стоимость денежных потоков	7 329 248,76р.	=ЧПС(D2;D11:D34)				
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	3 029 248,76р.	=B5+B6-B2				
8							
9	Денежные потоки						
10	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма			
11	1	650 000,00р.	0,00р.	650 000,00р.	=B11-C11		
12	2	1 500 000,00р.	0,00р.	1 500 000,00р.	=B12-C12		
13	3	2 700 000,00р.	0,00р.	2 700 000,00р.			
14	4	2 700 000,00р.	0,00р.	2 700 000,00р.			
15	5	0,00р.	0,00р.	0,00р.			
16	6	0,00р.	0,00р.	0,00р.			

Рис. 3. Рабочий лист для вычисления чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов

При использовании этой функции обратите внимание на то, что длительностью периода может быть год, квартал и месяц - меньшей длительности периода в инвестиционных проектах, как правило, не бывает. Как говорилось ра-

нее, денежные потоки за период бывают положительные (поступления или доходы) и отрицательные (вложения в проект или расходы). Положительные потоки записываются в столбце В, начиная с ячейки В11, а отрицательные - в столбце С, начиная с ячейки С11. В столбце D вычисляются их разности, которые и считаются значениями потоков за период. Диапазон ячеек D11:D34 назван **Потоки**, и под таким именем он применяется в формуле ячейки В6. Это сделано для того, чтобы не быть "привязанным" к определенному числу периодов. Сейчас можно применять этот рабочий лист для числа периодов от 1 до 24, но нетрудно и расширить возможный диапазон числа периодов.

На рис. 3 показан расчет чистой приведенной стоимости проекта организации производства хлеба с неравномерными денежными потоками. Но этот рабочий лист можно применять и для равномерных денежных потоков. На рис. 4 показан расчет *NPV* для нашего первого примера производства специй. Как видите, результат вычислений совпадает (с точностью до погрешности вычисления вручную) с полученным ранее аналогичным результатом.

	А	В	С	Д	Е
1	Вычисление чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов				
2	Начальные вложения	600 000,00р.	Процентная ставка	12%	годовых
3	Ликвидная стоимость проекта	42 000,00р.	Ставка за период	12,0000%	
4	Количество периодов	6			
5	Приведенная ликвидная стоимость	21 278,51р.			
6	Текущая стоимость денежных потоков	534 482,95р.			
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	-44 238,54р.			
8					
9	Денежные потоки				
10	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	
11	1	280 000,00р.	150 000,00р.	130 000,00р.	
12	2	280 000,00р.	150 000,00р.	130 000,00р.	
13	3	280 000,00р.	150 000,00р.	130 000,00р.	
14	4	280 000,00р.	150 000,00р.	130 000,00р.	
15	5	280 000,00р.	150 000,00р.	130 000,00р.	
16	6	280 000,00р.	150 000,00р.	130 000,00р.	

Рис. 4. Вычисление NPV производства специй

Срок окупаемости

Рассматривая инвестиционное предложение, можно оценивать его эффективность через определение срока его окупаемости, другими словами, через определение периода времени, необходимого для покрытия средств, первоначально инвестированных в проект. Поскольку этот подход довольно часто применяется на практике и достаточно легко объясним, то перейдем сразу к его деталям.

Предположим, денежные потоки от внедренного проекта выглядят следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Денежные потоки инвестиционного проекта

Год	0	1	2	3	4	5	6	7
Доходы (тыс. руб.)	-50	7	10	14	17	19	22	25

Спрашивается: через сколько лет накопленные поступления от проекта покроют или превысят изначально вложенные средства? При первоначальных инвестициях в размере 50000 руб. в первый год принесет 7000 руб. дохода, оставляя при этом $50 - 7 = 43$ тыс.руб. дефицита возврата. За второй год вы компенсируете еще 10000 руб своих первоначальных затрат, соответственно, вам останется еще "отбить" 33000 руб. За третий год вы получите доход в сумме 14000 руб., а значит, останется вернуть 19000 руб. И, наконец, за пятый год вашего плодотворного бизнеса вы сможете полностью покрыть свои исходные затраты. Таким образом, мы определили период возврата ваших инвестиций, который составляет 5 лет.

Инвестору, т.е. вам, будет выгодно внедрять такой проект лишь в том случае, если вы запланировали такой же период окупаемости (5 лет) или же в случае, если рассчитанный срок окупаемости меньше запланированного срока

реализации проекта (допустим, вы готовы окупать инвестиции на протяжении 7 лет).

Проиллюстрировав на примере, формулируем *правило возврата*, или *правило срока окупаемости*.

- **Правило возврата:** инвестиционный проект может быть принят в том случае, если период его окупаемости меньше или равняется сроку реализации инвестиционного проекта.

В нашем примере период возврата составлял ровно 5 лет, но на практике чаще всего это не целое число. Допустим, прогнозные ожидания денежных поступлений выглядят так, как показано в следующей таблице.

Таблица 3

Год	Денежные потоки (тыс.руб.)
1	100
2	200
3	500

Если первоначальные затраты составили 500 тыс.руб., то за первые 2 года мы сможем компенсировать лишь 300 тыс.руб. Суммарный денежный поток за три года составит 800 тыс.руб., что больше инвестированных средств. Значит, если денежный поток поступает равномерно в течение третьего года, проект окупит себя где-то в середине третьего года. Так как за первые два года мы выручили 300 тыс.руб., то течение третьего года необходимо будет покрыть 200 тыс.руб. Поскольку доход за третий год равен 500 тыс.руб., то нам необходимо ждать момента возврата $200/500 = 0,4$ года, или 3 месяца. Таким образом, вложенные средства при реализации такого проекта окупятся за 2 года и 3 месяца.

Очень важно сравнивать сроки окупаемости нескольких проектов. Допустим, вам на стол положили 4 проекта. Необходимо оценить каждый из них и вынести свой вердикт. данные по этим проектам приведены в таблице 4.

Таблица 4

Денежные потоки нескольких инвестиционных проектов (тыс. руб.)

Год	Проект А	Проект Б	Проект В	Проект Г
0	-150	-200	-150	-250
1	40	40	50	100
2	70	35	100	250
3	95	25	-100	200
4	110	-	210	-650

Если предположить, что денежные потоки всех проектов поступают равномерно в течение любого года, то из таблицы видно, что проект А окупит себя где-то в середине третьего года. Проект Б вообще не окупится ни за два, ни за три года, поскольку в нем суммарный денежный поток не покрывает первоначальных вложений: $-200 + 40 + 35 + 25 = -100$ тыс.руб. Своеобразным является проект В. Из-за отрицательного денежного потока за третий год проект В имеет два срока окупаемости: 2 года и 3,5 года. Наконец, проект Г является убыточным, хотя за 2 года он полностью себя окупает. Этот пример иллюстрирует тот случай, когда быстрая окупаемость проекта не гарантирует конечной окупаемости инвестиций по истечении срока реализации проекта.

Главный вывод, который нужно усвоить на данном примере, - при расчете периода окупаемости капитальных вложений полностью игнорируются денежные потоки, поступающие после момента возврата.

Рассмотрим два проекта с одинаковыми начальными затратами, но разными сроками окупаемости и денежными потоками (таблица 5).

Денежные потоки долгосрочного и краткосрочного проекта (тыс. руб.)

Год	Долгосрочный проект	Краткосрочный проект
0	-250	-250
1	100	100
2	100	200
3	100	0
4	100	0

Период возврата для четырехлетнего проекта составит $2 + 50/100 = 2,5$ года, а двухлетнего проекта $1 + 150/200 = 1,75$ года. Если выбирать проект по критерию минимального срока окупаемости, то долгосрочный проект стоит отвергнуть, а краткосрочный - принять к рассмотрению.

Насколько правильным окажется такое решение? Рассмотрим данный пример с другой стороны. Допустим, что выбираются проекты по критерию обеспечения доходности вложений на уровне не менее 15% в год. Рассчитаем чистые приведенные стоимости для каждого проекта:

NPV долгосрочного проекта: 35 497,84 руб. (рис. 5)

NPV краткосрочного проекта: - 11 814, 74 руб. (рис. 6)

Если выбирать инвестиционные проекты на основе критерия максимальной чистой приведенной стоимости, то возникает противоречие с выводами, основанными на правиле возврата, поскольку NPV краткосрочного проекта отрицательна, а долгосрочного - положительна. Таким образом, при использовании для отбора инвестиционных проектов правила возврата возникают две проблемы. Первая проблема – игнорирование денежных потоков после периода возврата. Вторая проблема связана с тем, что учитывается фактор изменения цены денег во времени. Поэтому использование правила возврата часто склоняется пользу краткосрочных проектов.

	A	B	C	D	E
1	Вычисление чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов				
2	Начальные вложения	250 000,00р.	Процентная ставка	15%	годовых
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	15,0000%	
4	Количество периодов	4			
5	Приведенная ликвидная стоимость	0,00р.			
6	Текущая стоимость денежных потоков	285 497,84р.			
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	35 497,84р.			
8					
9	Денежные потоки				
10	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	
11	1	100 000,00р.	0,00р.	100 000,00р.	
12	2	100 000,00р.	0,00р.	100 000,00р.	
13	3	100 000,00р.	0,00р.	100 000,00р.	
14	4	100 000,00р.	0,00р.	100 000,00р.	
15	5	0,00р.	0,00р.	0,00р.	
16	6	0,00р.	0,00р.	0,00р.	

Рис. 5. Расчет NPV долгосрочного проекта

	A	B	C	D	E
1	Вычисление чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов				
2	Начальные вложения	250 000,00р.	Процентная ставка	15%	годовых
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	15,0000%	
4	Количество периодов	2			
5	Приведенная ликвидная стоимость	0,00р.			
6	Текущая стоимость денежных потоков	238 185,26р.			
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	-11 814,74р.			
8					
9	Денежные потоки				
10	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	
11	1	100 000,00р.	0,00р.	100 000,00р.	
12	2	200 000,00р.	0,00р.	200 000,00р.	
13	3	0,00р.	0,00р.	0,00р.	
14	4	0,00р.	0,00р.	0,00р.	
15	5	0,00р.	0,00р.	0,00р.	
16	6	0,00р.	0,00р.	0,00р.	

Рис. 6. Расчет NPV краткосрочного проекта

Несмотря на недостатки способа оценки инвестиционных проектов на основе срока окупаемости, на практике он используется часто. Например, мелкие инвестиционные решения в крупных компаниях принимаются ежедневно десятками на самых разных уровнях. Поэтому если бы администраторы прибегали к детальному анализу всех микропроектов, то потребовалось бы слишком много времени и затрат, которые могли бы превысить возможные убытки от допущенной ошибки. Кроме того, с практической точки зрения, инвестиции, дающие отдачу и приносящие прибыль после срока окупаемости, как правило, имеют положительную NPV . Поэтому риск допустить ошибку при таком способе отбора проектов, в принципе, невелик.

Еще одним плюсом правила возврата есть то, что его использование поощряет краткосрочные проекты, а это, в свою очередь, ускоряет оборот денег на предприятии, что положительно влияет на его деятельность; особенно удобно для малых предприятий. Кроме того, использование краткосрочных проектов уменьшает риск неопределенности будущих денежных потоков в целом.

Таким образом, этот метод расчета эффективности инвестиций достаточно прост в применении, поэтому его очень часто и применяют. Но стоит заметить, что «простота» достаточно обманчива: с одной стороны техника подсчета действительно очень проста и понятна, но, с другой стороны, на что мы уже указывали, не так-то просто подсчитать точные будущие денежные поступления. Поэтому, возможно, правильнее было бы сказать, что способ определения срока окупаемости – в большей мере не столько простой, сколько интуитивный и легкий для понимания. Что же касается практического вычисления срока окупаемости, то его легко организовать в Excel. Рабочий лист, вычисляющий срок окупаемости инвестиционных проектов (так же, как и их чистую приведенную стоимость), показан на рис. 7.

G3		=ВПР(B2;E12:F16;2;1)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Вычисление чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов						
2	Начальные вложения	150 000,00р.	Процентная ставка	12%	годовых		1
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	12,0000%			2
4	Количество периодов	4					
5	Приведенная ликвидная стоимость	0,00р.					
6	Текущая стоимость денежных потоков	229 043,97р.					
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	79 043,97р.					
8	Срок окупаемости (периоды)	2,42р.	=G3+(B2-СМЕЩ(E12;G3-1;0))/СМЕЩ(D12;G3;0)				
9							
10	Денежные потоки						
11	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Накопленная сумма	Период	
12	1	40 000,00р.	0,00р.	40 000,00р.	40 000,00р.	1	
13	2	70 000,00р.	0,00р.	70 000,00р.	110 000,00р.	2	
14	3	95 000,00р.	0,00р.	95 000,00р.	205 000,00р.	3	
15	4	110 000,00р.	0,00р.	110 000,00р.	315 000,00р.	4	
16	5	0,00р.	0,00р.	0,00р.	315 000,00р.	5	

Рис. 7. Вычисление срока окупаемости инвестиционных проектов

По сравнению с листом на рис. 6 здесь добавлена новая таблица в диапазоне E11:F35, где считаются накопленные суммы денежных потоков (в столбце E) и еще раз повторены номера периодов (в столбце F). Эта таблица необходима для дальнейших расчетов. Накопленные суммы вычисляются просто: в ячейке E12 записывается формула =D12, в ячейке E13 – формула =E12+D13, которая затем копируется вниз на весь диапазон ячеек с накопленными суммами. Эта таблица необходима для применения функции ВПР в ячейке G3. Данная функция определяет в столбце F номер периода, для которого накопленная сумма еще меньше начальных вложений, но для следующего периода накопленная сумма уже больше начальных вложений.

Объясним, как работает функция ВПР. Эта извлекает какое-либо значение из таблицы, основываясь на значении из первого столбца этой же таблицы. Другими словами, функция ищет значение в крайнем слева столбце таблицы и возвращает значение в той же строке из указанного другого столбца таблицы.

Функция просматривает таблицу по столбцам сверху вниз.

Функция имеет следующий синтаксис:

ВПР(искомое_значение; таблица; номер_столбца; параметр_просмотра)

Здесь аргумент **искомое_значение** – значение, которое ищется в первом столбце таблицы, аргумент **таблица** – диапазон ячеек, содержащий просматриваемую таблицу, аргумент **номер_столбца** – номер столбца, из которого возвращается значение, если значение в первом столбце данной строки совпадает с аргументом **искомое_значение**. Необязательный аргумент **параметр_просмотра** – логическое значение, которое определяет, нужно ли, чтобы функция искала точное или приближенное соответствие со значением в первом столбце. Если этот аргумент равен **ИСТИНА**, 1 или опущен, то допускается неточное совпадение значения в первом столбце отсортированной по возрастанию таблицы со значением аргумента **искомое_значение**; если точного совпадения нет, то принимается наибольшее значение, которое меньше, чем **искомое_значение**. Если же этот аргумент равен **ЛОЖЬ** или 0, то ищется точное совпадение значения в первом столбце со значением аргумента **искомое_значение**; если такого совпадения нет, возвращается значение ошибки **#Н/Д**.

Значение, возвращаемое функцией **ВПР**, будет равно целому числу периодов, составляющих срок окупаемости. Для дальнейших пояснений обозначим это число через n . Чтобы определить дробную часть срока окупаемости, надо разность между суммой начальных вложений и накопленной суммой периода n поделить на величину денежного потока периода $(n + 1)$. Эти вычисления выполняет формула

$$=G3+(B2-СМЕЩ(E12;G3-1;0))/СМЕЩ(D12;G3;0;)$$

в ячейке B8. Функция **СМЕЩ(E12;G3-1;0)** возвращает значение накопленной суммы периода n , а функция **СМЕЩ(D12;G3;0;)** – величину денежного потока периода $(n + 1)$.

Кратко опишем и функцию **СМЕЩ**, которая так же, как и функция **ВПП**, не входит в категорию финансовых функций Excel. Функция **СМЕЩ** возвращает значения из диапазона ячеек (или отдельной ячейки), отстоящего от указанного диапазона (или ячейки) на заданное число строк и столбцов. Если возвращаются значения из диапазона, то можно указать количество строк и столбцов этого диапазона. Синтаксис функции:

=СМЕЩ(ссылка;смещ_по_строкам;смещ_по_столбцам;высота;ширина)

Здесь аргумент **ссылка** – ссылка на отдельную ячейку или диапазон ячеек, относительно которых вычисляется смещение, аргумент **смещ_по_строкам** – смещение по вертикали на указанное этим аргументом количество строк; если этот аргумент положительный, то смещение происходит вниз, а если отрицательный – вверх. Аргумент **смещ_по_столбцам** – смещение по горизонтали на указанное этим аргументом количество столбцов; если этот аргумент положительный, то смещение происходит вправо, а если отрицательный – влево. Необязательный аргумент **высота** задает количество строк диапазона, принимающего возвращаемые значения. Этот аргумент должен быть положительным числом. Необязательный аргумент **ширина** задает количество столбцов диапазона, принимающего возвращаемые значения. Этот аргумент должен быть положительным числом. Если аргумент **высота** (или аргумент **ширина**) опущен, то предполагается, что используется такое же значение числа строк (или числа столбцов), как в диапазоне, задаваемом аргументом **ссылка**.

Отметим, что на рис. 7 показано вычисление срока окупаемости для проекта А из таблицы 4.

Если проект не окупается, то в ячейке В8 будет записано значение ошибки **#ДЕЛ/0!**, как показано на рис. 8, где вычисляется срок окупаемости для проекта Б. Заметим, что можно слегка изменить формулу в ячейке В8 так, чтобы в случае отсутствия срока окупаемости она возвращала не значение ошибки де-

ления на нуль, а что-то более приличное, например фразу «Не окупится» или нечто подобное.

G3		=ВПР(B2;E12:F19;2;1)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Вычисление чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов						
2	Начальные вложения	200 000,00р.	Процентная ставка	12%	годовых		1
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	12,0000%			24
4	Количество периодов	4					
5	Приведенная ликвидная стоимость	0,00р.					
6	Текущая стоимость денежных потоков	77 424,61р.					
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	-122 575,39р.					
8	Срок окупаемости (периоды)	#ДЕЛ/0!	=G3+(B2-СМЕЩ(E12;G3-1;0))/СМЕЩ(D12;G3;0)				
9							
10	Денежные потоки						
11	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Накопленная сумма	Период	
12	1	40 000,00р.	0,00р.	40 000,00р.	40 000,00р.	1	
13	2	30 000,00р.	0,00р.	30 000,00р.	70 000,00р.	2	
14	3	25 000,00р.	0,00р.	25 000,00р.	95 000,00р.	3	
15	4	0,00р.	0,00р.	0,00р.	95 000,00р.	4	
16	5	0,00р.	0,00р.	0,00р.	95 000,00р.	5	

Рис. 8. Вычисление срока окупаемости, если проект не окупается

Для этого надо использовать функцию **ЕСЛИ**, которая проверяла бы формулу на наличие ошибки и в случае возвращения формулой ошибки выводила эту фразу. Если ошибки нет, то возвращается вычисленное значение срока окупаемости. Предлагаем вам самостоятельно создать такую формулу. Еще одно замечание: таблицу с накопленными суммами можно переместить куда-нибудь подальше так, чтобы ее не было в видимой части рабочего листа – совсем не обязательно «приклеивать» ее к таблице со значениями денежных потоков.

Дисконтированный срок окупаемости

Вернемся к сроку окупаемости инвестиционных проектов. Напомним, что основной недостаток правила возврата заключается в игнорировании временного фактора, который изменяет стоимость денег с течением времени. Чтобы устранить эту проблему, используют процесс дисконтирования. Таким образом, нам нужно вычислить период дисконтированного возврата – период окупаемости проекта, денежные потоки от внедрения которого дисконтированы и приведены к сегодняшнему дню.

Чтобы понять, как период дисконтированного возврата вычисляется, предположим, что вы планируете получать на новые инвестиции прибыль в размере 10% годовых. Инвестиции составляют 300 тыс.руб., а денежные потоки в течение 5-летнего срока запланированы в размере 100 тыс.руб. в год. Таким образом, чтобы рассчитать дисконтированный срок окупаемости, надо дисконтировать каждый денежный поток, а затем начать суммировать их до тех пор, пока не покроются первоначальные капиталовложения. В таблице 6 приведены как дисконтированные, так и не дисконтированные денежные потоки

Таблица 6

Сравнение дисконтированных и недисконтированных денежных потоков

Год	Денежный поток (тыс.руб.)		Накопленный денежный поток (тыс.руб.)	
	недисконтированный	дисконтированных	недисконтированный	дисконтированных
1	100	91	100	91
2	100	83	200	174
3	100	75	300	249
4	100	68	400	317
5	100	62	500	379

Сравнивая накопленные денежные потоки при одном и другом методе, можно сделать вывод, что при обычном возврате начальные инвестиции по-

крываются ровно за 3 года, тогда как при дисконтированных денежных потоках для этого потребуется уже $3 + (300 - 249)/68 = 3,75$ года, или 3 года и 9 месяцев. Также эта таблица демонстрирует одну интересную особенность периода дисконтированного возврата. Речь идет о том, что проект, который окупается на основе дисконтированного возврата, всегда должен иметь положительную *NPV* (при этом имеется в виду, что все денежные потоки положительные, в противном случае данное утверждение может быть неверным). Это не вызывает сомнения, так как *NPV* равняется нулю, когда сумма дисконтированных денежных потоков равна 300 тыс.руб. – сумме первоначальных инвестиций, т.е. по прошествии 3,75 года. Все остальные дисконтированные доходы, которые поступают после срока окупаемости, превышают первоначальные затраты на проект, а значит, приносят добавочную стоимость, другими словами, приносят положительную *NPV*.

Таким образом, поскольку дисконтированный возврат учитывает временную стоимость денег, то он определяет собой период времени, необходимый для приведения предприятия к стадии реальной безубыточности. Иначе говоря, в данном примере за 3,75 года вы возвращаете вложенные деньги с процентами, которые могли бы получить, если бы вложили эти средства в другое доходное дело или положили в банк под ту же процентную ставку.

Сравнение будущей стоимости инвестиций в 300 тыс.руб. при вложении этих денег в банк под 10% годовых и будущей стоимости накопленных годовых денежных потоков от проекта в 100 тыс.руб. при той же процентной ставке визуально показано на графике рис. 9.

Два графика пересекаются в точке, которая соответствует 3,2 года. Это говорит о том, что величина денежных потоков проекта за 3,2 года догоняет начальные средства (вложенные под проценты в банк) и затем начинает превышать их.

На основании рассмотренного примера может показаться, что использование дисконтированного срока окупаемости настолько привлекательно и правильно, что должно быть рекомендовано к применению.

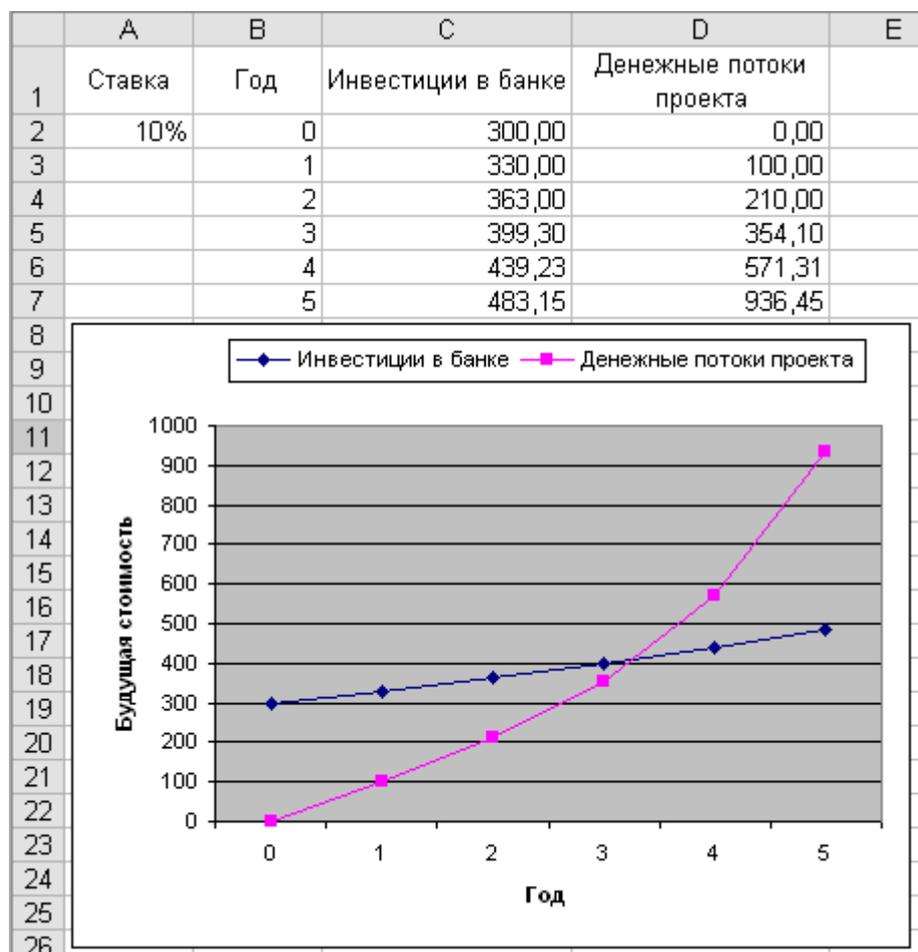


Рис. 9. Сравнение будущих стоимостей вклада в банке и денежных потоков проекта

На самом деле, на практике этот метод не пользуется большим спросом. Но почему? Да, наверное, потому что он ничуть не проще, чем метод *NPV*. Для вычисления периода дисконтированного возврата необходимо дисконтировать денежные потоки, суммировать их и сравнивать с затратами точно так же, как в случае с оценкой *NPV*. Поэтому, в отличие от обычного срока окупаемости, дисконтированный возврат не так прост при вычислениях вручную, однако в Excel он вычисляется относительно просто, как показано ниже.

Рассматриваемый способ определения эффективности капиталовложений на основе дисконтированного срока окупаемости также имеет недостаток: он, как и обычный возврат, не учитывает поступление денежных потоков после периода окупаемости. Кроме того, необходимо помнить, что если один проект имеет более короткий период дисконтированного возврата, чем другой, то это вовсе не означает, что он имеет большую *NPV*.

Таким образом, можно сказать, что дисконтированный срок окупаемости представляет собой своеобразный компромисс между обычным возвратом капиталовложений и *NPV*, но ему, к сожалению, не хватает простоты применения первого и четкости и строгости второго. Тем не менее, если мы вынуждены считаться со временем, которое влияет на стоимость будущих денежных поступлений от проекта, то дисконтированный возврат имеет преимущество перед обычным возвратом, поскольку он учитывает временную стоимость денег.

В Excel дисконтированный срок окупаемости вычисляется относительно просто с использованием той же схемы, которая применяется для определения «обычного» срока окупаемости (см. рис. 7 и рис. 8). Поэтому рабочий лист, показанный на рис. 10. и вычисляющий дисконтированный срок окупаемости, опишем кратко.

Для вычисления дисконтированного срока окупаемости надо дополнительно находить дисконтированные значения потоков и накопленные суммы дисконтированных потоков. Дисконтированные значения потоков вычисляются в столбце E, начиная с ячейки E13. В этой ячейке записана формула $=\text{ПС}(\$D\$3;A13; -D13)$, которая затем копируется на диапазон E14:E16. Накопленные суммы дисконтированных потоков в столбце G вычисляются обычным образом: в ячейке G13 записана формула $=E13$, а в ячейке G14 – формула $G13+E14$, которая копируется вниз в ячейки столбца G. Далее в ячейке G4 вычисляется номер такого периода, для которого накопленная сумма дисконтированных потоков уже будет больше первоначальных инвестиций. В ячейке B9 вычисляется период окупаемости. Формулы в ячейках G4 и B9 объ-

яснены при описании рабочего листа, вычисляющего обычный срок окупаемости в предыдущем подразделе. Обратите внимание на то, что на листе рис. 10 формулы в ячейках G3 и B8, по которым вычисляется срок окупаемости, немного изменены, чтобы учесть новую таблицу дисконтированных потоков и сдвиг всей нижней таблицы на одну строку вниз.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Вычисление показателей эффективности инвестиционных потоков									
2	Начальные вложения	300 000р.	Процентная ставка	10%			1			
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	10,00%				3	=ВПР(B2;F13:H36;3;1)	
4	Количество периодов	5						3	=ВПР(B2;G13:H36;2;1)	
5	Приведенная ликвидная стоимость	0р.								
6	Текущая стоимость денежных потоков	379 079р.								
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	79 079р.								
8	Срок окупаемости (периоды)	3,00	=G3+(B2-СМЕЩ(F13;G3-1;0))/СМЕЩ(D13;G3;0)							
9	Дисконтированный срок окупаемости (периоды)	3,75	=G4+(B2-СМЕЩ(G13;G4-1;0))/СМЕЩ(E13;G4;0)							
10										
11	Денежные потоки									
12	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Дисконтированная сумма	Накопленная сумма	Накопленная дисконтированная сумма	Период		
13	1	100 000р.	0р.	100 000р.	90 909р.	100 000р.	90 909р.	1		
14	2	100 000р.	0р.	100 000р.	82 645р.	200 000р.	173 554р.	2		
15	3	100 000р.	0р.	100 000р.	75 131р.	300 000р.	248 685р.	3		
16	4	100 000р.	0р.	100 000р.	68 301р.	400 000р.	316 987р.	4		
17	5	100 000р.	0р.	100 000р.	62 092р.	500 000р.	379 079р.	5		
18	6		0р.	0р.	0р.	500 000р.	379 079р.	6		

Рис. 10. Вычисление дисконтированного срока окупаемости

Внутренняя норма доходности

Внутренняя норма доходности – показатель, который является достойной альтернативой чистой приведенной стоимости *NPV*. Он обозначается как *IRR* и на английском звучит *Internal Rate of Return*.

- **Внутренняя норма доходности *IRR*** – это ставка дисконтирования, приравнивающая сумму приведенных доходов от инвестиционного проекта к величине инвестиций, т.е. вложения окупаются, но не приносят прибыль.

Чтобы разобраться в этом потоке экономических терминов, рассмотрим проект, который сегодня стоит 100 тыс.руб., а через год он принесет 110 тыс.руб. дохода. Каков доход таких инвестиций? Ответ, казалось бы, очевидный – 10%, потому что каждая инвестированная 1000 руб. приносит 1100 руб. На самом деле это не просто показатель дохода инвестиций, это и есть та самая *внутренняя норма доходности*. Предположим, нужно вычислить *NPV* наших инвестиций в размере 100 тыс.руб., вложенных в проект, срок которого 1 год. При этом дисконтная ставка нам неизвестна. Обозначаем эту неизвестную ставку через *r* и получаем формулу для вычисления *NPV*:

$$NPV = - 100 + 110 / (1+ r)$$

Самый очевидный вопрос: какой должна быть норма дисконта, чтобы проект стоило отклонить? Нам известно, что при *NPV*, равной нулю, проект не приносит ни доходов, ни убытков. Иными словами, инвестиции с нулевой *NPV* безубыточны. Следовательно, чтобы найти безубыточную норму дисконта, при которой проект не будет ни создавать, ни уничтожать стоимость вложений, нам нужно приравнять *NPV* к нулю. Поэтому, приравняв вышеприведенное выражение к нулю и решая его относительно *r*, получим $-100 + 110/(1+ r) = 0$, или $r = 0,1 = 10\%$. Таким образом, ставка 10% - это ставка дисконта, которая и равняется ожидаемому доходу от инвестиций. Это означает, что внутренняя норма доходности инвестиций по своей сути равна дисконтной ставке, 10% - это тот

уровень, на который можно дисконтировать будущие доходы, причем никакой прибыли от них мы не получим, а просто «выйдем в нули». Следовательно, если рыночная дисконтированная ставка (здесь зачастую берут среднегодовую процентную ставку, по которой мы могли бы получать доходы, если бы вложили инвестиции не в проект, а в банк) будет выше данного уровня, т.е. выше 10%, то от проекта следует отказаться. Ведь при таком раскладе нам выгоднее будет положить деньги в банк, нежели вложить в проект, поскольку мы получим больший доход. Если же дисконтная ставка, предлагаемая рынком, будет ниже внутренней нормы доходности, то проект следует принять. Поскольку такие капиталовложения выгоднее по сравнению с вложениями в банк. Все вышесказанное можно объединить в правило внутренней нормы доходности.

- **Правило внутренней нормы доходности:** если внутренняя норма доходности превышает запланированную доходность или же доходность от альтернативных вложений, то проект стоит принять. И наоборот – если внутренняя норма доходности меньше запланированной или меньше доходности от альтернативных капиталовложений, то проект стоит отклонить.

Посмотрим на примере, как вычисляется *IRR*. Допустим, рассматривается проект, который требует инвестиций в сумме 100 тыс.руб., при этом в последующие два года он принесет ежегодно доход в размере 60 тыс.руб. При какой норме доходности можно принять такой проект? Опять приравниваем формулу *NPV* к нулю и находим *IRR*.

$$NPV = -100 + 60/(1+IRR) + 60/(1+IRR)^2 = 0;$$

$$IRR = 13,1\%$$

Заметьте, что в данном случае для нахождения *IRR* имеем дело с квадратным уравнением, которое несложно решить. Но, что бы вы делали, если бы количество периодов было намного больше? Из этой ситуации есть два выхода: находить ставку вручную или, что более разумно, с помощью Excel. В Excel для вы-

числения внутренней ставки доходности есть специальная функция, которая называется **ВСД**.

Вернемся к найденной норме доходности 13,1%. Она отображает ту границу, превышение процентной ставкой которой для проекта неприбыльно. Иными словами, если какой-нибудь банк готов принять ваш вклад под 14% годовых, что выше 13,1%, то несите деньги в банк. Если банк предлагает 12% (что меньше 13,1%), то выгоднее вложить эти деньги в проект, поскольку он принесет вам больше доходов.

При применении внутренней нормы доходности основные проблемы возникают тогда, когда денежные потоки от инвестиционного проекта частично положительные, частично отрицательные, а также в случае сравнения двух и более проектов.

Пример: Предположим, что вы планируете запустить по производству шоколада. Начальные инвестиции, необходимые для реализации проекта, составляют 60 тыс.руб. При этом в первый год вы ожидаете получить 155 тыс.руб. дохода. Но уже во второй год необходимо закупить новое сырье и вам придется потратить 100 тыс.руб. Следовательно денежные потоки будут иметь вид, как в следующей таблице.

Год	Денежные потоки (тыс.руб.)
0	-60
1	155
2	-100

Определим *NPV* при разных значениях *IRR*, для чего на рабочем листе, показанном на рис.11 и соответствующего данному проекту, будем задавать различные значения годовой процентной ставки в ячейке D2 (значения *IRR*) и отслеживать полученные значения *NPV* в ячейке B7. Получим следующую таблицу и попробуем определить *IRR*, при которой *NPV* будет равна нулю.

IRR (%)	NPV (тыс.руб.)
0	-5,00
10	-1,74
20	-0,28
30	0,06
40	-0,31

Из таблицы прослеживается странное поведение NPV . Сначала при увеличении нормы дисконта от 0 до 30% NPV изменяется от отрицательного до некоторого положительного значения. Это противоречит правилу IRR и отображенному ранее графику зависимости между IRR и NPV . Здесь с увеличением нормы дисконта NPV также увеличивается, а так не должно быть. После дисконтной ставки в 30% NPV начинает уменьшаться и снова становится отрицательной. Тогда какова же в таком случае внутренняя норма доходности?

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вычисление показателей эффективности инвестиционных потоков							
2	Начальные вложения	60 000,00р.	Процентная ставка	40%	годовых			1
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	40,00%				24
4	Количество периодов	2						24
5	Приведенная ликвидная стоимость	0р.						
6	Текущая стоимость денежных потоков	59 693,88р.						
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	-306,12р.						
8	Срок окупаемости (периоды)	#ДЕЛ/0!						
9	Дисконтированный срок окупаемости (периоды)	#ДЕЛ/0!						
10	Внутренняя ставка доходности	25,00%						
11			Денежные потоки					
12	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Дисконтированная сумма	Накопленная сумма	Накопленная дисконтированная сумма	Период
13	0		60 000р.	-60 000р.				
14	1	155 000р.	0р.	155 000р.	110 714р.	155 000р.	110 714р.	1
15	2		100 000р.	-100 000р.	-51 020р.	55 000р.	59 694р.	2
16	3			0р.		55 000р.	59 694р.	3

Рис. 11. Вычисление NPV в зависимости от IRR

Очевидно, что NPV дважды пересекает ось значений IRR , а это означает, что существует как минимум две дисконтные ставки, при которых NPV равна нулю. Какая же IRR в таком случае будет правильной? Ответ неоднозначный: или обе, или не одна. Значение в ячейке B10 на рис.11 показывает первое значение IRR , равное 25%. Чтобы найти второе значение IRR , надо задать функции ВСД второй аргумент, который пока не использовался и который задает примерное значение искомого IRR . В данном случае в качестве второго аргумента можно задать число 0,4 (40%). Как показано на рис.12, в этом случае будет найдено второе значение IRR , равное 33,3%

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вычисление показателей эффективности инвестиционных потоков							
2	Начальные вложения	60 000,00р.	Процентная ставка	40%	годовых			1
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	40,00%				24
4	Количество периодов	2						24
5	Приведенная ликвидная стоимость	0р.						
6	Текущая стоимость денежных потоков	59 693,88р.						
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	-306,12р.						
8	Срок окупаемости (периоды)	#ДЕЛ/0!						
9	Дисконтированный срок окупаемости (периоды)	#ДЕЛ/0!						
10	Внутренняя ставка доходности	33,3%						
11			Денежные потоки					
12	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Дисконтированная сумма	Накопленная сумма	Накопленная дисконтированная сумма	Период
13	0		60 000р.	-60 000р.				
14	1	155 000р.	0р.	155 000р.	110 714р.	155 000р.	110 714р.	1
15	2		100 000р.	-100 000р.	-51 020р.	55 000р.	59 694р.	2
16	3			0р.		55 000р.	59 694р.	3

Рис. 12. Поиск второго значения IRR

В данном примере правило IRR оказывается непригодным. Если же вы, к примеру, захотите узнать, стоит ли вкладывать средства в данный проект при планируемом уровне доходности 10%, то ответа вы не получите. Оба значения IRR , при которых NPV равна нулю, превышают 10%. Но график показывает, что

если IRR лежит в диапазоне от 10 до 25% (первое пересечение с кривой NPV), то при таких дисконтных ставках NPV отрицательная, хотя здесь IRR больше 10%. А это означает, что при таком диапазоне IRR инвестирование осуществлять нецелесообразно. И, наконец, еще раз посмотрев на график, вы увидите, что NPV положительная только в диапазоне от первого до второго пересечения кривой NPV с прямой значения IRR , т.е. от 25 до 33,3%.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: если прогнозные денежные потоки от некоторого проекта могут быть как отрицательными, так и положительными, то с IRR могут происходить непредвиденные казусы. В таких случаях целесообразно использовать правило NPV , на него такие «мелочи» не влияют.

Приведенный пример также говорит о том, что на вопрос, какова норма доходности, не всегда можно получить однозначный ответ.

В случае с так называемыми *взаимозаменяемыми инвестициями* применение IRR также может нас подвести. Для начала объясним, что такое взаимозаменяемые инвестиции. Это когда при осуществлении одной из инвестиций мы не можем реализовать другую. Например, если мы имеем небольшой участок земли, мы можем построить там VIP-коттедж или же бензозаправку. Но и то, и другое на одном месте построить нереально. Таким образом, эти два проекта будут взаимозаменяемыми. Возникает естественный вопрос: если есть два и более взаимозаменяемых проекта, то какой из них выгоднее реализовывать? Ответ достаточно прост: тот, у которого NPV больше. Возникает другой вопрос: будет ли при этом у наиболее выгодного проекта наибольшая внутренняя норма доходности? Чтобы дать ответ на этот вопрос, рассмотрим пример с двумя взаимозаменяемыми инвестициями, денежные потоки которых представлены в следующей таблице (в тыс.руб.). Рабочие листы Excel, рассчитывающие показатели этих проектов, показаны на рис.13 и рис. 14 соответственно.

Год	Проект А	Проект Б
0	-100	-100
1	50	20
2	40	40
3	30	60
4	40	50
IRR	23,4%	21,5%

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вычисление показателей эффективности инвестиционных потоков							
2	Начальные вложения	100 000,00р.	Процентная ставка	25%	годовых			1
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	25,00%				2
4	Количество периодов	3						24
5	Приведенная ликвидная стоимость	0р.						
6	Текущая стоимость денежных потоков	97 344,00р.						
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	-2 656,00р.						
8	Срок окупаемости (периоды)	2,33						
9	Дисконтированный срок окупаемости (периоды)	#ДЕЛ/0!						
10	Внутренняя ставка доходности	23,40%						
11			Денежные потоки					
12	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Дисконтированная сумма	Накопленная сумма	Накопленная дисконтированная сумма	Период
13	0		100 000р.	-100 000р.				
14	1	50 000р.		50 000р.	40 000р.	50 000р.	40 000р.	1
15	2	40 000р.		40 000р.	25 600р.	90 000р.	65 600р.	2
16	3	30 000р.		30 000р.	15 360р.	120 000р.	80 960р.	3
17	4	40 000р.		40 000р.	16 384р.	160 000р.	97 344р.	4
18	5					160 000р.	97 344р.	5

Рис. 13. Расчет показателей проекта А

Поскольку инвестиции взаимоисключающие, нужно выбрать одну из них. При этом, если сравнить внутренние нормы доходности обоих проектов, то у проекта А она выше. Означает ли это, что проект А выгоднее и нужно выбрать именно его? С помощью рабочих листов Excel вычислим NPV обоих проектов при разных нормах дисконта. Для этого в ячейку D2 последовательно введем числа 0, 5, 10, 15, 20 и 25 и отследим вычисляемые значения в ячейке B7. Полученные результаты приведены в следующей таблице.

Норма дисконта (%)	NPV проекта А (тыс. руб.)	NPV проекта А (тыс. руб.)
0	60,00	70,00
5	42,72	48,29
10	28,37	30,47
15	16,32	15,68
20	6,09	3,28
25	-2,66	-7,20

Таким образом, если сравнить *NPV* при разных значениях ставки дисконта, то можно увидеть, что этот показатель зависит от желаемого уровня доходности. Проект Б имеет большой совокупный денежный поток (значение *NPV* при нулевой ставке дисконта), но он поступает медленнее, чем при реализации проекта А. В результате *NPV* в проекте Б имеет более высокие значения при низких нормах дисконтах.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1	Вычисление показателей эффективности инвестиционных потоков							
2	Начальные вложения	100 000,00р.	Процентная ставка	25%	годовых			1
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	25,00%				2
4	Количество периодов	3						24
5	Приведенная ликвидная стоимость	0р.						
6	Текущая стоимость денежных потоков	92 800,00р.						
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	-7 200,00р.						
8	Срок окупаемости (периоды)	2,67						
9	Дисконтированный срок окупаемости (периоды)	#ДЕЛ/0!						
10	Внутренняя ставка доходности	21,48%						
11			Денежные потоки					
12	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Дисконтированная сумма	Накопленная сумма	Накопленная дисконтированная сумма	Период
13	0		100 000р.	-100 000р.				
14	1	20 000р.		20 000р.	16 000р.	50 000р.	16 000р.	1
15	2	40 000р.		40 000р.	25 600р.	90 000р.	41 600р.	2
16	3	60 000р.		60 000р.	30 720р.	120 000р.	72 320р.	3
17	4	50 000р.		50 000р.	20 480р.	160 000р.	92 800р.	4
18	5					160 000р.	92 800р.	5

Рис. 14. Расчет показателей проекта Б

Если вы уже заметили, в данном примере взаимосвязь NPV и IRR противоречива. Если необходимый уровень доходности составляет 10%, то проект Б выгоднее, так как его NPV больше, хотя проект А имеет большую доходность. Если же мы намереваемся иметь доходность в 15%, то никакого противоречия нет: проект А однозначно является лучшим.

Вывод из этого примера такой: всякий раз, когда мы имеем дело с взаимозаменяемыми проектами, оценивать их, основываясь лишь на внутренней норме доходности, не правильно, так как не исключено, что правило IRR заведет нас в заблуждение. Но даже при таком количестве недостатков метод IRR весьма популярен на практике, а при определенных обстоятельствах даже имеет некоторое преимущество перед NPV . Например, в том случае если неизвестна норма дисконта, NPV не поддается оценке, в то время как IRR можно легко рассчитать.

Индекс прибыльности

Еще один способ определения эффективности инвестиционных проектов – расчет *индекса прибыльности*. Этот показатель обозначается *PI* и расшифровывается как *Profitability Index*, что и означает «индекс прибыльности».

- **Индекс прибыльности** – это отношение приведенной стоимости будущих денежных потоков от реализации инвестиционного проекта к приведенной стоимости первоначальных инвестиций.

Предположим, начальные инвестиции для реализации проекта составляют 20 тыс. руб., а текущая стоимость будущих денежных потоков равна 22 тыс. руб., в таком случае индекс прибыльности равняется $22/20 = 1,1$. Заметьте, что *NPV* для этого проекта составляет 2 тыс. руб., следовательно, проект является желательным. Очевидно, что, когда проект имеет положительную *NPV*, текущая стоимость его будущих денежных потоков, естественно, больше, нежели начальные вложения. Поэтому при положительной *NPV* индекс прибыльности всегда больше единицы, в противном случае (при отрицательной *NPV*) – меньше единицы. По своей сути индекс прибыльности следует понимать как дополнительную ценность, созданную на каждый вложенный рубль. В нашем примере на каждый такой рубль приходится 1 рубль и 10 копеек. А это значит, что стоимость вложенного рубля увеличивается в абсолютном измерении на 10 копеек.

Этот способ имеет похожие недостатки с методом определения внутренней ставки доходности (*IRR*). Например, возьмем две взаимозаменяющие инвестиции в размере 5 руб. и 100 руб. При этом текущая стоимость первой инвестиции равняется 10 руб., а второй – 150 руб. Тогда первая инвестиция имеет *NPV* = 5 руб. и *PI* = 2, а вторая соответственно имеет *NPV* = 50 руб. и *PI* = 1,5. Выбирая один из двух вариантов, предпочтение необходимо отдать второй инвестиции, поскольку ее *NPV* больше, хотя значение *PI* меньше. Это говорит о

том, что полагаться лишь на показатель PI при оценке нескольких проектов неразумно, стоит подкреплять свои предположения сравнением показателей NPV . Вычислять индекс доходности в Excel, если известна текущая стоимость денежных потоков проекта, совсем просто, что показывает формула в ячейка B11 на рис. 15.

B11		=B6/B2						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вычисление показателей эффективности инвестиционных потоков							
2	Начальные вложения	100 000,00р.	Процентная ставка	5%	годовых			1
3	Ликвидная стоимость проекта	0,00р.	Ставка за период	5,00%				2
4	Количество периодов	3						2
5	Приведенная ликвидная стоимость	0р.						
6	Текущая стоимость денежных потоков	107 159,05р.						
7	Чистая приведенная стоимость проекта NPV	7 159,05р.						
8	Срок окупаемости (периоды)	2,67						
9	Дисконтированный срок окупаемости (периоды)	2,86						
10	Внутренняя ставка доходности IRR	8,20%						
11	Индекс доходности PI	1,07						
12								
13			Денежные потоки					
14	Период	Поступления (доходы)	Вложения (расходы)	Сумма	Дисконтированная сумма	Накопленная сумма	Накопленная дисконтированная сумма	Период
15	0		100 000р.	-100 000р.				
16	1	20 000р.		20 000р.	19 048р.	20 000р.	19 048р.	1

Рис. 15. Вычисление индекса доходности

Таким образом, мы владеем инструментами, помогающими сделать вывод о том, куда и при каких обстоятельствах выгоднее инвестировать свои сбережения. При этом стоит помнить, что чем серьезнее вы будете оценивать инвестиционный проект по всем показателям, тем меньше вероятность упустить какую-то важную деталь и, как следствие, ошибиться в выборе.

Решение типовых задач

1. Анализ единичного проекта

Постановка задачи

Для покупки и запуска оборудования по производству нового продукта требуются капиталовложения в размере 1 млн. руб. (1000 тыс. руб.). Проект рассчитан на 7 лет, в течение которых ожидаемый ежегодный доход от реализации данного продукта после налогообложения (т.е. чистый доход) будет равен 200 тыс. руб. Провести анализ данного проекта на основе критериев оценки инвестиционных процессов при условии, что ставка сравнения – 10% в год.

Решение

Заниженная оценка срока окупаемости (при игнорировании временного фактора) этого инвестиционного проекта равна: $T_{ок} = 1000/200 = 5$ лет. Проверим, окупятся ли сделанные инвестиции за этот срок, если учитывать неравноценность денег во времени. Для этого сравним приведенную стоимость полученных за первые 5 лет доходов (PV_5) с величиной вложений $I = 1000$. $PV_5 \approx 3,79079 \times 200 = 758,158$. Таким образом, при использовании уточненной оценки (дисконтированного срока окупаемости), приходим к противоположному выводу — 5 лет для окупаемости проекта недостаточно. А что будет с окупаемостью за весь срок ($n = 7$)?

Чтобы ответить на этот вопрос, вычислим чистый приведенный доход NPV проекта:

$$NPV = PV_7 - I = 200 \cdot \sum_{k=1}^7 (1+0,1)^{-k} - 1000 = \alpha(7;10) \cdot 200 - 1000 \approx 4,8684 \cdot 200 - 1000 = -26,32 \text{ тыс. руб.}$$

Отрицательный результат показывает, что проект не окупится. Иными словами, жизненный цикл инвестиции продолжительностью 7 лет не обеспечивает требуемого уровня доходности 10%: наращенная стоимость поступлений по проекту не перекрывает упущенной из-за его реализации выгоды альтернативного варианта, так как приблизительно равна $1000 \cdot 1,1^7 \approx 1948,7$.

В случае инвестирования на заемных под сложную ставку 10% средствах это означает, что достижимый по проекту финансовый результат недостаточен для погашения кредита.

Если же рассмотреть аналогичный проект продолжительностью в 8 лет, то он окупится в течение последнего года его реализации:

$$NPV = PV_8 - I = 200 \cdot \sum_{k=1}^8 (1+0,1)^{-k} - 1000 = \alpha(8;10) \cdot 200 - 1000 \approx 5,3349 \cdot 200 - 1000 = 66,98 \text{ тыс. руб.}$$

Индекс рентабельности анализируемого проекта приблизительно равен 0,974.

Эта величина меньше единицы, и поэтому его доходность (рентабельность) составит величину, равную $-0,026 = -2,6\%$. В то же время для восьмилетнего

проекта показатель $PI \approx 1,067 > 1$, и рентабельность будет положительна:

$P = PI - 1 \approx 0,067 = 6,7\%$. Вычисляя внутреннюю норму доходности для исход-

ных данных рассматриваемого примера получаем $IRR \approx 9,197\%$. Так как требу-

емая норма доходности (10%) выше этого значения, то инвестиция является не-

рентабельной. Основываясь на полученных оценках, приходим к выводу о том,

что проект следует отвергнуть.

2. Денежные потоки инвестиционного проекта

Постановка задачи

Коммерческая организация рассматривает целесообразность приобретения но-

вой технологической линии. Стоимость линии составляет 10 млн долл., срок

эксплуатации - 5 лет, износ на оборудование начисляется методом прямоли-

нейной амортизации по 20% годовых. Выручка от реализации продукции про-

гнозируется по годам в следующих объемах, тыс. долл.: 6800, 7400, 8200, 8000,

6000. Текущие расходы по годам оцениваются следующим образом: 3400 тыс.

долл. в первый год эксплуатации линии с последующим ежегодным ростом их

на 3%. Данный проект не выходит за рамки традиционной финансово-

хозяйственной деятельности с ценой авансированного капитала (WACC) 19%.

Ставка налога на прибыль 30%. Целесообразен ли данный проект к реализации?

Решение

Для получения ответа необходимо рассчитать чистый поток денежных средств и определить характеристики этого потока, оценивающие эффективность проекта. Ниже приведена сводная таблица исходных (жирный шрифт) и расчетных значений денежных потоков, в том числе и потока чистых денежных поступлений.

№ п/п	Показатель	Год					
		0-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
1	Объем реализации		6800	7400	8200	8000	6000
2	Текущие расходы ($C_t = C_{t-1} \cdot 1,03$)		3400	3502	3607	3715	3827
3	Износ (амортизация) ($10000 \cdot 20\%$)		2000	2000	2000	2000	2000
4	Налогооблагаемая прибыль (стр. 1 – стр. 2 – стр. 3)		1400	1898	2593	2285	173
5	Налог на прибыль (налогооблагаемая прибыль $\cdot 30\%$)		420	569	778	686	52
6	Чистая прибыль (стр. 4 – стр. 5)		980	1329	1815	1599	121
7	Капитальные вложения	-10000					
8	Чистый поток денежных средств (стр. 3 + стр. 6 + стр. 7)	-10000	2980	3329	3815	3599	2121

Используя данные нижней строки, найдем показатель чистого приведенного дохода:

$$NPV = -10000 + 2980 \cdot \frac{1}{1,19} + 3329 \cdot \frac{1}{1,19^2} + 3815 \cdot \frac{1}{1,19^3} + 3599 \cdot \frac{1}{1,19^4} + 2121 \cdot \frac{1}{1,19^5} = -198 \text{ тыс.}$$

Отсюда понятно и без вычислений, что IRR данного проекта не превосходит $WACC = 19\%$, его индекс рентабельности меньше единицы, и если учитывать неравноценность денег во времени, то проект себя не окупит. Согласно полученным выводам, проект следует отвергнуть.

3. IRR и $MIRR$

Постановка задачи

Рассмотрим проект со следующим потоком денежных средств:

Год	0-й	1-й	2-й
Денежный поток	-100	+200	-75

Определить:

- а) сколько значений внутренней нормы доходности имеет данный проект?
- б) чему равен критерий модифицированной внутренней нормы доходности, если альтернативные издержки равны 20%?
- в) привлекателен ли данный проект?

Решение

а) данный проект завершается оттоком капитала. Эта неординарная ситуация вполне реальна и может быть связана, например, с необходимостью демонтажа оборудования, затратами на восстановление окружающей среды и т.д. Знак в потоке денежных средств меняется два раза, поэтому следует ожидать, что определить внутреннюю норму прибыли с помощью показателя *IRR* не удастся, поскольку уравнение для нахождения внутренней нормы доходности в нашем случае примет вид:

$$-100 + 200x - 75x^2 = 0$$

и имеет корни $x_1 = 2$, $x_2 = 2/3$, откуда мы получаем два значения *IRR*: 0,5 и -0,5.

б) приводя все затраты к началу, а все поступления — к окончанию проекта, найдем значения $I(0) = 100 + 75 \cdot (1 + 0,2)^{-2} \approx 152,08$, $S(2) = 200 \cdot 1,2 = 240$ и, пользуясь определением, вычислим величину $MIRR = 25,6\%$;

в) опираясь на понятие альтернативной ставки, вычисленному показателю можно дать следующее толкование. Данный проект финансируется за счет того, что мы не используем альтернативной возможности вложения средств под ставку 20%. Текущая оценка этих вложений равна $I(0)$. (Дело обстоит так, как будто мы кредитуем наш проект по ставке 20%.) Поступающие средства можно реинвестировать под ту же ставку с возвратом в конце срока в размере $S(2)$. Отсюда понятно, что показатель *MIRR* - доходность (по сложному проценту) вложения $I(0)$, дающего финансовый результат $S(2)$. Так как величина $MIRR = 25,6\%$ перекрывает ставку сравнения $i = 20\%$, то проект привлекателен. Данный

вывод подтверждается также и значением показателя $NPV \approx 14,58$, которое положительно.

4. Анализ взаимоисключающих проектов

Постановка задачи

У компании АБВ имеется четыре инвестиционных проекта, каждый из которых вполне приемлем, но принять можно только один. Данные о проектах представлены следующими временными рядами:

Год	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4
0-й	-1200	-1200	-1200	-1200
1-й	0	100	300	300
2-й	100	300	450	900
3-й	250	500	500	500
4-й	1200	600	600	250
5-й	1300	1300	700	100

Требуется оценить целесообразность выбора одного из них по критерию:

- а) чистого приведенного дохода (NPV);
- б) внутренней нормы прибыли (IRR);
- в) сроку окупаемости (дисконтированному) (T_{ok}), если цена капитала 12% .

Решение

Сравниваемые значения показателей найдем с помощью функций ЧПС и ВСД Excel. В результате получим следующую таблицу числовых оценок по каждому проекту:

Оценка	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4
NPV	557,9	603,3*	561,0	356,8
IRR	22,67%	24,99%	27,07%	25/33%
T_{ok}	$4 < T_{ok} < 5$	$4 < T_{ok} < 5$	$3 < T_{ok} < 4$	$2 < T_{ok}^* < 3$

Если проекты рассматривать изолированно, то каждый из них может быть одобрен, поскольку они удовлетворяют всем критериям. Однако если проекты являются альтернативными, то заведомо следует отвергнуть проект 1, поскольку он уступает по всем критериям проекту 2. Что касается оставшихся проектов, то выбор не очевиден, так как критерии их оценок противоречивы. Если

руководствоваться требованиями поставленной задачи, то получим следующие ответы: а) проект 2; б) проект 3; в) проект 4.

5. Точка Фишера

Постановка задачи

Рассматриваются два альтернативных проекта:

Проект	Величина инвестиций	Денежный поток по годам			IRR,%
		1-й	2-й	3-й	
А	-100	90	45	9	30,0
Б	-100	10	50	100	20,4

Требуется:

- а) найти точку Фишера;
- б) сделать выбор при $r = 8\%$ и при $r = 15\%$.

Решение

Точка Фишера для потоков А и Б может быть найдена как IRR приростного потока (А - Б), или, что то же самое, (Б - А)

Б - А	0	-80	5	91
-------	---	-----	---	----

Применяя Excel, найдем IRR = 9,82%. За этой точкой ($r = 15\%$) проект с большим значением IRR будет превосходить и по показателю NPV, т. е. предпочтение следует проекту А; до этой точки ($r = 8\%$) выбор должен быть в пользу проекта Б.

6. Показатель приведенных затрат

Постановка задачи

Предприятие имеет возможность выбрать агрегат из трех предложенных вариантов, каждый из которых обеспечивает выпуск запланированного годового объема продукции. Варианты различаются себестоимостью годового выпуска и капитальными вложениями:

Вариант	Капиталовложения на внедрение агрегата, K_j , млн. руб.	Себестоимость годового выпуска продукции, C_j , млн. руб.
1	400	70
2	450	61
3	500	52

Какой вариант предпочтет предприятие при нормативе эффективности, принятом на уровне 15%?

Решение

По условию варианты характеризуются одинаковой производительностью, но различаются размерами капитальных и текущих затрат. Поэтому для выявления наилучшей альтернативы можно воспользоваться показателем приведенных затрат.

Вычисляя, найдем его значение для каждого варианта:

$$W_1 = 70 + 0,15 \cdot 400 = 130,$$

$$W_2 = 61 + 0,15 \cdot 450 = 128,$$

$$W_3 = 52 + 0,15 \cdot 500 = 127.$$

Сравнивая, приходим к выводу, что предприятие предпочтет третий вариант как обладающий минимальными приведенными затратами.

7. Сравнение разновременных проектов одинаковой производительности

Постановка задачи

Для выпуска однородной продукции можно использовать технологию А или технологию Б. Требуемое по каждому варианту оборудование имеет одинаковую производительность, но различается по цене, эксплуатационным затратам, сроку службы (2 и 3 года соответственно):

Вариант	Затраты, тыс. долл.			
	Цена оборудования	Эксплуатационные издержки		
А	15	5	5	5
Б	10	6	6	
Годы	0	1	2	3

В какую технологию выгоднее вложить деньги: А или Б, если ставка сравнения 6%?

Решение

Для выявления предпочтительного варианта применим принцип сравнения затрат при одинаковых результатах, приспособив его для проектов разной длительности. Для этого воспользуемся методом эквивалентных ежегодных затрат, составляющих по каждому проекту аннуитет той же срочности и имеющий ту же приведенную стоимость. Вычисляя, получим: $PV(A) = 28,36$; эквивалентный ежегодный платеж $R(A) = 10,61$; $PV(B) = 21,00$; эквивалентный ежегодный платеж $R(B) = 11,45$.

Считая эти проекты повторяемыми 2 и соответственно 3 раза, приходим к сравнению затрат в пределах общего срока $n = 6$. Так как эквивалентные ежегодные затраты варианта А меньше ($10,61 < 11,45$), то отвечающая ему технология выгоднее, чем технология варианта Б. Игнорируя разницу в длительности проектов, мы приходим к противоположному выводу. В самом деле, если исключить возможность циклического повторения проектов, то сравнение по показателю NPV при одинаковых производительностях технологий А и Б равносильно сравнению дисконтированных затрат $PV(A)$, $PV(B)$. Для варианта А эти затраты больше ($28,36 > 21,00$), поэтому при таком сравнении выгодным становится вариант Б. Если исходить из предположения непрерывающегося выпуска однородной продукции как условия нормального ведения производственно-хозяйственной деятельности, то верным следует признать вывод, основанный на сравнении эквивалентных платежей $R(A)$, $R(B)$.

8. Сравнение разновременных проектов разной производительности

Постановка задачи

Имеются два независимых проекта - А и Б продолжительностью 1 и 3 года, которые характеризуются следующими потоками платежей, млн руб.:

Проект	Денежный поток по годам			
	0-й	1-й	2-й	3-й
А	-100	120		
Б	-50	30	40	15

Требуется оценить целесообразность выбора одного из них в зависимости от принятого критерия эффективности и при условии, что ставка сравнения равна 10%.

Решение

Для более короткого проекта: $NPV(A) = 9,1$ млн руб., $PI(A) = 1,09 = 109\%$, $IRR(A) = 20\%$, $T_{ок}(A) \approx 1$, а значения одноименных характеристик для проекта В равны: $NPV(B) = 21,6$ млн руб., $PI(B) = 1,432 = 143,2\%$, $IRR(B) = 35,4\%$, $1 < T_{ок}(B) < 2$. Без устранения временной несопоставимости оценок проект А по основным показателям (NPV и IRR) уступает варианту Б.

Ликвидируем влияние разрыва в продолжительности инвестиционных циклов. Для этого рассмотрим в качестве конкурирующего с Б расширенный проект \tilde{A} , полученный трехкратным повторением варианта А.

А	-100	120		
		-100	120	
			-100	120
\tilde{A}	-100	20	20	120

Проект \tilde{A} имеет следующие значения критериев: $NPV(\tilde{A}) = 24,87$ млн руб., $PI(\tilde{A}) = 1,25 = 125\%$, $IRR(\tilde{A}) = 20\%$, $2 < T_{ок}(\tilde{A}) < 3$. По критерию NPV проект \tilde{A} уже предпочтительнее проекта Б, поэтому выбор между исходными проектами (А, Б) в пользу Б не представляется бесспорным. Обратим внимание на то, что $IRR(\tilde{A}) = IRR(A) = 20\%$. Согласно определению показатель IRR — внутренняя годовая ставка доходности вложений, поэтому и в общем случае эта характеристика будет иметь одинаковые значения для исходного проекта и того, который получен его периодическим возобновлением. Таким образом, для «периодического» проекта достаточно ограничиться вычислением NPV , так как его оценка по показателю IRR будет та же, что и в укороченном варианте.

9. Оптимальный выбор нескольких проектов

Постановка задачи

Фирма имеет возможность инвестировать ежегодно до 10 млн руб.

В качестве возможных объектов вложения рассматриваются четыре проекта, заданные следующими денежными потоками (млн руб.):

Номер проекта	Год		
	0-й	1-й	2-й
1	-10	+30	+5
2	-5	+5	+20
3	-5	+5	+15
4	0	-40	+60

Рассматриваемые проекты поддаются дроблению, т.е. можно реализовывать не только целиком каждый из анализируемых проектов, но и любую его часть; при этом берется к рассмотрению соответствующая доля инвестиций и денежных поступлений.

Требуется составить портфель проектов с максимальным значением показателя чистого приведенного дохода, если ставка дисконтирования равна 10%.

Решение

Для решения необходимо построить математическую модель задачи. Обозначим через x_1, x_2, x_3, x_4 подлежащие определению масштабы реализации этих проектов.

Чистый приведенный доход портфеля, состоящего из x_1, x_2, x_3, x_4 частей каждого проекта, составляет величину

$$Z = \sum_{k=1}^4 x_k NPV_k.$$

Применяя Excel, найдем для каждого проекта численное значение показателя NPV .

Проект	1	2	3	4
NPV	21,4	16,07	11,94	13,22

Подставим эти данные в формулу Z и запишем критерий оптимизации формируемого портфеля проектов:

$$Z = 21,4x_1 + 16,07x_2 + 11,94x_3 + 13,22x_4 \rightarrow \max.$$

Перейдем к ограничениям, которые налагаются на выбор неизвестных $\{x_i\}$. По условию, начальные вложения ограничены 10 млн. руб. Поэтому $10x_1 + 5x_2 + 5x_3 \leq 10$. В начале 2-го года бюджет капитальных вложений может быть увеличен за счет поступлений по реализуемым проектам. С учетом этого приходим к следующему неравенству: $40x_4 \leq 10 + 30x_1 + 5x_2 + 5x_3$. Части внедряемых проектов не могут быть отрицательны, следовательно, $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$. Построенная модель представляет задачу линейного программирования, которую можно решить, например, в Excel. В результате расчета получим следующий оптимальный план инвестиций: сначала все 10 млн. руб. должны быть инвестированы во второй проект ($x_2^{\text{опт}} = 2$), а по окончании 1-го года следует приступить к реализации «уполовиненного» четвертого проекта ($x_4^{\text{опт}} = 5$), первый и третий проекты в портфель не включаются ($x_1^{\text{опт}} = 0$; $x_3^{\text{опт}} = 0$). При таком плане инвестиций величина чистого приведенного дохода достигает наибольшего значения:

$$NPV_{\max} = 38,75 \text{ млн руб.}$$

Задачи для самостоятельного решения

Расчетные задачи

1. Предприятие имеет возможность выбрать один из двух типов оборудования А или Б, выполняющих одну и ту же функцию. Срок эксплуатации А - 1 год, Б - 3 года. Сравнимые варианты имеют следующие потоки вложений и отдач:

Инвестиционный проект	Денежные потоки за период			
	0	1	2	3
А	-10000	12000		
Б	-10000	5000	5000	5000

Если цена капитала 8%, то какое оборудование выгоднее для предприятия: А или Б?

2. Инвестиционные проекты А и Б характеризуются следующим распределением потоков платежей (расходов и доходов в конце каждого года):

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

Ставка сравнения составляет 10%. Найти значение чистой текущей стоимости, внутренней ставки доходности, рентабельности, срока окупаемости и обосновать вариант вложения средств.

3. Инвестиционные проекты А и Б характеризуются следующим распределением потоков платежей (расходов и доходов в конце каждого года): Проект, требующий 700 ден. ед. начальных инвестиций, приносит прибыль 1000 ден. ед. через 2 года. Годовая банковская процентная ставка равна 12%. Определить: а) текущую ценность проекта; б) внутреннюю норму прибыли.

4. Имеются варианты инвестиционного проекта, которые характеризуются следующими потоками платежей.

А	-100	-150	50	150	200	200	
Б	-200	-50	50	100	100	200	200

Требуется оценить целесообразность выбора одного из них в зависимости от принятого измерителя эффективности и при условии, что ставка сравнения принята на уровне 10%.

5. На строительство магазина надо затратить в течение месяца около 10 000 долл., а затем он неограниченно долго будет давать 2000 долл. в год. Найти характеристики данного проекта, если ставка процента 8% в год.

6. Имеются два альтернативных проекта: А (50; -150; 140); Б (-50; 10; 90). Сравнить эти проекты по предпочтительности в зависимости от численного значения альтернативной ставки.

7. Инвестиционный проект требует 10 тыс. долл. и обещает доход в 10 800 долл. в конце периода. Предполагается, что нет никакой неопределенности и никаких налогов. Проект на 20% финансируется заемным капиталом под ставку 6%. Для оценки проекта используется ставка дисконтирования, превышающая стоимость капитала на 1%. На основании этих данных определите денежные потоки по проекту, а также заемного и акционерного капитала и заполните таблицу:

Денежные потоки	Период		NPV (7%)	IRR
	0	1		
По проекту				
Заемного капитала				
Акционерного капитала				

8. Акционеры согласились с предлагаемой длительностью $n = 4$ года проекта и с необходимым размером инвестиций $I = 10$ тыс., но требуют обеспечить большую доходность $j = 10\%$ вложения этих инвестиций, чем общепринятая ставка $i = 8\%$. Какой для этого нужно обеспечить минимальный ежегодный доход R ?

9. Станок будет служить 3 года, принося ежегодный доход в 2 тыс. долл., и продается в конце срока по остаточной стоимости. Приобретение и монтаж станка обойдутся в 10 тыс. долл. Его остаточная стоимость к концу 3-го года составит 7 тыс. долл. Окупит ли фирма свои вложения за предполагаемый срок эксплуатации агрегата, если: а) ставка процента составляет 8%; б) ставка про-

цента равна 15%; в) ставка процента равна 8%, но предполагаемая инфляция составит 10% в год?

10. Для оценки инвестиционного проекта с капитальными начальными вложениями в размере 150 тыс. долл. компания АБВ применяет ставку дисконтирования 0,1. За каждый год в течение всего 10-летнего срока реализации проекта картина денежных доходов, тыс. долл., и расходов, тыс. долл., будет одной и той же.

Выручка	Переменные издержки	Постоянные издержки	Амортизация	Налоги
375	300	30	15	15

Определить: а) денежный поток по данному проекту; б) чистую текущую стоимость проекта, его срок окупаемости и внутреннюю доходность.

11. Инвестор имеет плановый период, равный 6 годам. В течение этого срока эксплуатации инвестиционный объект порождает следующий поток платежей $\{E_t\}$.

t	0	1	2	3	4	5	6
E_t	-100	600	500	100	200	100	100

В этих платежах не учтена достижимая от ликвидации объекта выручка $\{L_t\}$, которая с течением времени постоянно сокращается.

t	0	1	2	3	4	5	6
L_t	1000	600	400	300	200	100	0

Найти оптимальный срок эксплуатации при условии, что за его пределами вложения могут осуществляться только под ставку дисконтирования $i = 10\%$.

12. Компания использует ставку дисконтирования 10%. Предположим, что ежегодные поступления одинаковы. Какой максимальный приемлемый простой («недисконтированный») срок окупаемости должно иметь приобретаемое оборудование с жизненным циклом 5 лет? Каким будет максимальный приемлемый простой срок окупаемости для жизненного цикла 10, 20 и 40 лет и бесконечно долгого жизненного цикла?

13. Для расширения ассортимента выпускаемой продукции предприятию требуется 800 млн руб. По истечении годового срока освоения производства новой продукции она будет приносить ежегодно 300 млн руб. чистого дохода, и так в течение 5 лет. Требуется: а) найти величину чистого дисконтированного дохода и внутренней нормы доходности по данному мероприятию при следующих источниках привлечения капитала:

- за счет собственных средств (СС);
- целиком на заемных средствах (ЗС): кредит берется под ставку 10% и его следует погасить в течение двух лет по схеме равных процентных выплат;
- с частичным самофинансированием (200 млн руб.) и по кредиту (600 млн руб.) на тех же условиях, что и в предыдущем пункте.

Расчеты выполнить для трех вариантов ставки сравнения: 10%; 8%; 15%;

б) на основании полученных числовых значений NPV провести сравнительный анализ эффективности планируемого мероприятия в зависимости от величины коэффициента самофинансирования ($\chi = \text{СС}/(\text{СС}+\text{ЗС})$) и уровня альтернативной ставки i ; в) согласно условию задачи выплата основного долга и процентов во 2-м году превышает величину чистого дохода. Откуда взять деньги на погашение?

14. Инвестиционный проект рассчитан на один год, требует 1000 долл. начальных вложений и дает в этом же году 1050 долл. чистых, до налога на прибыль, денежных поступлений (выручка - расходы кроме амортизации). Оценить целесообразность такой инвестиции, если цена капитала фирмы, не учитывающая налога на прибыль, составляет 6%, действующая ставка налога — 0,34, а амортизация за период начислена в сумме равной объему сделанных инвестиций.

15. Анализируются два альтернативных проекта

А	-100	50	70	
Б	-100	30	40	60

Предполагая, что фирма может реинвестировать капитал в точно такие же проекты, сделать выбор при цене капитала $r = 10\%$.

2. Теоретические задачи

1. Ожидается, что инвестиционный проект, требующий разовых вложений I , будет приносить одинаковый доход E в течение всего своего жизненного цикла n . Для оценки инвестиций используется ставка дисконтирования i . Требуется: а) доказать, что максимально приемлемый «недисконтированный» период окупаемости зависит от жизненного цикла проекта n и стоимости денег во времени i и совпадает по величине с коэффициентом приведения простой годовой ренты:

$$T_{\text{ок}}^{\text{max}} = \alpha(n; i) = \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i};$$

б) убедиться, что найденный показатель приводит в терминах «недисконтированного» периода окупаемости к тому же решению «принять или отклонить», что и критерий NPV .

2. Проект А рассчитан на n лет и имеет характеристики $NPV_A = \alpha$, $IRR_A = \rho$. Проект В состоит в последовательной k -кратной реализации проекта А. Найти характеристики чистого приведенного дохода и внутренней нормы доходности проекта В.

3. Разрабатывается инвестиционный проект заданной продолжительности n и требуется, чтобы срок его окупаемости (дисконтированный) совпадал с длительностью инвестиционного цикла. Проект должен обеспечивать требуемый годовой доход R . Найти необходимые начальные инвестиции I и характеристики эффективности данного проекта, отвечающие ставке сравнения i .

4. Оборудование стоимостью P сдается в аренду на n лет. К концу этого срока его остаточная стоимость составит сумму S .

Требуется: а) найти величину минимально приемлемого для арендодателя размера годового арендного платежа R_{min} , если в своих оценках он использует

ставку сравнения i ; б) составить уравнение, из которого рассчитывается норма доходности (IRR) для арендодателя, если арендатор согласился на величину платежа $R > R_{min}$; в) записать формулу прироста (Δ) внутренней нормы доходности в условиях п. «б» по сравнению с п. «а».

5. Предприятию для производственных нужд необходим актив стоимостью P руб., который предполагается использовать в течение T лет. Требуемую сумму P можно получить в кредит под ставку i на срок, равный периоду эксплуатации актива T . Для простоты предположим, что заем берется на T лет на условиях его погашения равными процентами $\Pi = iP$. Стоимость этого актива будет списана в течение данного срока по прямолинейному методу. С другой стороны, фирма может получить актив в аренду на T лет, выплачивая в конце каждого года Λ руб. Согласно принятым правилам, лизинговые платежи Λ и расходы на амортизацию A вычитаются из налогооблагаемой прибыли. В предлагаемой задаче считается, что то же правило имеет место и относительно процентных выплат Π (что не всегда соответствует российскому налоговому законодательству). Отнесение этих затрат на себестоимость, так называемый налоговый щит, снижает размер налогооблагаемой прибыли и дает налоговую экономию, которую необходимо учитывать в оценках денежных потоков для покупателя и в случае аренды. Определить денежные потоки, необходимые для анализа целесообразности того или иного варианта при условии, что ставка налога на прибыль равна τ .

6. Известный из финансового менеджмента эффект финансового рычага равен приросту рентабельности активов (r_A) благодаря привлечению заемного капитала ($ЗК$), несмотря на его платность ($r_{ЗК}$). Согласно этому свойству эффективность собственного капитала ($ЭСК$) при использовании заемного меняется в соответствии со следующей формулой:

$$ЭСК = r_A + (r_A - r_{ЗК})(ЗК/СК).$$

Допустим, что проект финансируется частично за счет заемного капитала, т. е. инвестиции I включает как собственные средства $I_{СК}$, так и заемные $I_{ЗК}$:

$$I = I_{СК} + I_{ЗК}$$

Тогда рентабельность проекта по собственному капиталу отличается от рентабельности проекта по общему объему инвестиций на величину эффекта финансового рычага (ЭФР):

$$\frac{NPV_{СК}}{I_{СК}} = \frac{NPV_{ПР}}{I} + \left(\frac{NPV_{ПР}}{I} + \frac{NPV_{ЗК}}{I_{ЗК}} \right) \cdot \frac{I_{ЗК}}{I_{СК}}$$

Требуется: а) доказать эту формулу; б) определить ЭФР при совпадении кредитной ставки со ставкой сравнения; в) показать, что доказанная формула приводится к следующей зависимости между индексами рентабельности потоков по проекту и займу:

$$\frac{PV_{СК}}{I_{СК}} = \frac{PV_{ПР}}{I} + \left(\frac{PV_{ПР}}{I} - \frac{PV_{ЗК}}{I_{ЗК}} \right) \cdot \frac{I_{ЗК}}{I_{СК}}, \frac{I_{ЗК}}{I_{СК}}$$

где $PV_{ПР}$, $PV_{ЗК}$ — текущие стоимости потоков отдачи и срочных уплат; г) записать ограничение на допустимый объем заимствования $I_{ЗК}$ при следующих условиях:

- индекс рентабельности проекта превышает единицу;
- при действующих кредитных ставках дифференциал рычага отрицателен;
- минимально допустимый индекс рентабельности собственного капитала равен d .

7. Разрабатывается инвестиционный проект производства нового продукта. Его разработчики исходят из доступного для инвестиций объема финансирования I . Проект рассчитан на срок n . Руководство фирмы требует обеспечить доходность j планируемых вложений. Определить: а) какой для этого нужно обеспечить минимальный ежегодный доход R ; б) условие реализуемости проекта при следующих исходных данных: p , c — цена и себестоимость одного изделия, V — объем производства (шт.), h — норма амортизации, η — ставка налога на прибыль.

8. Продавец продал товар, получив в уплату несколько векселей (портфель векселей), каждый из которых выдан на сумму V . Сроки оплаты (погашения) этих

векселей наступают через равные промежутки времени p раз в год в течение n лет. Продавец учитывает в банке все эти векселя одновременно сразу после их получения по простой учетной ставке d . Требуется:

- найти сумму Q , которую выплатит банк, учитывая эти векселя;
- опираясь на показатель IRR , составить уравнение для определения доходности этой финансовой операции для банка;
- рассчитать доходность учета этих векселей, определяя ее годовой ставкой i сложных процентов, начисляемых раз в год.

3. «Жизненные задачи» задачи

1. Фирма, выпускающая спортивные товары, намеревается освоить производство нового тренажера, емкость рынка тренажеров подобного типа оценивается в 1,1 млн ед., а доля фирмы прогнозируется на уровне 10%. Ожидается, что тренажер будет продаваться по цене 400 ден. ед., переменные издержки на одно изделие составят 360 ден. ед., а фиксированные затраты нового производства будут равны 2 млн ден. ед. Определить поток наличности по проекту при следующих исходных данных:

- начальные инвестиции в оборудование $I = 17,6$ млн ден. ед.;
- норма амортизации — 0,1;
- суммарная налоговая нагрузка по отношению к прибыли — 50%;
- период отдачи от проекта — 10 лет;

- найти характеристику NPV проекта при ставке дисконтирования $i = 6\%$. Какое решение примут менеджеры фирмы по данному проекту?
- как должна измениться цена продажи тренажера, чтобы менеджеры приняли противоположное решение?

2. Предприниматель Кирилл Петров накопил 7000 долл., чтобы приобрести станок для производства бирюлек. Ежегодные денежные выгоды от его использования одинаковы и равны 1000 долл. В качестве альтернативы им рассматривается валютный депозит под годовую ставку 6%. Сколько полных лет должен

составлять жизненный цикл этого станка, чтобы его приобретение было по крайней мере приемлемым?

3. Действующий универмаг будет продолжать неограниченно долго приносить 200 тыс. долл. ежегодного дохода. Новый, модернизированный универмаг, построенный вместо старого, обойдется в 1 млн долл. и, как ожидается, будет стоить вечно и давать 25% прибыли. Следует ли принимать этот проект, если стоимость денег для инвестора 10%?

Примечание. Решить задачу двумя способами: а) на основе сравнения двух вариантов: «с проектом — без проекта»; б) на основе анализа относительного денежного потока (денежные потоки от нового универмага минус потоки от старого универмага).

4. Компания «Домстрой» собирается вложить 15,552 млн долл. в строительство жилого дома. У нее имеются два проекта: А и Б. По проекту А дом строится в две очереди, первая очередь даст за 1-й год 10 млн долл. дохода. В течение 2-го года строится вторая очередь, затраты на которую равны доходам от первой очереди. В конце 3-го года инвестор получит 10 млн долл. дохода. По проекту Б сразу строятся обе очереди дома и доход инвестор получит только в начале 4-го года в размере 22,1 млн долл. Определить: а) денежные потоки по проектам А и Б. Вычислить NPV каждого из них при $r = 0\%$, $r = 5\%$, $r = 10\%$, $r = 20\%$. При каких значениях r компании следует предпочесть проект А, при каких — проект Б? б) величину ставки r , при которой проекты, сравниваемые по критерию NPV , равно выгодны; в) IRR каждого проекта; г) какой из этих проектов выгоднее в точке Фишера.

5. Компания с капитальным бюджетом 490 тыс. долл. формирует программу капитальных вложений. Допустим, что цена капитала компании (ставка сравнения) равна 10%. Числовые характеристики имеющихся независимых проектов приведены в таблице:

Проект	Требуемые инвестиции, долл.	Приведенная стоимость потока отдачи, долл.	Внутренняя доходность, % IRR
A	50000	116000	20
B	120000	183000	18
C	110000	147000	16
D	100000	126000	15
E	130000	171000	14
F	90000	103000	12
G	80000	66000	8

Требуется: а) исключить заведомо непригодные проекты; б) решить задачу отбора наилучшей из оставшихся проектов группы методом ранжирования инвестиций с помощью внутренней нормы доходности (*IRR*); в) отобрать наилучшую группу проектов, применяя для их ранжирования показатель чистой текущей стоимости (*NPV*); г) воспользоваться оптимизационным подходом. Для этого построить модель оптимального по критерию *NPV* выбора в виде задачи двоичного линейного программирования и решить ее; д) сравнить решения, полученные разными способами.

6. Компания имеет земельный участок, рыночная стоимость которого оценивается в 45 млн руб. На этом участке в течение года может быть построена гостиница. В первый год ее эксплуатации будет получена прибыль в 4 млн руб.; в течение последующих 3 лет ожидается рост прибыли на 2 млн руб. ежегодно, а в дальнейшем она меняться не будет. Затраты на сооружение и ввод гостиницы составляют 10 млн руб.; ставка кредита — 12% (собственных свободных капиталов компания не имеет), и он может быть предоставлен на срок не более 4 лет. Руководство компании рассматривает два возможных варианта использования земельного участка: его продажу или строительство и эксплуатацию гостиницы в течение 20 лет. Какой из них будет выбран, если ставка процента по альтернативному вложению равна 10%?

7. Фирма «Евро уют» намерена инвестировать 15 млн руб. (15000 тыс. руб.) в оборудование и производить строительные материалы, которые в настоящее время пользуются повышенным спросом. Срок эксплуатации данного оборудования — 4 года; износ на него начисляется по методу равномерной (линейной)

амортизации с нормой 25% в год. Выручка от реализации продукции прогнозируется в 1-м году - 7,2 млн долл. (72000 тыс. руб.), последующий ежегодный прирост составляет 5, 12 и 5% соответственно. Текущие расходы по годам оцениваются следующим образом: 2 млн долл. (2000 тыс. руб.) в 1-й год эксплуатации с последующим ежегодным ростом на 7, 5, 8% соответственно. Ставка налога на прибыль составляет 24%, а цена капитала — 15%. Требуется оценить выгодность планируемого мероприятия и представить результаты в виде таблицы:

Показатель	Год				
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й
Объем реализации		7200			
Текущие расходы		2000			
Амортизация					
Налогооблагаемая прибыль					
Чистая прибыль					
Денежный поток по проекту					
Критерии оценки проекта	NPV	$T_{ок}$	PI	IRR	

8. Компании «Модуль» для производственных нужд необходимо оборудование стоимостью 3 млн руб. Это оборудование будет служить только 5 лет перед отправкой его на свалку. Необходимую для покупки сумму можно занять до окончания срока эксплуатации требуемого актива под 10% годовых. Согласно требованиям банка заем должен быть погашен равными процентами с выплатой основного долга в конце 5-го года. Тем временем представитель производителя указала, что они могут сдать оборудование в финансовый лизинг на условиях пяти равных платежей по 825000 руб. в конце каждого года. Фирма платит налог на прибыль по ставке 24% и начисляет износ на оборудование по методу линейной амортизации. Менеджер фирмы должен принять решение, как поступить: взять кредит и купить оборудование или арендовать. Для определения более выгодного варианта он рассчитал оценки денежных потоков в случае покупки и лизинга и выбрал более дешевый вариант. Чему равны эти оценки и какое решение принял менеджер?

9. Предприятие «Дютем» собирает редукторы. В настоящее время его генеральный директор пытается решить вопросы технического развития и рассматривает целесообразность приобретения новой технологической линии. На рынке имеются две модели со следующими параметрами:

Параметр	Модель 1	Модель 2
Цена, тыс. долл.	9500	13000
Годовой доход, тыс. долл.	2100	2250
Срок эксплуатации	8 лет	12 лет
Ликвидационная стоимость, тыс. долл.	500	800
Требуемая норма прибыли, %	11	11

Обосновать целесообразность приобретения той или иной технологической линии.

10. Коммерческой организации «Спектр» представлены два варианта приобретения нового оборудования, которые характеризуются следующими показателями:

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
Единовременные капитальные вложения, тыс. руб.	4310	5310
Текущие затраты (расходы на электроэнергию, техническое обслуживание и эксплуатацию оборудования), тыс. руб.	3240	5728
Производительность оборудования, шт./смену	13	22

Принятый в этой организации норматив эффективности капиталовложений установлен на уровне 15%. Требуется выбрать наиболее экономичный вариант вложения средств.

4. Тесты

1. Промышленная компания по производству подъемного оборудования решила построить новый цех для выпуска малых подъемников. С учетом прогнозируемого спроса годовой объем производства планируется на уровне 5000 подъемников, а требуемые инвестиции — 500 тыс. ден. ед. Себестоимость одного подъемника оценивается в 5 ден. ед. Допустим для простоты, что компания освобождена от налогов. Считая, что оборудование служит вечно, а условия

производства меняться не будут, найдите конкурентную цену за единицу выпускаемого оборудования при условии, что альтернативная стоимость капитала — 10%.

Варианты ответов:

- 1) 5 ден. ед.;
- 2) 10 ден. ед.;
- 3) 15 ден. ед.;
- 4) 13 ден. ед.

2. Фирма рассматривает возможность покупки станка за 100 тыс. ден. ед. Станок имеет 5-летний срок службы, после этого он не имеет ценности даже в качестве металлолома. Президент компании ожидает, что внедрение станка увеличит чистый годовой доход компании на 20 тыс. ден. ед. в течение всего срока его службы. Вы посоветовали бы покупать станок, если процентная ставка находится:

Варианты ответов:

- 1) между 7 и 10%;
- 2) между 3 и 7%;
- 3) между 3 и 1%;
- 4) равна 0?

3. Сегодняшняя ценность (приведенная стоимость) инвестиционного проекта — это:

Варианты ответов:

- 1) сумма, которая, будучи помещена в банк, вырастет за определенный период до искомой величины;
- 2) сумма чистых поступлений по проекту;
- 3) сумма приведенных к настоящему времени будущих чистых доходов;
- 4) сумма инвестиций по проекту;
- 5) сумма приведенных к настоящему времени оттоков денежных средств (инвестиций).

4. При оценке инвестиционного проекта по показателю чистой приведенной стоимости поток денежных средств от основной деятельности принимается в расчет...

Варианты ответов:

- 1) по выручке от реализации;
- 2) по прибыли без налога на прибыль с учетом амортизационных отчислений;
- 3) по прибыли за вычетом налога на прибыль;
- 4) по прибыли без налога на прибыль с учетом изменения величины рабочего капитала (собственных оборотных средств) против предыдущего года.

5. Ставку процента в формуле чистой приведенной стоимости инвестиционного проекта обычно называют...

Варианты ответов:

- 1) предельными издержками;
- 2) текущими издержками;
- 3) инвестиционными издержками;
- 4) альтернативными издержками;
- 5) издержками риска.

6. Фирма в прошлом году израсходовала 20 млн руб. на сооружение нового корпуса, 6 млн - на закупку сырья и материалов в будущем корпусе, 8 млн — на капитальный ремонт старых корпусов. Каков был у этой фирмы объем инвестиций?

Варианты ответов:

- 1) 34;
- 2) 20;
- 3) 28;
- 4) 26.

7. Проекты Λ и Ω предусматривают одинаковые расходы и имеют одинаковую внутреннюю норму доходности, которая превышает альтернативные издержки. Потоки денежных средств у проекта Λ больше потоков денежных средств про-

екта Ω , но возникают позже. Какой из проектов имеет более высокую чистую приведенную стоимость?

Варианты ответов:

- 1) Λ ;
- 2) Ω ;
- 3) приведенные стоимости совпадают;
- 4) исходной информации для однозначного ответа недостаточно.

8. Фирма предполагает взять банковскую ссуду на строительство нового предприятия. Годовая ставка процента составляет 18%, ожидаемая норма прибыли определена в 20%. При этих условиях фирма...

Варианты ответов:

- 1) не будет строить новое предприятие;
- 2) будет строить новое предприятие;
- 3) несмотря на убыток, решит строить предприятие;
- 4) не сможет принять решение на основе имеющейся информации;
- 5) такая ситуация не может иметь места.

9. Решая вопрос об инвестициях, фирмы принимают во внимание...

Варианты ответов:

- 1) номинальную процентную ставку;
- 2) реальную процентную ставку;
- 3) номинальную процентную ставку за вычетом реальной ставки процента;
- 4) только другие, не указанные выше факторы;
- 5) реальную ставку процента за вычетом номинальной.

10. Для оценки инвестиционного проекта применяют ставку дисконтирования, равную кредитной ставке, и не учитывают налогов. Как изменится показатель чистой приведенной стоимости проекта (NPV) при переходе от 100%-го инвестирования собственного капитала ($I = CK$) к частичному или полному финансированию проекта заемным капиталом ($I = CK + ZK, ZK > 0$)?

Варианты ответов:

- 1) возрастет;
- 2) снизится;
- 3) не изменится;
- 4) для ответа требуются дополнительные сведения.

11. NPV денежного потока по проекту положительна при ставке дисконтирования i , равной проценту по заемному капиталу. Применяемая кредитная ставка меньше, чем ставка сравнения i . Это означает, что:

Варианты ответов:

- 1) NPV денежного потока по акционерному (собственному) капиталу меньше NPV денежных потоков по проекту;
- 2) NPV денежного потока по акционерному (собственному) капиталу больше NPV денежных потоков по проекту;
- 3) IRR денежного потока по акционерному (собственному) капиталу больше IRR денежного потока по проекту;
- 4) IRR денежного потока по акционерному (собственному) капиталу меньше IRR денежного потока по проекту.

12. Имеется два инвестиционных проекта на 4 года с объемом первоначальных инвестиций 1000 тыс. руб. каждый. Распределение чистых доходов, тыс. руб., от проектов по годам выглядит следующим образом.

Проект	Год			
	1-й	2-й	3-й	4-й
А	500	500	500	500
Б	100	300	500	1100

Какой из проектов выгоднее для инвестора:

- 1) проект А;
- 2) проект Б;
- 3) одинаковы.

13. Анализируемый по ставке сравнения i проект имеет нулевую оценку чистого дисконтированного дохода ($NPV = 0$). В этом случае...

Варианты ответов:

- 1) внутренняя норма доходности больше, чем ставка сравнения ($IRR > i$);
- 2) ставка сравнения и внутренняя норма доходности одинаковы;
- 3) проект не окупится;
- 4) длительность проекта превышает срок его окупаемости;
- 5) индекс рентабельности проекта равен единице;
- 6) проект следует отвергнуть;
- 7) для принятия решения об инвестировании в проект нужна дополнительная информация.

14. Компания «Домстрой» собирается вложить 15,552 млн долл. в строительство жилого дома. У нее имеются два проекта: А и Б. По проекту А дом строится в две очереди: первая очередь даст за 1-й год 10 млн долл. дохода. В течение 2-го года строится вторая очередь, затраты на которую равны доходам от первой очереди. В 3-м году инвестор получит 10 млн долл. дохода. По проекту Б сразу строятся обе очереди дома и доход инвестор получит только в 3-м году в размере 22,1 млн долл. Как зависит выбор варианта от применяемой ставки дисконтирования $r = 5\%$ или $r = 10\%$ и используемых оценок: NPV и IRR .

Варианты ответов:

- 1) при значении $r = 5\%$ компании следует предпочесть проект Б;
- 2) при значении $r = 10\%$ следует выбрать А;
- 3) проект А выгоднее Б независимо от ставки $r = 5\%$ или $r = 10\%$;
- 4) при значении $r = 10\%$ выбор не зависит от используемого критерия;
- 5) при значении $r = 5\%$ проект А доминирует по обоим критериям;
- 6) при значении $r = 10\%$ оценки NPV и IRR согласованны.

15. Оценить уровень эффективности проекта с двухлетним сроком реализации, если инвестиционные затраты составляют 590 тыс. руб., дисконтная ставка —

10%, величина чистого денежного потока за 1-й год — 220 тыс. руб., за 2-й год — 484 тыс. руб.:

Варианты ответов:

- 1) убыточный проект;
- 2) проект с низким уровнем эффективности;
- 3) проект с высоким уровнем эффективности.

16. Допустим, что начало реализации проекта «депозитного типа» откладывается на 1 год. Как изменятся его характеристики NPV , IRR и рентабельности (P), оцениваемые по отношению к текущей дате:

Варианты ответов:

- 1) не изменятся;
- 2) уменьшатся;
- 3) NPV , IRR уменьшатся, рентабельность возрастет;
- 4) NPV станет меньше, IRR и рентабельность не изменятся.

Решения и ответы

Расчетные задачи

1. Оборудование А покупать выгоднее.

Решение: Согласно содержанию задачи, предприятие, выбирая вариант А, может реинвестировать получаемый по этому варианту доход в повторное приобретение того же самого оборудования. Рассматривая первый проект как повторяющийся, приходим к следующему потоку \tilde{A} за три года: (0,-10), (1,2), (2,2), (3,12) с величиной $NPV_{\tilde{A}} = 3,09$. Для проекта Б показатель $NPV_B = 2,88$. Так как $NPV_{\tilde{A}} > NPV_B$, то выгоднее покупать оборудование А, несмотря на то, что $NPV_{\tilde{A}} = 1,11 < NPV_B = 2,88$.

2. Следует выбрать проект Б.

Решение: $NPV_A \approx 114$, $IRR_A \approx 0,24$, $P_A = 0,53$, проект А окупается в течение 6-го года; $NPV_B \approx 126$, $IRR_B \approx 0,22$, $P_B = 0,56$, проект Б окупается в течение 6-го года. При принятой ставке дисконтирования сравниваемые варианты почти равноценны, тем не менее проект Б предпочтительнее (он лучше по двум критериям: NPV и рентабельности).

3. а) $NPV = 97$ ден. ед.; б) $IRR = 19,52\%$.

4. Проект А лучше по внутренней норме доходности, но хуже, если устранить временную несопоставимость проектов, по показателю чистого приведенного дохода.

Решение: Чтобы упростить расчеты, применим метод бесконечного цепного повтора сравниваемых проектов А и Б, что не повлияет на результаты сравнения. На каждом периоде повторяемый проект заменим одним платежом в начале периода, равным характеристике NPV однократного проекта. В результате приходим к сравнению двух бессрочных аннуитетов с платежами $NPV(A) = 178,443$, соответственно $NPV(B) = 176,380$ и периодами (временными интервалами между соседними платежами) $T_A = 5$ и $T_B = 6$. Сопоставим эти аннуитеты по показателю современной величины,

которая равна суммарному NPV повторяющегося потока. Для аннуитета периодичности r и платежом R при годовой ставке сложного процента i современная величина определяется формулой

$$A = \frac{R(1+i)^r}{(1+i)^r - 1}$$

Отсюда для повторяющихся проектов будем иметь:

$$NPV(\tilde{A}) = \frac{178,44}{1 - (1+0,1)^{-5}} \approx 460,17; \quad NPV(\tilde{B}) = \frac{176,38}{1 - (1+0,1)^{-6}} \approx 465,29.$$

Вычисляя в Excel, найдем $IRR(A) = 31,32\%$; $IRR(B) = 25,27\%$. Отсюда следует, что проект А лучше по внутренней норме доходности, но хуже, если устранить временную несопоставимость проектов, по показателю чистого приведенного дохода: $460,17 < 465,29$.

5. $NPV = 15\ 000$ долл.; рентабельность - 150%; $IRR = 20\%$; статический показатель срока окупаемости $T_{ок}^{стат} = (10000/2000) = 5$ лет; с учетом дисконтирования вложение окупится через 7 лет, что превышает статический показатель на 2 года.
6. Если $0 < r < 17,5\%$, то оба проекта приемлемы, но проект Б предпочтительнее; если $17,5\% < r < 44,5\%$, то оба проекта приемлемы, однако предпочтительнее уже проект А; если $r > 44,5\%$, то проект А все еще приемлем, а проект Б должен быть отвергнут.
- 7.

Денежные потоки	Период		NPV (7%)	IRR, %
	0	1		
По проекту	-10000	10800	93,46	8
Заемного капитала	2000	-2120	18,69	6
Акционерного капитала	-8000	8680	112,15	8,5

8. $R_{min} \approx 3154,7$.
9. а) окупит; б) не окупит; в) не окупит.

10. $I_0 = 150$, $E_i = 30$, $i = 1, 2, \dots, 10$; $NPV \approx 34,3$; $IRR = 15,1\%$; с учетом дисконтирования проект окупается в течение 7-го года реализации.

11. Выгодной является эксплуатация инвестиционного объекта в течение 4 лет.

Продолжительность проекта, n , лет	5	10	20	40	∞
Максимально приемлемый срок окупаемости, $T_{ок}^{max}$, лет	3,79	6,14	8,51	9,78	10

12.

13. Для нулевого значения χ внутренняя норма доходности не определена: нет капиталовложений. Поскольку в этом случае уравнение для $IRR_{ск}$ всегда имеет нулевой корень $x = 1/(1 + IRR_{ск}) = 0$, можно считать, что показатель $IRR_{ск}$ денежных потоков по собственному капиталу равен бесконечности;

б) если только $NPV_{ск} > 0$ при ставке дисконтирования, равной проценту по заемному капиталу, то внутреннюю норму доходности можно увеличить, используя еще больше заемного капитала. То же относится и к $NPV_{ск}$, но уже при условии, что ставка дисконтирования больше кредитной, если меньше, будет наоборот;

в) данный вопрос не предусматривает однозначного ответа и носит дискуссионный характер.

14. От проекта следует отказаться, поскольку за ставку сравнения следует принять цену капитала после уплаты налога: $i = (1 - 0,34) \cdot 6\% = 3,96\% = 0,0396$. Денежный доход по проекту после уплаты налогов будет равен $E_1 = (1 - 0,34)(1050 - 1000) + 1000 = 1033$, где $0,34 \cdot 1000 = 340$ — налоговая льгота по амортизации. Преобразовав исходный денежный поток к посленалоговому виду ($-1000; 1033$), найдем его $NPV = -6,35 < 0$; $IRR = 3,3\% < 3,96\%$.

15. Для решения следует сравнить расширенные проекты A' , B' , отвечающие трех- и двукратному повторению базовых вариантов А и Б:

A'	-100	50	-30	50	-30	50	70
B'	-100	30	40	-40	30	40	60

$NPV_A' \approx 8,3$, $NPV_B' \approx 9,5$. Таким образом, при возможности повторных инвестиций в пределах общего 6-летнего срока следует выбрать проект Б. Тот же ответ можно получить, сравнив по величине текущей стоимости два аннуитета: с тремя платежами $NPV_A = 3,3$ в начале каждого двухлетнего периода и соответственно двумя платежами $NPV_B = 5,4$, через 3 года. Очевидно, что для первой ренты ставка приведения равна $j_1 = (1 + 0,1)^2 - 1 = 0,21$, а для второй - $j_2 = (1 + 0,1)^3 - 1 = 0,33$.

Теоретические задачи

1. Проект можно принять при неотрицательном значении NPV.

а) Так как показатель NPV проекта неотрицателен, то согласно условиям задачи $-I + E \cdot \alpha(n;i) \geq 0$. Преобразовывая, получим:

$$I/E \geq \alpha(n;i) = (1 - (1 + i)^{-n})/i,$$

и по определению периода окупаемости имеем $T_{ок} = I/E \geq T_{ок}^{max} = \alpha(n;i)$.

б) Допустим, что расчетное значение простого периода окупаемости превышает величину $\alpha(n;i)$. Из доказательства в п. «а» вытекает, что чистый приведенный доход такого проекта отрицателен и его следует отвергнуть.

2. $NPV_B = \alpha \cdot \frac{(1 - \gamma^{nk})}{(1 - \gamma^n)}$, $\gamma = \frac{1}{(1 + i)}$; $IRR_B = \rho$.

3. $I = R \cdot \alpha(n;i)$, $NPV = 0$, $NFV = 0$, $IRR = i$, $T_{ок} = n$, показатели доходности: рентабельность P и индекс рентабельности PI равны 0 и соответственно 1.

4. а) $R_{min} = [P - S/(1 + i)^n]/\alpha(n; i)$ (сдача оборудования в аренду является своеобразным инвестиционным процессом с капитальными затратами

в натурально-вещественной форме и доходами в виде арендных поступлений); б) $R \cdot \alpha(n, IRR) = P - S/(1 + IRR)^n$; в) $\Delta = IRR - i$.

5. Отдача для варианта покупки:

$$E_t = E^{(n)} = (1 - \tau)(D - C) + \tau A + \tau \Pi - \Pi, i = 1, 2, \dots, T - 1; E_m = E - P,$$

а в случае лизинга:

$$E_t = E^{(n)} = (1 - \tau)(D - C) + \tau A - A,$$

где D, C - доход и связанные с его получением затраты.

В обоих случаях результаты использования актива ($D - C$) одинаковы. Это позволяет задачу выбора свести к сравнению потоков затрат, связанных со способом финансирования: $Z_t = (1 - \tau)\Pi - \tau A, t = 1, 2, \dots, T - 1; Z_m = (1 - \tau)\Pi - \tau A + P$ - для покупки и $Z_t = (1 - \tau)A, t = 1, 2, \dots, T - 1$ - для аренды. Если современная величина первого потока будет меньше ($PV_{\text{покупка}} < PV_{\text{лиз}})$, то имущество необходимо купить, в противном случае - арендовать.

6. а)

$$\begin{aligned} \frac{NPV_{\text{СК}}}{I_{\text{СК}}} &= \frac{NPV_{\text{ПР}}}{I} \cdot \frac{(I_{\text{ЗК}} + I_{\text{СК}})}{I_{\text{СР}}} + \frac{NPV_{\text{ЗК}}}{I_{\text{ЗК}}} \cdot \frac{I_{\text{ЗК}}}{I_{\text{СК}}} = \\ &= \frac{NPV_{\text{ПР}}}{I} + \left(\frac{NPV_{\text{ПР}}}{I} + \frac{NPV_{\text{ЗК}}}{I_{\text{ЗК}}} \right) \cdot \frac{I_{\text{ЗК}}}{I_{\text{СР}}}. \end{aligned}$$

Согласно принятой терминологии отношение $I_{\text{ЗК}}/I_{\text{СК}}$ - плечо рычага, а $(NPV_{\text{ПР}}/I + NPV_{\text{ЗК}}/I_{\text{ЗК}})$ — его дифференциал;

б) ЭФР = $(NPV_{\text{ПР}}/I) \cdot (I_{\text{ЗК}}/I_{\text{СК}})$.

в) вывод основан на следующих соотношениях:

$$NPV_{\text{ПР}} = -I + PV_{\text{ПР}};$$

$$NPV_{\text{ЗК}} = -I_{\text{ЗК}} + PV_{\text{ЗК}};$$

$$NPV_{\text{СК}} = NPV_{\text{ПР}} + NPV_{\text{ЗК}}.$$

$$\text{г) } \frac{PV_{\text{ПР}}}{I} + \left(\frac{PV_{\text{ПР}}}{I} - \frac{PV_{\text{ЗК}}}{I_{\text{ЗК}}} \right) \cdot \frac{I_{\text{ЗК}}}{I_{\text{СК}}} \geq d.$$

7. а) $R = I/\alpha(n; j) = j \cdot I/[1 - (1 + j)^{-n}]$; б) $(1 - \eta) \cdot (pV - cV - hl) + hl \geq R$.

8. а) пронумеруем векселя в порядке очередности их погашения: $m = 1, 2, \dots, np$. За вексель k , погашаемый через k/p часть года, банк выплачивает сумму $Q_k = V(1 - kd/p)$. Выплачиваемая банком за весь портфель векселей сумма составит:

$$Q = \sum_{k=1}^{np} Q_k = V \sum_{k=1}^{np} (1 - \frac{kd}{p}) = V(np - \frac{d}{p} \cdot \sum_{k=1}^{np} k) = Vnp(1 - \frac{d}{p} \cdot \frac{1+np}{2});$$

б) погашая эти векселя, банк получает p -срочную постоянную ренту длительности n с платежом V . Рассматривая эти поступления и затраты Q в терминах инвестиционного проекта, придем к следующему уравнению для отыскания внутренней нормы доходности с периодом начисления $1/p$:

$$-Q + V \cdot \sum_{k=1}^{np} (1 + IRR)^{-k} = 0.$$

Для достаточно больших значений np можно воспользоваться приближенным равенством: $-Q + V / IRR = 0$. Откуда $IRR \approx V/Q$, и для годовой доходности будем иметь $i_{\text{год}} = pV/q$ для простого процента и $r_{ef} = (1 + V/q)^p - 1$ в случае сложных процентов;

в) текущая стоимость получаемой банком p -срочной ренты с ежегодным начислением процентов составляет:

$$A = V \cdot \frac{1 - (1+i)^{-n}}{(1+i)^{1/p} - 1} \cdot -k$$

Приравняв ее выплате Q , получим уравнение для определения доходности i .

«Жизненные» задачи

1. а) для удобства решения данной задачи полезно заполнить таблицу (жирный шрифт)

$NPV(6\%) = -2,291$ млн ден. ед. Менеджеры отклонят проект;

№ п/п	Показатель	Год	
		0-й	1 – 10-й
1	Инвестиции	17600000	
2	Доход	44000000 (44)	
3	Переменные издержки	39600000 (39,6)	
4	Фиксированные издержки	2000000 (2)	
5	Амортизация	1760000 (1,76)	
6	Прибыль до налогов (стр. 1 –		
7	стр. 2 -стр. 3 – стр. 4)	640000 (0,64)	
8	Налоги	320000 (0,32)	
9	Чистая прибыль (стр. 5 – стр. 6)	320000 (0,32)	
	Поток отдач (стр. 4 + стр. 7)	2080000 (2,08)	
	Денежный поток по проекту	- 17,6	2,08

б) условие целесообразности проекта в зависимости от уровня цены p имеет следующий вид:

$$55p \cdot \alpha(10; 6\%) - 19920 \cdot \alpha(10; 6\%) \geq 17600.$$

Откуда следует, что при $p \geq 406$ ден. ед. проект становится выгодным.

- Для определения неизвестного периода воспользуемся неравенством: $\alpha(x; 6\%) \geq 7$. Откуда $x \geq 9,35$, и, следовательно, срок эксплуатации этого станка должен составлять, по крайней мере, 10 лет; тогда его приобретение целесообразно.
- а) $ТС(\text{действующий}) = 2$ млн долл. $>$ $ТС(\text{новый}) = NPV(\text{новый}) = 1,5$ млн долл. Вывод — не строить;
 б) Относительный денежный поток: — 1 млн долл., 50 тыс. долл., неограниченно долго; $NPV(\text{новый} — \text{старый}) = —500$ тыс. долл., следовательно, строительство нового универмага - неприемлемый инвестиционный проект.
- а) Решение соответствует таблице:

Проекты	Год				Чистый приведенный доход, тыс. долл.			
	0-й	1-й	2-й	3-й	NPV (0%)	NPV (5%)	NPV (10%)	NPV (20%)
А	-5552	10000 -10000	0	10000	4448	3086,38	1961,15	235,04
Б	-15552	0	0	22100	6548	3538,81	1052,06	-2762,65

б) проекты равно выгодны по критерию NPV при $r \approx 6,56\%$;

в) $IRR_A = 21,67\%$, $IRR_B = 12,43\%$;

г) в точке Фишера проект А выгоднее, чем проект Б.

5. а) проект G следует исключить из множества допустимых вариантов: $NPV(G) = -14000$, $IRR(G) = 8\% <$ цены капитала = 10% ; б), в), г) таблица результатов отбора разными способами (вошедшие в программу проекты выделены жирным шрифтом);

Проект	IRR (п. «б»), %	NPV (п. «в»)	Оптимизация (п. «г»)
A	20	66000	A
B	18	63000	B
C	16	37000	C
D	15	26000	D
E	14	41000	E
F	12	13000	F

д) сравним решения по показателю NPV , остатку ресурсов и значениям рентабельности:

Показатель	П. «б»	П. «в»	П. «г»
NPV программы	205000	207000	209000
Остаток капитала	20000	80000	нулевой
Рентабельность программы, %	43,6	50,4	42,6

Пусть остаток капитала инвестируется под ставку 10% , совпадающую с ценой капитала. NPV такого вложения равен нулю. Естественно считать, что подобное мероприятие входит в программу инвестирования. Тогда для пунктов «б» и «в» рентабельности будут равны $41,8$ и $42,2\%$ соответственно. Отсюда вытекает, что оптимизация дает наилучший вариант как по NPV , так и по рентабельности.

6. Составим таблицу денежных потоков:

Денежные потоки	Год					
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й	5-20-й
Проект	-10	0	4	6	8	10
Кредит	10	0	4	6	3,9976	0
Результирующий	0	0	0	0	4,0024	10

Приведенная стоимость (ПС) чистых поступлений (проект - кредит) получается дисконтированием результирующего потока по ставке 0,1: $ПС = 80,2155 \cdot 1,1^{-3} = 60,267$. Эта сумма превышает стоимость участка на 15,267 млн руб., поэтому следует выбрать строительство гостиницы.

7.

Показатель	Год				
	0-й	1-й	2-й	3-й	4-й
Объем реализации		7200	7560	8467,2	8890,52
Текущие расходы		2000	2140	2247	2426,76
Амортизация		3750	3750	3750	3750
Налогооблагаемая прибыль		1450	1670	2470,2	2713,8
Чистая прибыль		1102	1269,2	1877,352	2062,488
Денежный поток по проекту	-15000	4852	5019,2	5627,352	5812,488
Критерии оценки проекта	NPV 37,751	Ток Проект окупится в течение 4-го года		PI 1,0025	IRR 15,12%

8. В ответе теоретической задачи 5 показано, что для выбора между покупкой и арендой необходимо сравнить затраты по каждому варианту с учетом налоговой экономии на амортизации, выплате процентов и лизинговых платежах (см. таблицу).

В этом случае $PV_{\text{пок}} = 2418936,972$ ж $PV_{\text{лиз}} = 2530045,266$. Поскольку $PV_{\text{пок}} < PV_{\text{лиз}}$, то лизинг в данном случае дороже, а значит, предпочтительнее покупка.

Данные	Год				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Для анализа целесообразности покупки: затраты на выплату процентов	-300000	-300000	-300000	-300000	-300000
налоговая экономия при выплате процентов	72000	72000	72000	72000	72000
сумма к погашению					-3000000
налоговая экономия на амортизации	144000	144000	144000	144000	144000
суммарный денежный поток	-84000	-84000	-84000	-84000	-3084000
Для анализа целесообразности лизинга: лизинговые платежи	-825000	-825000	-825000	-825000	-825000
налоговая экономия при выплате аренды	198000	198000	198000	198000	198000
суммарный денежный поток	-627000	-627000	-627000	-627000	-627000

9. Вторая модель предпочтительнее.

10. Исходным вариантам отвечают следующие значения приведенных затрат: $W_1 = 3886,5$ тыс. руб. и $W_2 = 6524,5$ тыс. руб. Коэффициент приведения к более производительному оборудованию $K_{пр} = 22/13$. Тогда для первого варианта приведенные затраты в пересчете на тождественный результат (22 шт./смен) составят величину $W_{1\text{корр}} \approx 6577,15$. Так как $W_{1\text{корр}} > W_2$, то более экономичным следует считать второй вариант, у которого приведенные затраты при тождественном результате оказались меньше.

Тесты

1. (3).
2. (4).
3. (3).
4. (4).
5. (4).

6. (4).

7. (1).

8. (2).

9. (2).

10. (3).

11. (2); (3).

12. (1).

13. (2), (5), (7).

14. (1), (2), (3), (6).

15. (2).

16. (4).

Литература

1. Бочаров П.П., Касимов Ю. Ф. Финансовая математика/ П.П. Бочаров, Ю.Ф. Касимов. - М.: Физматлит, 2007. – 576 с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2116/
2. Брусов П. Н. Финансовая математика: Учебное пособие для магистров/ П.Н. Брусов, Т.В. Филатова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 480 с.
ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=363567>
3. Брусов П.Н. Инвестиционный менеджмент: Учебник/ П.Н. Брусов, Н.И. Лахметкина, Т.В. Филатова. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 333 с.
ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=363435>
4. Шарп У. Инвестиции/ У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бейли. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 1028 с.
ЭБС "Знаниум": <http://znanium.com/bookread.php?book=445581>
5. Жихарев В.А. Математика для экономистов в примерах и задачах/ В.А. Жихарев, Р.Ш. Хуснутдинов. – СПб.: Лань, 2012. – 656 с.
ЭБС "Лань": http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4233
6. Чжун К.Л. . Элементарный курс теории вероятностей. Стохастические процессы и финансовая математика/ Ф. АитСахлия, К.Л. Чжун. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 455 с.
ЭБС «Лань»: <http://e.lanbook.com/view/book/50548/>
7. Ширяев А.Н. Вероятность в теоремах и задачах (с доказательствами и решениями). Книга 1/ А.Н. Ширяев, И.Г. Эрлих, П.А. Яськов. – М.: МЦНМО, 2014. – 648 с.
ЭБС «Лань»: <http://e.lanbook.com/view/book/50548/>