

Н. В. Румянцев, Р. Брайер

финансовая математика и ее приложения к теории инвестиций

Донецк
ДонНУ – 2000

ББК 22.17
Р 33
УДК (075.3) 336.01 + 511

Книга издана при финансовой поддержке Программы TACIS TEMPUS T_JEP
№ 10278-96

Румянцев Н.В., Брайер Р. Финансовая математика и ее приложения к теории инвестиций. – Донецк. ДонГУ, 2000. – 227 с.

Книга посвящена описанию методов расчета эффективности инвестиционных проектов и проблеме выбора наилучшего варианта из имеющихся инвестиций (проблема инвестиционного портфеля). В книге имеется большое число практических примеров и задач, на которых объясняется применение расчетных схем. Это облегчает восприятие теоретического материала и делает его доступным для применения в практической деятельности.

Книга предназначена для студентов – магистров экономических специальностей. Она будет также полезна для широкого круга практических работников и специалистов финансовых институтов.

This book is issued under financial support of the program TACIS TEMPUS T_JEP
№ 10278-96

Rumyantsev N., Breyer R. Financial mathematics and its application to the investments theory.- Donetsk, DonSU, 2000.-227 pp.

The methods of estimation efficiency of investment projects and the problem of investment portfolio are described in this book

The book includes many various examples and exercises, which help students to understand basics of the concept. The material is conducted in a strict but accessible and simple for understanding form.

This book is aimed for the students and teachers of economic specialities. It also will be helpful for the specialists of the financial institutes.

Ответственные за выпуск: заведующий кафедрой математики и математических методов в экономике, профессор В.В. Христиановский; координатор проекта, профессор Альфредо Москардини.

Рецензенты: доктор экономических наук, профессор Амитан В.Н.
доктор экономических наук, профессор Петренко В.Л.

© Румянцев Н.В., Брайер Р.
© Донецкий государственный университет

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение.....	3
ГЛАВА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ЦЕННЫХ БУМАГ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ИНВЕСТИЦИЙ	
1.1. Виды ценных бумаг.....	7
1.2. Основные характеристики облигаций и методы расчета их доходности.....	8
1.2.1. Показатели оценки облигаций.....	9
1.2.2. Доходность финансового актива: виды и оценка.....	11
1.5. Дополнительные характеристики облигаций.....	19
1.2.4. Расчет цены облигации с нулевым купоном.....	22
1.2.5. Цена облигации с периодической выплатой процентов без указания срока погашения.....	23
1.2.6. Цена облигации, проценты по которым выплачиваются в момент погашения.....	24
1.2.7. Цена облигации с постоянной периодической выплатой процентов и погашением в один срок.....	25
1.3. Акции и определение их доходности.....	27
1.3.1. Определение цены бессрочной акции.....	29
1.3.2. Оценка цены акции с изменяющимся темпом прироста.....	30
ГЛАВА 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	
2.1. Оценка наличных потоков и классификация проектов.....	33
2.2. Чистая текущая стоимость (NPV).....	39
2.3. Внутренняя ставка дохода.....	46
2.4. Чистая текущая стоимость против внутренней ставки дохода	48
2.4.1. Обычные потоки наличности.....	48
2.4.2. Различия в масштабе инвестиций.....	52
2.5. Расчет индекса рентабельности и коэффициента эффективности инвестиций.....	56
2.5.1. Индекс рентабельности (profitability index -- PI).....	56
2.5.2. Расчет коэффициента эффективности инвестиций (ARR).....	57
2.6. Учет времени потока наличности.....	58
2.7. Реинвестиционные ставки.....	59
2.8. Проблема горизонта.....	63
2.9. Стоимость капитала с переменной ставкой процентов.....	64
2.10. Необычные потоки наличности.....	65
2.10.1. Отсутствие действительного решения.....	65
2.10.2. Случай многих решений.....	67
2.11. Метод определения срока окупаемости.....	69
2.12. Модель отбора инвестиционного проекта по его эффективности с помощью методов NPV, IRR, PI.....	74
2.12. Анализ проектов различной продолжительности.....	79
2.13. Анализ инвестиционных проектов в условиях инфляции.....	81

ГЛАВА 3. ОСНОВЫ АНАЛИЗА РИСКА	
3.1. Сущность понятия риск.....	84
3.2. Финансовые риски.....	89
3.2.1. Риски, связанные с покупкой ценных бумаг.....	91
3.2.2. Инвестиционные риски.....	93
3.3. Измерение риска.....	95
3.3.1. Среднеквадратическая характеристика риска.....	101
3.3.2. Риск разорения.....	102
3.3.3. Показатели риска в виде отношений.....	105
3.3.4. Вероятностные риски.....	106
3.3.5. Двухкритериальная трактовка риска.....	109
3.3.6. Отношение к риску.....	113
3.3.7. Типовые функции полезности дохода.....	116
3.3.8. Функция полезности карты кривых безразличия.....	124
3.3.9. Снижение риска.....	130
3.4. Альтернативные инвестиционные критерии.....	133
3.4.1. Критерий максимального дохода (MRC).....	133
3.4.2. Критерий максимального ожидаемого дохода (MERC).....	134
3.4.3. Критерий максимальной ожидаемой полезности (MEUC).....	136
3.4.4. Альтернативные отношения к риску.....	138
ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.....	143
ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ РИСКА	
4.1. Измерение риска изменчивостью доходов.....	151
4.2. Дисперсия как мера риска.....	152
4.3. Ковариация и коэффициент корреляции.....	154
4.4. Правило средней дисперсии.....	156
4.5. Дисперсия чистой текущей стоимости (NPV) как мера риска.....	158
4.6. Измерение риска коэффициентом вариации.....	159
4.7. Распределение вероятности и кумулятивная функция распределения.....	162
ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.....	167
ГЛАВА 5. ЗАДАЧА ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПОРТФЕЛЕ ЦЕННЫХ БУМАГ	
5.1. Формирование портфеля акций и оценка его доходности.....	174
5.2. Анализ доходности портфеля облигаций.....	183
5.3. Модель задачи оптимизации рискового портфеля.....	185
5.3.1. Модель двухкритериальной оптимизации портфеля инвестора.....	187
5.3.2. Однокритериальная модель эффективного портфеля.....	188
5.3.3. Влияние диверсификации вклада на снижение риска.....	190
5.4. Эффективные портфели из двух активов.....	192
5.4.1. Эффективная траектория для рискового портфеля.....	192
5.4.2. Двувидовой портфель с безрисковой составляющей.....	197

5.5. Задача об эффективном портфеле с безрисковой компонентой.....	199
5.5.1. Вложение в два фонда.....	200
5.5.2. Теорема об инвестировании в два фонда.....	203
5.6. Рыночный портфель.....	205
5.6.1. Определение рыночного портфеля.....	207
5.6.2. Основное уравнение равновесного рынка.....	209
5.6.3. Линия рынка ценных бумаг (Security market line, SML).....	211
5.6.4. Бета вклада.....	212
5.6.5. Альфа вклада.....	215
5.6.6. Линия рынка капитала (Capital market line, CML).....	215
5.6.7. Равновесная цена на идеальном рынке.....	217
5.6.8. Процентная ставка, скорректированная с учетом риска.....	220
5.6.9. О статистическом направлении в CAPM.....	223
Список литературы.....	224

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития рыночных отношений предприятию для нормального и эффективного функционирования необходимо постоянно обновлять оборудование производственных циклов, создавать и расширять новые производственные мощности. Все это обусловит конкурентно - способность и устойчивое развитие предприятия.

Для осуществления этих мероприятий разрабатываются и реализуются инвестиционные проекты. На стадии разработки проект требует предварительного анализа и оценки. Этот процесс для реальных инвестиций является особенно сложным и трудоемким. Проекты проходят экспертизу, результаты которой позволяют получить всестороннюю оценку технической целесообразности, стоимости реализации проекта, эксплуатационных расходов и, наконец, экономической эффективности проекта стандартизации технико-экономических исследований. Если исходить из определения, что инвестирование есть долгосрочное вложение экономических ресурсов с целью создания и получения выгод в будущем, то основной аспект этого вложения заключается в преобразовании собственных и заемных средств инвестора в производительные активы, которые при их использовании создадут новую ликвидность.

С учетом этой характеристики становится очевидным, что экономическая оценка проекта предусматривает оценку и анализ требуемых проектом вложений и ожидаемой отдачи, в том числе будущих чистых выгод, выраженных в финансовых терминах. Термин инвестиции происходит от латинского слова – *investire* – облачать. С финансовой и экономической точек зрения инвестирование может быть определено как долгосрочное вложение экономических ресурсов с целью создания и получения чистой прибыли в будущем, превышающей общую величину инвестиций.

Финансовые инвестиции – вложение денежных средств в акции, облигации и другие ценные бумаги, выпущенные частными и корпоративными компаниями, а также государством. Реальные инвестиции в узком смысле - вложения в основной капитал на прирост материально-производственных запасов. В этом смысле указанное понятие применяется в экономическом анализе и, в частности, используется в системе национальных счетов ООН.

Исходя из задач инвестиционного проекта, реальные инвестиции можно свести в следующие основные группы:

- инвестиции, предназначенные для повышения эффективности производства. Целью этих инвестиций является создание условий для снижения производственных затрат инвестора за счет замены оборудования на более производительное или перемещение производственных мощностей в регионы с более выгодными условиями производства;
- инвестиции в расширение производства. Данные инвестиции преследуют цель расширить объем выпускаемой продукции для уже освоенных рынков сбыта в рамках существующих производств;

- инвестиции в создание новых производств или новых технологий. Подобные инвестиции обеспечивают реконструкцию старых предприятий, создание новых предприятий и направлены на изготовление ранее не выпускаемых, т.е. новых товаров, либо обеспечат для инвестора возможность выхода с ранее уже выпускавшимися товарами на новые рынки;
- инвестиции, обеспечивающие выполнение государственного заказа или другого крупного заказчика.

Приведенная группировка инвестиций обусловлена различным уровнем риска, с которым они сопряжены. Зависимость между типом инвестиций и уровнем их риска определяется степенью опасности не угадать возможную реакцию рынка на изменение результатов работы инвестора после завершения инвестиций.

Организация нового производства, имеющего своей целью выпуск незнакомого рынку продукта, сопряжена с наибольшей степенью неопределенности, тогда как повышение эффективности оборудования, в результате чего снижаются затраты на производство уже апробированного на рынке продукта, несут минимальную опасность негативных последствий для инвестора.

Аналогичным образом, с низким уровнем риска сопряжены и инвестиции по обеспечению выполнения государственных заказов, или заказов других крупных партнеров.

Инвестиции в нематериальные активы предусматривают вложение в развитие научных исследований, повышение квалификации работников, приобретение лицензий на использование новых технологий, прав на использование торговых марок известных фирм и т.п.

Рассмотрение любого инвестиционного проекта требует предварительного анализа и оценки. Однако особенно сложным и трудоемким является оценка инвестиционных проектов в реальные инвестиции. Они проходят экспертизу, результаты которой позволяют получить всестороннюю оценку технической целесообразности, стоимости реализации проекта, эксплуатационных расходов и, наконец, экономической эффективности проекта. Комплексная оценка инвестиционного проекта, т.е. технико-экономическое обоснование (ТЭО) производится в соответствии с документами и методическими указаниями. Данная документация позволяет подготовить технико-экономические обоснования, являющиеся инструментом для обеспечения потенциальных инвесторов, проектостроителей и финансистов необходимой информацией для решения вопроса о возможности реализации предложенного проекта, а также возможности и источниках его финансирования.

Если исходить из определения, что инвестирование есть долгосрочное вложение экономических ресурсов с целью создания и получения выгод в будущем, то основной аспект этого вложения заключается в преобразовании собственных и заемных средств инвестора в производительные активы, которые при их использовании создадут новую ликвидность.

Подобное определение понятия «инвестиции» включает в себя все виды инвестиционных вложений. С учетом этой характеристики становится

очевидным, что экономическая оценка проекта предусматривает оценку и анализ требуемых проектом вложений и ожидаемой отдачи, в том числе будущих чистых выгод, выраженных в финансовых терминах. Однако принятие решений по инвестированию осложняется различными факторами: вид инвестиции; стоимость инвестиционного проекта; множественность доступных проектов; ограниченность финансовых ресурсов, доступных для инвестирования; риск, связанный с принятием того или иного решения и т.п.

Причины, обуславливающие необходимость инвестиций, могут быть различны, однако в целом их можно подразделить на три вида: обновление имеющейся материально-технической базы, наращивание объемов производственной деятельности, освоение новых видов деятельности. Степень ответственности за принятие инвестиционного проекта в рамках того или иного направления различна. Так, если речь идет о замещении имеющихся производственных мощностей, решение может быть принято вполне безболезненно, поскольку руководство предприятия ясно представляет себе, в каком объеме и с какими характеристиками необходимы новые основные средства. Задача осложняется, если речь идет об инвестициях, связанных с расширением основной деятельности, поскольку в этом случае необходимо учесть целый ряд новых факторов: возможность изменения положения фирмы на рынке товаров, доступность дополнительных объемов материальных, трудовых и финансовых ресурсов, возможность освоения новых рынков и др.

Весьма существенен фактор риска. Инвестиционная деятельность всегда осуществляется в условиях неопределенности, степень которой может значительно варьировать. Так, в момент приобретения новых основных средств никогда нельзя точно предсказать экономический эффект этой операции. Поэтому нередко решения принимаются на интуитивной основе.

Принятие решений инвестиционного характера, как и любой другой вид управленческой деятельности, основывается на использовании различных формализованных и неформализованных методов. Степень их сочетания определяется разными обстоятельствами, в том числе и тем из них, насколько менеджер знаком с имеющимся аппаратом, применимым в том или ином конкретном случае. В отечественной и зарубежной практике известен целый ряд формализованных методов, расчеты, с помощью которых могут служить основой для принятия решений в области инвестиционной политики. Какого-то универсального метода, пригодного для всех случаев жизни, не существует. Вероятно, управление все же в большей степени является искусством, чем наукой. Тем не менее, имея некоторые оценки, полученные формализованными методами, пусть даже в известной степени условные, легче принимать окончательные решения.

Изложение методов, применяемых для экономической оценки инвестиционных проектов, составляет содержание настоящей работы. Для чтения этой работы необходимо знание основ финансовой математики, которые изложены в работе [1].

Г Л А В А 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ЦЕННЫХ БУМАГ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

1.1 Виды ценных бумаг

Вложение денежных средств в ценные бумаги является одной из форм финансовых инвестиций как для частного, так и для институционального инвестора. Получение дохода от вложения финансовых средств в ценные бумаги является главной, но не единственной целью. Так, например, инвестиции в акции, кроме получения дохода в виде дивидендов, преследуют цель сохранения капитала в условиях инфляции, обеспечение прироста капитала за счет повышения курсовой стоимости акций и, наконец, институциональный инвестор может преследовать цель по реализации так называемого стратегического инвестирования, т.е. приобретения контрольного пакета акций с целью получения возможности управления компанией, эмитировавшей данные акции.

Все ценные бумаги, исходя из их экономической природы, можно разделить на следующие группы: ценные бумаги, выражающие отношения совладения; ценные бумаги, определяющие кредитные отношения; производные ценные бумаги.

К ценным бумагам, выражающим отношения совладения, или долевым ценным бумагам, относятся акции.

К ценным бумагам, определяющим кредитные отношения, относятся, различные формы долговых обязательств: облигации, казначейские векселя и др.

К производным инструментам фондового рынка (производным ценным бумагам) относятся обратимые облигации (например, облигации, которые спустя определенное время могут быть обменены на акции), обратимые привилегированные акции (привилегированные акции, которые в некоторый период времени обмениваются на обыкновенные акции) и некоторые другие инструменты.

Исходя из механизма выплаты доходов, различаются ценные бумаги с фиксированным доходом, и ценные бумаги с изменяющимся доходом. Обычно твердый фиксированный процентный доход приносят облигации и ряд других долговых инструментов. Вместе с тем, фиксированные доходы выплачиваются и по привилегированным акциям. Как видим, разделение ценных бумаг по методу выплаты доходов не всегда совпадает с их классификацией по экономической природе.

Основную долю в общем объеме ценных бумаг составляют акции и облигации.

Перейдем к рассмотрению методов определения их цены и доходности.

1.2 Основные характеристики облигаций и методы расчета их доходности

Облигации относятся к ценным бумагам с фиксированным доходом. Они могут выпускаться в обращение государством или корпорациями; в последнем случае облигации называются долговыми частными ценными бумагами. Как правило, облигации приносят их владельцам доход в виде фиксированного процента к нарицательной стоимости. Вместе с тем существуют облигации с плавающей ставкой, меняющейся по некоторому вполне определенному алгоритму.

По сроку действия облигации подразделяются на краткосрочные (от года до 3 лет), среднесрочные (от 3 до 7 лет), долгосрочные (от 7 до 30 лет) и бессрочные (выплата процентов осуществляется неопределенно долго).

Периодическая выплата процентов по облигациям осуществляется по купонам - вырезным талонам с напечатанной на нем цифрой купонной ставки. Факт оплаты дохода сопровождается изъятием купона из прилагаемой к облигации карты. Периодичность выплаты процента по облигации определяется условиями займа и может быть квартальной, полугодовой или годовой. При прочих равных условиях, чем чаще начисляется доход, тем облигация выгоднее, тем выше ее рыночная цена.

По способам выплаты дохода облигации различают:

- с фиксированной купонной ставкой;
- с плавающей купонной ставкой (размер процента по облигации зависит от уровня ссудного процента);
- с равномерно возрастающей купонной ставкой (она может быть увязана с уровнем инфляции);
- с нулевым купоном (эмиссионный курс облигации устанавливается ниже номинального; разница между ними представляет собой доход инвестора, выплачиваемый в момент погашения облигации; процент по облигации не выплачивается);
- с оплатой по выбору (купонный доход по желанию инвестора может заменяться облигациями нового выпуска);
- смешанного типа (в течение определенного периода выплата дохода осуществляется по фиксированной ставке, затем - по плавающей ставке).
- доход по облигациям может выплачиваться в форме выигрышей, достаемых отдельным их владельцам по итогам регулярно проводимых тиражей.

По способу обеспечения облигации могут быть:

- с имущественным залогом (например, «золотые» облигации обеспечены золото-валютными активами);
- с залогом в форме будущих залоговых поступлений (облигации благотворительных и общественных фондов, муниципальные облигации и др.);

- с залогом в форме поступлений от будущей хозяйственной деятельности (в частности, облигации с выкупным фондом, резервируемым в момент выпуска для последующего погашения облигационного займа);
- с определенными гарантийными обязательствами;
- необеспеченные залогом (могут выпускаться как по причине отсутствия у компании достаточного объема материальных и финансовых активов, так и, напротив, ввиду высокой репутации фирмы, позволяющей получить в долг, не прибегая к обеспечению своих облигаций имущественными и финансовыми активами).

По характеру обращения облигации подразделяются на обычные и конвертируемые. Последние являются переходной формой между собственным и заемным капиталом, поскольку дают их владельцам право обменять их на определенных условиях на акции того же эмитента.

Доход по облигациям обычно выше дохода ^по акциям, вместе с тем он значительно меньше подвержен колебаниям рыночной конъюнктуры. Степень надежности здесь предпочитается величине дохода. Следует отметить, что суммарный доход по акциям (дивиденд и рост курсовой стоимости), как правило, превышает доход по облигациям, именно поэтому акции являются основным объектом инвестиций. В условиях нестабильной экономической ситуации приоритетность может быть совершенно другой - в частности, облигации в этом случае могут являться основным объектом инвестиций коммерческих банков, заботящихся не только и не столько о доходности, сколько о надежности своих вкладов. В экономически развитых странах существуют частные коммерческие агентства, занимающиеся классификацией корпоративных облигаций по степени их надежности и периодически публикующие эти сведения. Так, американские агентства Moody's и Standart & Poor's подразделяют облигации соответственно на 9 и 12 видов в зависимости от степени их надежности.

Рассмотрим показатели и способы оценки основных видов облигаций.

1.2.1 Показатели оценки облигаций

Облигации могут быть охарактеризованы различными стоимостными показателями, основными из которых являются нарицательная (или номинальная) и конверсионная стоимости, а также выкупная и рыночная цены. **Нарицательная** стоимость напечатана на самой облигации и используется чаще всего в качестве базы для начисления процентов. Этот показатель имеет значение только в двух случаях: в момент выпуска облигации при установлении цены размещения, а также в моменты начисления процентов, если последние привязаны к номиналу. В период размещения облигационного займа цена облигаций, как правило, совпадает с ее нарицательной стоимостью.

Конверсионная стоимость - расчетный показатель, характеризующий стоимость облигации, в условиях эмиссии которой предусмотрена возможность конвертации ее при определенных условиях в обыкновенные акции фирмы-эмитента. Алгоритмы расчета конверсионной стоимости будут рассмотрены позднее.

Выкупная цена (синонимы: цена досрочного погашения, отзывная цена) - это цена, по которой производится выкуп облигации эмитентом по истечении срока облигационного займа или до этого момента, если такая возможность предусмотрена условиями займа. Эта цена совпадает с нарицательной стоимостью, как правило, в том случае, если заем не предполагает досрочного его погашения. С позиции оценки, поэтому разделяют два вида займов: без права и с правом досрочного погашения. В первом случае облигации погашаются по истечении периода, на который они были выпущены. Во втором случае возможен отзыв облигаций с рынка (досрочное погашение). Как правило, инициатива такого отзыва принадлежит эмитенту.

По сравнению с акциями облигации в меньшей степени защищены от изменения цен и процентных ставок, а потери, обусловленные этим процессом, могут нести в зависимости от конкретной ситуации либо инвесторы, либо эмитенты. Чтобы получить некоторое представление о возможных вариантах, опишем следующую ситуацию. Облигационный заем представляет собой по сути получение кредита, только не от одного, а от многих кредиторов, чаще всего не известных эмитенту. Любое привлечение заемных средств сопряжено с затратами, которые выражаются в виде уплачиваемых процентов. Допустим, что процентная ставка по облигационному займу фиксирована и составляет 15% в год. Далее предположим, что в результате изменения экономической ситуации процентные ставки по долгосрочным кредитам резко упали и установились на уровне 10%, причем их повышения в обозримом будущем не ожидается. Это означает, что компания-эмитент несет относительно большие расходы, чем могла бы. Иными словами, эмитенту выгоднее досрочно погасить старый заем и затем разместить новый с более низкой процентной ставкой.

Поэтому некоторые займы могут выпускаться с условием их досрочного погашения, для облигаций таких займов в условиях эмиссии устанавливается выкупная цена, по которой облигации могут быть отозваны с рынка. Обычно эта цена выше нарицательной стоимости, в частности, на Западе обыденной является практика, когда выкупная цена превышает нарицательную стоимость на сумму годовых процентов. Могут предусматриваться и такие условия, когда величина превышения над нарицательной стоимостью убывает по мере приближения срока естественного погашения займа.

Вполне естественно, что инвесторы также хотели бы подстраховаться от возможности досрочного погашения займа, чтобы он не превратился в краткосрочный. Поэтому в случае с отзывными облигациями нередко предусматривается защита в виде запрета на досрочное погашение облигаций впервые k лет с момента эмиссии. По истечении этого периода эмитент вправе объявить о досрочном погашении в тот момент, когда сочтет нужным. Условия досрочного погашения, включая продолжительность периода защиты, объем

отзываемых облигаций (все облигации или какая-то их часть), график погашения и т.п., определяются в проспекте эмиссии.

Рыночная (курсовая) цена облигации определяется конъюнктурой рынка. Значение рыночной цены облигации в процентах к номиналу называется курсом облигации. Как уже отмечалось выше, эта цена может не совпадать с текущей внутренней стоимостью облигации.

1.2.2 Доходность финансового актива: виды и оценка

В предыдущих разделах были рассмотрены абсолютные показатели и возможности их использования в ситуациях, когда необходимо принять решение о целесообразности приобретения акций или облигаций. Другими важными критериями, применяемыми с той же целью, являются показатели доходности.

Доходность входит в число показателей эффективности и используется в данной книге применительно к финансовым активам и капиталу. Это относительный показатель, рассчитываемый соотношением дохода (D), генерируемого данным финансовым активом, и величины инвестиции (I) в этот актив, т.е. в наиболее общем виде он может быть представлен следующим образом:

$$k = \frac{D}{I} \quad (1.1)$$

В зависимости от вида финансового актива в качестве дохода D чаще всего выступают дивиденд, процент, прирост капитализированной стоимости. Таким образом, существуют различные варианты расчета доходности. Этот показатель измеряется в процентах или долях единицы; первый измеритель используется для вербальной или описательной характеристики финансового актива, второй - при проведении расчетов.

В анализе речь может идти о двух видах доходности - фактической и ожидаемой. Первая рассчитывается *post factum* и имеет значение лишь для ретроспективного анализа. Гораздо больший интерес представляет ожидаемая доходность, которая рассчитывается на основе прогнозных данных в рамках имитационного перспективного анализа и используется для принятия решения о целесообразности приобретения тех или иных финансовых активов. Именно на алгоритмы расчета ожидаемой доходности делается акцент в последующих разделах данной главы.

Логика расчета показателей доходности может быть описана следующим образом.

Приобретая некий финансовый актив, например акции, инвестор вправе рассчитывать на два вида потенциальных доходов:

а) дивиденд; б) доход от прироста капитала. Очевидно, что оба поступления не являются безусловными и могут состояться, как правило, в случае

эффективной работы компании, чьи акции приобретены. Оговорка «как правило» сделана потому, что, например, динамика дивидендов и прибыли совершенно не обязаны совпадать, так, многие компании в экономически развитых странах нередко считают целесообразным выплатить дивиденды даже в том случае, если отчетный год закончен с убытком. Причина такой, на первый взгляд, нелогичной политики заключается в том, чтобы избежать нежелательных последствий сигнального эффекта негативной информации.

Предположим, что цена финансового актива, приобретенного (или возможного к приобретению по желанию инвестора) в некоторый момент времени t_0 , когда и проводится анализ, известна и равна P_0 ; известен и регулярный доход D_0 в виде процентов или дивидендов, полученный за период, истекший в момент времени t_0 ; ожидается, что за следующий период (t_0, t_1) регулярный доход составит величину D_1 ; по истечении данного периода актив может быть реализован по цене P_1 (ожидаемая величина). Величина $(P_1 - P_0)$ как раз и представляет собой доход от прироста капитала (или доход от капитализации). Итак, в данной схеме в отношении D_0 и P_0 известны их фактические значения, D_1 представляет собой исходную прогнозную оценку, а P_1 является целевым расчетным показателем. Обычно считается, что $P_1 > P_0$, хотя в принципе выполнение этого неравенства не является обязательным; и если $P_1 < P_0$, то говорят об убытке от капитализации и соответствующей ему отрицательной доходности. Таким образом, общий доход, генерируемый инвестицией P_0 , за данный период (t_0, t_1) составит величину: $D_1 + (P_1 - P_0)$, а **общая доходность** (k_t) или (**эффективность**) будет равна:

$$k_t = \frac{D_1 + (P_1 - P_0)}{P_0} = \frac{D_1}{P_0} + \frac{P_1 - P_0}{P_0} = k_d + k_c. \quad (1.2)$$

Замечание. Очень часто говорят, что: P_0 - цена покупки акции; P_1 - цена продажи акции; D_1 - дивиденды, полученные за время владения акцией.

Первое слагаемое (k_d) в формуле (5.12) представляет собой **текущую доходность** (в приложении к акциям она называется также **дивидендной**), второе слагаемое (k_c) носит название **капитализированной доходности**. Из приведенной формулы хорошо видно, что общий доход (или, что в данном случае равносильно, общая доходность) имеет два компонента, причем в зависимости от успешности работы и стратегии развития компании, эмитировавшей данный актив, весомость того или иного компонента может быть различной. Таким образом, выбирая для покупки акции той или иной компании, инвестор должен расставить для себя приоритеты - что важнее, дивиденды или доход от прироста капитала.

Формула (1.2) дает простейший алгоритм расчета доходности; возможен и другой подход в рамках фундаменталистской теории. Как рассмотрено выше, вычислительные алгоритмы этой теории базируются на формуле (1.1). Логика рассуждений в этом случае такова.

Если предположить, что рынок ценных бумаг является эффективным и находится в состоянии равновесия, то в отношении конкретного финансового актива в любой момент времени известны его текущая цена (левая часть формулы (5.1)) и доходы, которые, как ожидается, этот актив будет генерировать в будущем (входят в правую часть формулы (5.1)). Зная эти оценки, можно разрешить уравнение (5.1) относительно параметра r , полученное значение которого и можно трактовать как общую доходность данного актива.

Подход, основанный на применении формулы (1.1), на самом деле приводит в точности к тому же результату, что и подход, изложенный при выводе формулы (1.2). Действительно, рассмотрим базовую формулу (1.1) с позиции начала периода (t_0, t_1) . Тогда

$$P_0 = \frac{D_1}{1+i} + \frac{D_2}{(1+i)^2} + \frac{D_3}{(1+i)^3} + \dots, \quad (1.3)$$

где i – процентная ставка.

Значение P_0 представляет собой оценку текущей внутренней стоимости финансового актива и в условиях эффективного и равновесного рынка совпадает с его текущей рыночной ценой на начало периода (t_0, t_1) , т.е. в момент времени t_0 . Если делать оценку актива с позиции конца периода (t_0, t_1) , т.е. на момент времени t_1 , то исходный поток ожидаемых поступлений связан с текущей ценой актива следующей формулой:

$$P_1 = \frac{D_2}{1+i} + \frac{D_3}{(1+i)^2} + \frac{D_4}{(1+i)^3} + \dots \quad (1.4)$$

Таким образом, формула (1.3) преобразуется следующим образом:

$$P_0 = \frac{D_1}{1+i} + \frac{P_1}{1+i}. \quad (1.5)$$

Отметим, что смысл знаменателя второго слагаемого в (1.5) заключается в дисконтировании P_1 , т.е. приведении ее к моменту времени t_0 . Разрешая это уравнение относительно i , и, обозначая его через k_t , как раз и получим формулу (1.2).

Как отмечалось выше, в зависимости от вида финансового актива и абсолютных показателей, выбранных для его характеристики, можно исчислить несколько числовых характеристик доходности. Поскольку их значения могут существенно различаться, нельзя говорить о некоей абстрактной доходности, необходимо обязательно уточнять, о чем идет речь, какой алгоритм используется для расчета. Рассмотрим эти показатели на примере с облигациями.

Облигации, являясь объектом купли-продажи на рынке ценных бумаг, имеют рыночную цену, которая в момент эмиссии может быть равна номиналу, а также быть ниже или выше его. Рыночные цены существенно различаются между собой, поэтому для достижения их сопоставимости рассчитывается курс облигации.

Под курсом облигации понимают покупную цену одной облигации в расчете на 100 денежных единиц номинала. Курс облигации зависит от средней величины ссудного процента на рынке капиталов, существующего в данный момент, срока погашения, степени надежности эмитента и ряда других факторов.

Расчет курса производится по формуле:

$$P_k = \frac{P}{N} \cdot 100, \quad (1.6),$$

где:

P_k - курс облигации;

P - рыночная цена;

N - номинальная цена облигации.

Доходность облигации характеризуется рядом параметров, которые зависят от условий, предложенных эмитентом. Так, например, для облигаций, погашаемых в конце срока, на которые они выпущены, доходность измеряется купонной доходностью, текущей и полной доходностью.

Купонная доходность - норма процента, которая указана на ценной бумаге и которую эмитент обязуется уплатить по каждому купону. Платежи по купонам могут производиться раз в квартал, по полугодиям или раз в год.

Например, на облигации указана купонная доходность в 11,75% годовых. Номинал облигации 100 тыс. руб. На каждый год имеется два купона. Это значит, что облигация принесет полугодовую прибыль 5,875 тыс. руб. ($100 \cdot 0,1175 \cdot 0,50$), а за год 11,75 тыс. руб.

Текущая доходность характеризует выплачиваемый годовой процент на вложенный капитал, т.е. на сумму, уплаченную в момент приобретения облигации. Текущая доходность определяется по формуле;

$$i_m = \frac{Ng}{P} = \frac{g}{P_k}, \quad (1.7)$$

где:

g - норма доходности по купонам;

N — номинальная цена облигации;

P — рыночная цена (цена приобретения).

Например, если купонная доходность $g = 11,71\%$, а курс облигации 95.0, то текущая доходность составит:

$$i_m = \frac{11,75}{95} = 12,37\%.$$

Вместе с тем текущая доходность не учитывает изменения цены облигации за время ее хранения, т.е. другого источника дохода.

Полная доходность учитывает все источники дохода. Показатель полной доходности измеряют процентной ставкой, называемой ставкой помещения. Начисление процентов по ставке помещения на цену приобретения дает доход, эквивалентный фактически получаемому по ней доходу за весь период обращения этой облигации до момента ее погашения. Ставка помещения является расчетной величиной и в явном виде на рынке ценных бумаг не выступает.

Стоимость облигации равна сумме двух слагаемых - современной стоимости ее аннуитетов (приведенной сумме ежегодных выплат процентных платежей) и современной стоимости ее номинала:

$$P = N \cdot g \cdot a_{n;i} + N(1+i)^{-n} = N(g \cdot a_{n;i} + (1+i)^{-n}). \quad (1.8)$$

Если использовать (1.6), то

$$P_k = (g \cdot a_{n;i} + (1+i)^{-n}) \cdot 100, \quad (1.9),$$

где

P - рыночная цена облигации;

P_k - курс облигации;

N — номинал облигации;

g - купонная ставка;

n - время от момента приобретения до момента погашения облигации;

i - ссудный процент, предлагаемый банками в момент продажи облигации

$$a_{n;i} = \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} - \text{коэффициент приведения ренты.}$$

Пример 1.1. По облигации номинальной стоимостью в 100 тыс. руб. в течение 10 лет (срок до ее погашения) будут выплачиваться ежегодно в конце года процентные платежи в сумме 10 тыс. руб. ($g = 10\%$), которые могут быть помещены в банк под 11% годовых.

Рыночная цена облигации по (1.8) составит

$$P = 100 (0,1 \cdot a_{10;11} + (1+0,11)^{-10}) = 100(0,1 \cdot 5,8892 + 0,3522) = 94,11 \text{ тыс. грн.,}$$

а рыночный курс

$$P_k = \frac{94,11}{100} \cdot 100 = 94,11.$$

В данном случае облигация продается с дисконтом (ниже номинала), т.к.

$$g = 10\% < i = 11\%, P_k < 100.$$

Предположим далее, что ставка банковского процента снизилась с 11% до 9,5%. Номинальная стоимость облигации и размер ежегодных выплат при этом сохраняется неизменным. Тогда рыночная цена облигации составит:

$$P = 100(0,1a_{10,9,5} + (1 + 0,095)^{-10}) = 100(0,1 \cdot 6,2788 + 0,4035) = 103,14 \text{ тыс. грн.}$$

а

$$P_k = \frac{103,14}{100} \cdot 100 = 103,14 \text{ тыс. грн.}$$

В этом случае облигация продается с премией, т.к. $g = 10\% > i = 9,5\%$, а $P_k > 100$. Так как цена облигации при ее продаже эквивалентна будущим поступлениям от нее, то при приближении момента ее выкупа курс облигации, купленной с премией, понижается. Обусловлено это тем, что по ней уже выплачена большая часть доходов и к моменту выкупа остается получить только ее номинальную стоимость. Курс же облигации, купленный с дисконтом, будет повышаться, а так как в момент ее погашения владелец получит сумму, равную номиналу (приобрел же он ее по пониженной цене).

Таким образом, с приближением даты выкупа происходит погашение дисконта. Погашенный дисконт увеличивает оценку облигации и ее курс.

Для получения показателя, дающего количественную характеристику зависимости цены облигации от купонного дохода и рыночной процентной ставки, обозначим $N(1 + i)^{-n} = Q$ – современную стоимость номинала облигации. Разность между продажной и выкупной ценой облигации (номиналом облигации), равна $E = P - N$. Сделав ряд преобразований, определим эту разность как:

$$E = \frac{g - i}{i} \cdot N \cdot a_{n;i} \quad (1.10)$$

При $g = i$ $E = 0$, т.е. облигация продается по номиналу; при $g > i$, E – величина положительная и облигация продается с премией; при $g < i$, $E < 0$ и облигация продается с дисконтом.

Ранее мы рассматривали понятие – ставка помещения. Естественно, что любой инвестор, планирующий сделать инвестиции в облигации, должен рассчитать ставку помещения.

Для приближенной оценки ставки помещения соотносят годовой доход от облигации со средней ее ценой. Средняя цена определяется на основе номинала и цены покупки. Для облигаций, приобретенных с дисконтом, ставка помещения равна:

$$i \approx \frac{gN + \frac{N-p}{n}}{\frac{P+N}{2}}, \quad (1.11)$$

а для облигаций, купленных с премией

$$i \approx \frac{gN - \frac{N-p}{n}}{\frac{P+N}{2}}, \quad (1.12)$$

где: n - число лет, оставшихся до погашения; g - годовой купонный доход; P — цена приобретения; N - номинал облигации.

По данным примера 1.1. рассчитаем ставку помещения для случая продажи облигации с дисконтом:

$$i \approx \frac{10,0 + \frac{100 - 94,11}{10}}{\frac{94,11 + 100}{2}} = 0,1091(10,91\%).$$

Приведем ряд расчетных формул показателей доходности для других видов облигаций.

• **1). Облигации без выплаты процентов.** Для данного вида облигаций доходом является разность между ценой погашения (номиналом) и ценой приобретения. В этом случае показатель доходности равен

$$i = \left(\frac{100}{P_k} \right)^{\frac{1}{n}} - 1, \quad (1.13)$$

где P_k - курс облигации, $P_k < 100$; n - срок от момента приобретения до момента выкупа.

• **2). Облигации с выплатой процентов в конце срока обращения.** Владелец данного вида облигации в конце срока обращения получит ее номинальную стоимость с начисленными процентами. Показатель доходности

$$i = \left[\left(\frac{100}{P_k} \right)^{\frac{1}{n}} (1 + g) \right] - 1, \quad (1.14)$$

где g - проценты, начисляемые на номинал.

Пример 1.2. Банк выпустил облигации со сроком погашения через 10 лет. Начисление процентов на номинал - 6% годовых. Выплата процентов и номинальная стоимость выплачивается при погашении. Определить доходность

облигаций (ставку помещения), если ее курс при первоначальной реализации составил; а) 108,0; б) 92,0.

$$\text{а) } i = \left[\left(\frac{100}{108} \right)^{0,1} (1 + 0,06) \right] - 1 = 0,0519 (5,19\%) .$$

$$\text{б) } i = \left[\left(\frac{100}{92} \right)^{0,1} (1 + 0,06) \right] - 1 = 0,0689 (6,89\%) .$$

• 3) Доходность конвертируемой облигации

Конвертируемая облигация предусматривает при выполнении некоторых условий возможность ее обмена на n-ое число обыкновенных акций эмитента. Обмен может осуществляться, например, на основании коэффициента конверсии r_c . В этом случае облигация имеет так называемую конверсионную стоимость (P_c), которая связана с рыночной ценой базисного актива (обыкновенной акции) P_s следующим соотношением:

$$P_c = P_s \cdot r_c.$$

Таким образом, для оценки ожидаемой доходности конвертируемой облигации можно воспользоваться алгоритмами, используемыми в случае с облигациями с правом досрочного погашения, в которых выкупная цена заменена ожидаемой конверсионной стоимостью. Основным моментом в процессе анализа является установление прогнозной оценки стоимости базисного актива на тот или иной момент времени.

1.2.3 Дополнительные характеристики облигаций

Доходность является важнейшим, но не единственным критерием выбора облигаций. Другим показателем привлекательности для инвестора того или иного вида облигаций является продолжительность срока до ее погашения. При увеличении последнего растет степень финансового риска для ее владельца. Безусловно, риск приобретения облигаций с купонными доходами значительно ниже риска, связанного с облигациями, выплата процентов по которым производится в конце срока. В связи с этим существует ряд показателей, которые характеризуют в той или иной степени особенности распределения доходов в период времени от момента покупки облигации до момента погашения.

Одним из таких показателей является средний срок облигации. При ежегодных купонных выплатах средний срок выплат определяется как

$$\bar{T} = n \cdot \frac{\frac{g(1+n)}{2} + 1}{gn + 1}, \quad (1.15)$$

где: n - сроки платежей по купонам в годах; g - купонный процент.

Пример 1.3. Облигация номиналом 10000 руб. выпущена со сроком погашения через 4 года. Ежегодно по купонам выплачивается 12% от номинала. Определить средний срок облигации

$$\bar{T} = \frac{\frac{0,12(1+4)}{2} + 1}{0,12 \cdot 4 + 1} = 3,51 \text{ года.}$$

Наряду с показателем среднего срока облигации существует близкий ему по экономическому смыслу показатель, характеризующий среднюю продолжительность платежей. Иногда его называют показателем изменчивости; обозначим его символом D . Данный показатель является средней величиной.

В случае, когда проценты по облигации выплачиваются ежегодно, то расчет средней продолжительности платежей производится по формуле:

$$D = \frac{\sum_{j=1}^n t_j S_j V^t}{\sum_{j=1}^n S_j V^j}, \quad (1.16)$$

где: t_j - 1, 2, ..., n - сроки платежей по купонам в годах; S_j - сумма платежа; P - рыночная цена облигации; V - дисконтный множитель, рассчитанный по рыночной процентной ставке i :

$$V^t = \frac{1}{(1+i)^t}.$$

Пример 1.4. Облигация выпущена сроком на 4 года, номиналом 1000 грн. Ежегодно выплачиваются по купонам 12% годовых, рыночная процентная ставка - 12,5%. Рыночная цена облигации 985 руб. Определить показатель продолжительности платежей. Рассчитаем все элементы, входящие в (1.16)

t	V^t	S_j	$S_j V^t$	$t S_j V^t$
1	0,88889	120	106,668	106,889
2	0,7901	120	94,815	189,630
3	0,7023	120	84,280	252,84
4	0,6234	120+1000	692,210	2796,842
			984,973	3345,980

По (1.16) находим

$$D = \frac{3345,98}{985,0} = 3,4 \text{ года.}$$

Приведенные формулы для расчета величины $\bar{T}$ и D показывают, что величина T не зависит от рыночной процентной ставки (ссудного процента), в то же время величина D зависит от ее изменения: с ростом ссудного процента

его влияние на отдаленные по времени платежи падает, что, в свою очередь, снижает величину D .

Поэтому основным назначением показателя D является определение эластичности цены по процентной ставке, т.е. измерения степени изменения цены облигации при незначительных колебаниях величины процентной ставки на денежном рынке.

Решение этой задачи осуществляется с помощью модифицированной величины D , которая в отечественных экономических публикациях получила название модифицированной изменчивости (MD):

$$MD = \frac{D}{1 + \frac{i}{p}}, \quad (1.17)$$

где: D - средняя продолжительность платежей; i - рыночная процентная ставка; p - число выплат процентов в году.

Изменение цены облигаций в результате изменения процентной ставки определяется по формуле:

$$\Delta P = -0,01 \cdot MD \cdot \Delta i \cdot P, \quad (1.18)$$

где: ΔP - изменение цены облигации; Δi - изменение рыночной процентной ставки.

Пример 1.5. По данным примера 1.2 рассчитаем показатель модифицированной изменчивости

$$MD = \frac{3,4}{1 + 0,125} = 3,0222.$$

Определим, как изменится цена облигации, если рыночная процентная ставка возрастет с 12,5% до 12,8%.

$$\Delta P = -0,01 \cdot 3,0222 \cdot 0,3 \cdot 985 = -8,9306.$$

Откуда ожидаемое значение цены составит:

$$985,0 - 8,9306 = 976,0694.$$

Реакция цены облигации на значительные изменения рыночной процентной ставки измеряется с помощью показателя, получившего название выпуклость (C_x). Расчет производится по формуле:

$$C_x = \frac{1}{1 + \frac{i}{p}} \left(M^2 + D^2 + \frac{D}{p} \right), \quad (1.19)$$

где: M^2 - дисперсия показателей времени платежа; значение остальных символов то же, что и в (1.16-1.17). Величина дисперсии M^2 определяется следующим образом:

$$M^2 = \frac{1}{P} \sum t^2 S_j V^t - D^2, \quad (1.20)$$

где P - цена облигации.

Сдвиг в цене облигации в результате значительного изменения рыночных процентных ставок определяется как

$$\Delta P = -PMD \cdot \frac{\Delta i}{100} + \frac{0,5 P C_x \Delta i^2}{10000}. \quad (1.21)$$

Пример 1.6. Рассмотрим возможность изменения цены облигации, если рыночная процентная ставка возросла с 12,5% до 15,0%, остальные условия аналогичны в примере 1.2 и 1.3.

t	t^2	V^t	S_j	$t^2 S_j V^t$
1	1	0,8889	120	106,668
2	4	0,7901	120	379,26
3	9	0,7023	120	758,520
4	16	0,6343	1120	11187,36
Итого				12431,808

$$M^2 = \frac{12431,808}{985,0} - 3,4^2 = 1,0611.$$

Рассчитаем C_x :

$$C_x = \frac{1}{1 + 0,125} (1,0611 + 3,4^2 + 3,4) = 14,2410.$$

Так как $\Delta i = 15 - 12,5 = 2,5\%$, то по (1.21) находим

$$\Delta P = -985,0 \cdot 3,0222 \cdot \frac{15 - 12,5}{100} + \frac{0,5 \cdot 985,0 \cdot 14,2410 \cdot 2,5^2}{10000} = -70,038.$$

То есть рост процентной ставки на 2,5% вызывает снижение цены облигации до уровня $985,0 + (-70,038) = 914,962$ грн.

1.2.4 Расчет цены облигации с нулевым купоном.

Это самый простой случай, так как денежные поступления по годам равны нулю и доход от облигаций данного вида образуется в результате

разницы между ценой продажи и суммой, выплачиваемой владельцу облигации в момент погашения. Если погашение производится по номиналу, то

$$P = N \cdot V^n, \text{ а } P_k = V^n \cdot 100. \quad (1.22)$$

В случае, если цена погашения отличается от номинала, то

$$P = CV^n, \text{ а } P_k = \frac{C}{T} \cdot V^n \cdot 100, \quad (1.23)$$

где C - цена погашения.

Пример 1.7. Коммерческий банк выпустил облигации номиналом 10 тыс. грн. со сроком погашения через четыре года без выплаты купонных процентов. Погашение будет производиться по номиналу. Определить расчетную цену и курс облигации, если ставка помещения принята 8% годовых.

$$P = 10 (1 + 0,08)^{-4} = 7,3503 \text{ тыс.грн.}$$

$$P_k = 1,08^{-4} \cdot 100 = 73,5.$$

Изменим условия: облигации погашаются по цене 11 тыс. грн. Тогда по (1.23):

$$P = 11 \cdot 1,08^{-4} = 8,0853 \text{ тыс.грн.,}$$

$$P_k = \frac{11}{10} \cdot 0,73503 = 80,8553.$$

1.2.5 Цена облигации с периодической выплатой процентов без указания срока погашения.

Данный вид облигации является разновидностью вечной ренты, а оценку облигации в этом случае можно свести к определению современной стоимости этой ренты:

$$P = \frac{R}{i} = \frac{gN}{i}, \quad (1.24)$$

где: $R = gN$ - периодически выплачиваемый доход; g - процентная ставка, по которой выплачивается доход; i - ставка помещения.

Расчетный курс такой облигации равен:

$$P_k = \frac{gN}{iN} \cdot 100 = \frac{g}{i} \cdot 100 \quad (1.25)$$

При выплате дохода несколько раз в году (m -раз):

$$P = \frac{gN}{m \left[(1+i)^{1/m} - 1 \right]} \cdot 100, \quad (1.26)$$

$$P_k = \frac{gN}{m \left[(1+i)^{1/m} - 1 \right]} \cdot \quad (1.27)$$

Пример 1.8. Облигация без срока погашения приносит 10% ежегодного дохода. Определить курс этой облигации, приняв ставку помещения 12%.

По (1.25) находим:

$$P_k = \frac{10}{12} \cdot 100 = 83,33.$$

Если процентный доход выплачивается по полугодиям ($k = 2$), то

$$P_k = \frac{10}{2(1,12^{1/2} - 1)} \cdot 100 = 85,7.$$

1.2.6. Цена облигации, проценты по которым выплачиваются в момент погашения.

При погашении данного вида облигаций инвестору будет выплачена сумма в размере $N(1+g)^n$. Современная величина этой суммы, при дисконтировании по ставке помещения i , составит:

$$P = N(1+g)^n \cdot \frac{1}{(1+i)^n} = N \left(\frac{1+g}{1+i} \right)^n. \quad (1.28)$$

Расчетный курс облигации равен:

$$P_k = \frac{N \left(\frac{1+g}{1+i} \right)^n}{N} \cdot 100 = \left(\frac{1+g}{1+i} \right)^n \cdot 100. \quad (1.29)$$

Пример 1.9. По облигации номиналом 10 тыс. руб. со сроком погашения 5 лет проценты в размере 8% годовых выплачиваются в момент погашения. Ставка помещения равна 10%. Определить расчетную цену и расчетный курс облигации. По (1.27) определим расчетную цену:

$$P = 10 \left[\frac{1 + 0,08}{1 + 0,1} \right]^5 = 9,1234 \text{ тыс. грн.}$$

Расчетный курс облигации:

$$P_k = \frac{9,1234}{10,0} \cdot 100 = 91,234.$$

1.2.7 Цена облигации с постоянной периодической выплатой процентов и погашением в один срок.

Данный вид облигаций является наиболее распространенным. Первоначально рассмотрим облигации, по которым ежегодно выплачиваются проценты, а погашение производится по номиналу. В подобном случае цена и курс облигации рассчитываются следующим образом:

$$P = NV^n + R \cdot a_{n;i}, \quad (1.30)$$

$$P_k = \left(V^n + \frac{R}{N} \cdot a_{n;i} \right) \cdot 100, \quad (1.31)$$

где R - ежегодный процентный доход; N - номинал облигации; n - срок от момента выпуска до погашения; V - дисконтный множитель, рассчитанный по ставке, учитываемой при оценке; $a_{n;i}$ - коэффициент приведения ренты.

При выплате процентного дохода m раз в году

$$P = NV^n + Ra_{n;i}^{(m)}, \quad (1.32)$$

$$P_k = \left(V^n + \frac{R}{N} \cdot a_{n;i}^{(m)} \right) \cdot 100, \quad (1.33)$$

где

$$a_{n;i}^{(m)} = \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{m \left[(1 + i)^{1/m} - 1 \right]}.$$

Пример 1.10. Облигации со сроком погашения через 10 лет и ежегодным доходом 9% погашаются по номиналу - 5 тыс. грн. Произвести оценку и

определить курс облигации, если ставка процентов, принятая при оценке, равна 10,5%.

Расчетные параметры:

$$N = 5,0; R = 5 \cdot 0,09 = 0,45; V^{10} = (1 + 0,1055)^{-10} = 0,3684; a_{10;10,5} = 6,0148.$$

$$P = 5,0 \cdot 0,3684 + 0,45 \cdot 6,0148 = 4,5487 \text{ тыс. грн.}$$

$$P_k = \frac{4,5487}{5000} \cdot 100 = 90,97$$

или по (1.29)

$$P_k = \left(0,3684 + \frac{0,45}{5,0} \cdot 6,0148 \right) \cdot 100 = 90,97.$$

Если бы процентный доход выплачивался дважды в год, то

$$a_{10;10,5}^2 = \frac{1 \cdot 1,105^{-10}}{2(1,105^{\frac{1}{2}} - 1)} = 6,1687;$$

$$P = 5,0 \cdot 0,3684 + 0,45 \cdot 6,1687 = 4,6179 \text{ тыс.грн.}$$

$$P_k = \frac{4,6179}{5,0} \cdot 100 = 92,3583$$

или

$$P_k = \left(0,3684 + \frac{0,45}{5,0} \cdot 6,1687 \right) \cdot 100 = 92,358 \approx 92,36.$$

Расчетная цена и курс облигаций при выплате процентов m раз в году и цене погашения, превышающей номинал облигации, вычисляются по формулам:

$$P = CV^n + R a_{n;i}^{(m)}; \quad (1.34)$$

$$P_k = \left(V^n + \frac{R}{N} \cdot a_{n;i}^{(m)} \right) \cdot 100. \quad (1.35)$$

Пример 1.11. Облигация номиналом 5 тыс. грн. со сроком погашения через 5 лет и годовым доходом 10%, выплачиваемым дважды в год, будет выпускаться по цене 5,5 тыс. руб. Определить расчетную цену облигации, приняв ставку помещения в 12%.

Расчетные параметры:

$N = 5,0$; $n = 5$; $g = 10\%$; $k = 2$; $i = 12\%$; $C = 5,5$; $R = 5 \cdot 0,1 = 0,5$.

$$a_{5;12}^{(2)} = \frac{1 - 1,12^{-5}}{2(1,12^{1/2} - 1)} = 3,7099; \quad V^5 = \frac{1}{1,12^5} = 0,5674.$$

$$P = 5,5 \cdot 0,5674 + 0,5 \cdot 3,7099 = 4,9757 \text{ тыс. грн.}$$

1.3. Акции и определение их доходности

Акции не относятся к ценным бумагам с фиксированным доходом. Исключение составляют привилегированные акции, которые приносят фиксированный доход независимо от прибыли, полученной акционерным обществом, а при его ликвидации средства, вложенные в привилегированные акции, возмещают по номиналу в первоочередном порядке.

В результате отсутствия гарантированного дохода эффективность операций с обыкновенными акциями может быть прогнозируема лишь условно. Поэтому риск инвестора, вложившего свой капитал в обыкновенные акции, выше, чем риск вложения в облигации или привилегированные акции. При этом под риском будем понимать неопределенность в получении будущих доходов, т.е. возможность возникновения убытков или получения доходов, размеры которых ниже прогнозируемых.

Величина получаемых дивидендов, а также разница в цене покупки и продажи являются двумя составляющими, которые определяют доход по акциям.

Как и в случае с облигациями, различают несколько количественных характеристик, используемых для оценки акции; внутренняя, номинальная, балансовая, конверсионная и ликвидационная стоимости, а также эмиссионная и курсовая цены.

Внутренняя стоимость представляет собой расчетный показатель, исчисляемый, например, по формуле (1.1). **Конверсионную** стоимость можно рассчитывать для привилегированных акций, в условиях эмиссии которых предусмотрена возможность их конвертации в обыкновенные акции.

Номинальная стоимость акции - это стоимость, указанная на бланке акции. В отличие от облигации, для которой номинальная стоимость имеет существенное значение, поскольку проценты по облигациям устанавливаются по отношению к номиналу независимо от курсовой цены, для акции этот показатель практически не имеет значения и несет лишь информационную нагрузку, характеризуя долю уставного капитала, которая приходилась на одну акцию в момент учреждения компании.

Эмиссионная цена представляет собой цену, по которой акция эмитируется, т.е. продается на первичном рынке. Эта цена может отличаться от номинальной

стоимости, поскольку чаще всего размещение акций производится через посредническую фирму, являющуюся профессиональным участником фондового рынка. В этом случае посредническая фирма скупает весь выпуск акций по согласованной цене и в дальнейшем реализует их на рынке по цене, которая определяется уже этой фирмой и естественно превышает номинал.

С началом операций компании доля капитала, приходящаяся на одну акцию, немедленно меняется. С этой точки зрения акция характеризуется **балансовой** стоимостью, которая может быть рассчитана по балансу как отношение стоимости «чистых» активов (общая стоимость активов по балансу за минусом задолженности кредиторам) к общему числу выпущенных акций.

Ликвидационная стоимость акции может быть определена лишь в момент ликвидации общества. Она показывает, какая часть стоимости активов по ценам возможной реализации, оставшаяся после расчетов с кредиторами, приходится на одну акцию. Поскольку учетные цены активов могут значительно отличаться от их рыночных цен в зависимости от инфляции и конъюнктуры рынка, ликвидационная стоимость не равна балансовой.

Для учета и анализа наибольшее значение имеет **курсовая** (текущая рыночная) цена. Именно по этой цене акция котируется (оценивается) на вторичном рынке ценных бумаг. Курсовая цена зависит от разных факторов: конъюнктуры рынка, рыночной нормы прибыли, величины и динамики дивиденда, выплачиваемого по акции, и др. Она может определяться различными способами, однако в основе их лежит один и тот же принцип - сопоставление дохода, приносимого данной акцией, с рыночной нормой прибыли. В качестве показателя дохода можно использовать либо дивиденд, либо величину чистой прибыли, приходящейся на акцию. Более оправданным является использование дивиденда, однако, в некоторых случаях - например, компания находится в стадии становления или крупной реорганизации, когда значительная часть чистой прибыли реинвестируется, - использование показателя чистой прибыли на акцию позволяет получить более реальную оценку экономической ситуации.

Оценка целесообразности приобретения акций, как и в случае с облигациями, предполагает расчет теоретической стоимости акции и сравнения ее с текущей рыночной ценой.

Привилегированные акции, как и бессрочные облигации, генерируют доход неопределенно долго, поэтому их текущая теоретическая стоимость определяется по формуле (1.3). Таким образом, наиболее простым вариантом оценки привилегированной акции является отношение величины дивиденда к рыночной норме прибыли по акциям данного класса риска (например, ставке банковского процента по депозитам с поправкой на риск).

В некоторых странах привилегированные акции нередко эмитируются на условиях, позволяющих эмитенту выкупить их в определенный момент по соответствующей цене, называемой **ценой выкупа** (call price). В этом случае текущая теоретическая стоимость таких акций определяется по формуле (1.4), где М заменяется ценой выкупа P_c . Эмиссия бессрочных привилегированных акций, предусматривающих выплату дивиденда по постоянной ставке, является

довольно рисковым мероприятием, поскольку невозможно спрогнозировать процентные ставки на длительную перспективу. Именно поэтому условиями выпуска привилегированных акций нередко предусматривается их конверсия в обыкновенные акции.

Что касается обыкновенных акций, то известны различные методы их оценки; наиболее распространенный из них - метод, основанный на оценке их будущих поступлений, т.е. на применении формулы (1.1). В зависимости от предполагаемой динамики дивидендов конкретное представление формулы (1.1) меняется. Базовыми являются три варианта динамики прогнозных значений дивидендов:

- дивиденды не меняются (ситуация аналогична ситуации с привилегированными акциями, т.е. применяется формула (1.3));
- дивиденды возрастают с постоянным темпом прироста;
- дивиденды возрастают с изменяющимся темпом прироста.

На цену акции влияет множество факторов, среди которых наиболее существенным является предполагаемый размер дивидендных выплат. К прочим факторам относятся: доверие к корпорации, эмитировавшей акции, прогнозирование ее дальнейшего развития, уровень рыночного ссудного процента и т.д.

1.3.1 Определение цены бессрочной акции

При определении цены акции исходят из двух предположений:

1) С какой степенью вероятности можно предсказать ожидаемый размер дивидендов по акциям в текущем году (d_1), а также в ряде последующих лет ($d_2, d_3, \dots d_t$).

2) Акция будет бессрочно находиться на руках у ее владельца или его потомков, т.е. не будет продана. В этом случае расчетную цену акции P можно определить как сумму приведенных стоимостей, ежегодно приносимых акцией дивидендов, при заданной ожидаемой доходности от их капитализации (реинвестирования) их по ставке p .

Теоретически цена акции (P) будет равна современной величине вечной ренты

$$P = \sum_{t=1}^{\infty} (1 + p)^{-t} d_t, \quad (1.36)$$

где

d_t - дивиденд, выплачиваемый в году t ;

p - ставка процентов, учитываемая при оценивании. Как правило, эта ставка весьма близка к средней ссудной ставке на рынке капиталов.

Если предположить, что дивиденды постоянны и равны d , то

$$P = d \sum_{t=1}^{\infty} (1 + p)^{-t} = \frac{d}{p}. \quad (1.37)$$

Таким образом, теоретическая цена акции прямо пропорциональна дивиденду по ней и обратно пропорциональна ставке процента, учитываемого при оценивании.

Если все же предположить, что через n лет акция будет продана, то цена акции будет равна сумме приведенных величин потоков дивидендов и цены реализации, т.е.

$$P = \sum_{t=1}^n d_t (1+p)^{-t} + P_n (1+p)^{-n}. \quad (1.38)$$

где P_n – цена реализации акции.

Оценка акций, по приведенным формулам, носит весьма условный характер, так как величины, входящие в них - дивиденды и уровень ссудного процента (p) - являются трудно предсказуемыми.

Вместе с тем уровень реальных цен складывается под влиянием прогнозных оценок, которые исходят из имеющейся информации о продуктивности каждой корпорации, ее дивидендной политики, а также расчет эффективности альтернативных вложений.

1.3.2 Оценка цены акции с изменяющимся темпом прироста

Из формулы (1.35) видно, что текущая цена обыкновенной акции очень чувствительна к параметру p - даже незначительное его изменение может существенно повлиять на цену. Поэтому в расчетах иногда пытаются разбить интервал прогнозирования на подынтервалы, каждый из которых характеризуется собственным темпом прироста p . Так, если выделить два подынтервала с темпами прироста g и p , соответственно, то формула (1) принимает вид;

$$P_t = C_0 \sum_{m=1}^k \frac{(1+g)^m}{(1+i)^m} + C_k \sum_{m=k+1}^{\infty} \frac{(1+p)^m}{(1+i)^m}, \quad (1.37)$$

где C_0 - дивиденд, выплаченный в базисный момент времени; C_k - прогноз дивиденда в k -ом периоде; g - прогноз темпа прироста дивиденда в первые k подпериодов; p - прогноз темпа прироста дивидендов в последующие подпериоды.

Главная сложность этой модели состоит в выделении подпериодов, прогнозировании темпов прироста (как правило, в прогнозах темпы прироста в динамике снижаются) и коэффициентов дисконтирования для каждого подпериода. При выделении нескольких подпериодов модель становится более

громоздкой в представлении, однако вычислительные процедуры достаточно просты. Безусловно, модель должна рассматриваться в динамике и постоянно уточняться по мере получения новой информации, в частности, по истечении очередного подпериода.

В теории и практике оценки акций описана и получила достаточно широкое распространение ситуация, когда темп прироста дивидендов в течение нескольких лет прогнозного периода меняется (фаза непостоянного роста), однако по истечении этих лет он устанавливается на некотором постоянном уровне. Считается, что такое развитие событий характерно для компаний, находящихся в стадии становления, либо для уже зрелых компаний, осваивающих новые виды продукции или перспективные рынки сбыта. Тогда в течение непродолжительного подпериода темп прироста может быть сравнительно высоким, причем не обязательно одинаковым, а затем он снижается и становится постоянным. Наиболее общая постановка задачи в этом случае такова.

Пусть продолжительность фазы непостоянного роста составляет k лет, дивиденды в этот период по годам равны C_j , $j = 1, 2, \dots, k$. C_{k+1} - первый ожидаемый дивиденд фазы постоянного роста с темпом g ; r - приемлемая норма прибыли. Из вышеизложенного вытекает, что, в первые k лет прогнозируется бессистемное изменение величины годового дивиденда, а начиная с момента $(k + 1)$, эта величина будет равномерно увеличиваться, т.е.

$$C_{k+2} = C_{k+1} \cdot g; \quad C_{k+3} = C_{k+1} \cdot g^2, \text{ и т.д.}$$

Тогда второе слагаемое в формуле (1.37) можно представить в виде:

$$V_{tk} = \frac{C_{k+1}}{r - g}.$$

Показатель V_{tk} дает оценку акции на конец периода k . Поскольку мы пытаемся сделать оценку с позиции начала первого года, значение V_{tk} нужно дисконтировать. Таким образом, формула (1.37), позволяющая рассчитать теоретическую стоимость акции на конец года 0, может быть трансформирована следующим образом:

$$V_t = \sum_{j=1}^k \frac{C_j}{(1+r)^j} + \frac{C_{k+1}}{r-g} \cdot \left(\frac{1}{1+r} \right)^k. \quad (1.40)$$

Пример 1.12 В течение последующих четырех лет компания планирует выплачивать дивиденды соответственно 1,5; 2; 2,2; 2,6 долларов на акцию. Ожидается, что в дальнейшем дивиденд будет увеличиваться равномерно с

темпом 4% в год. Рассчитать теоретическую стоимость акции, если рыночная норма прибыли 12%.

Величина ожидаемого дивиденда пятого года будет равна: $2,6 \cdot 1,04 = 2,7$ дол. По формуле (1.38):

$$V_t = \frac{1,5}{1+0,12} + \frac{2}{(1+0,12)^2} + \frac{2,2}{(1+0,12)^3} + \frac{2,6}{(1+0,12)^4} + \\ + \frac{2,7}{0,12-0,04} \cdot \frac{1}{(1+0,12)^4} = 27,62 \text{ дол.}$$

Таким образом, в условиях эффективного рынка акции данной компании на момент оценки должны продаваться по цене, примерно равной 27,62 дол.

Г Л А В А 2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

2.1 Оценка наличных потоков и классификация проектов

Реализация инвестиционных проектов требует отказа от денежных средств сегодня в пользу получения прибыли в будущем. Как правило, на получение прибыли следует рассчитывать не ранее, чем через 1 год после стартовых затрат (инвестиций).

Объектами реальных инвестиционных вложений может служить оборудование, здания, земля, природные ресурсы.

Инвестиционный проект оценивается, прежде всего, с точки зрения его технической выполнимости, экологической безопасности и экономической эффективности, под которой понимают результат сопоставления получаемой прибыли и затрат, т.е. определяется норма прибыли.

Естественно, что предпочтение отдается проекту, сулящему наибольшую эффективность.

Очевидно, что при наличии нескольких различных проектов можно получить разный размер прибыли, но эффективность этих проектов может быть различна, так как на их реализацию потребуются различные затраты. Оценивая эффективность инвестиционных проектов, следует учитывать и степень риска. При реализации инвестиционных проектов рассматриваются риски двух видов: **предпринимательский** и **финансовый**.

Под предпринимательским риском понимается риск, связанный с деятельностью компании, он обусловлен характером бизнеса. Финансовый риск обусловлен изменениями рыночной ставки дохода на вложенный капитал.

Для упрощения исследования эффективности инвестиций предполагается, что необходимая норма прибыли задана и одинакова для всех инвестиционных проектов и, кроме того, для любого из рассматриваемых проектов степень риска одинакова.

При наличии необходимых предпосылок для инвестиционной деятельности руководствуются следующими основными принципами:

- 1) Выбирают направление и объекты инвестиционных вложений.
- 2) Производят расчет денежных потоков, способных обеспечить реализацию инвестиционных проектов.
- 3) Оценивают ожидаемые денежные потоки в результате реализации инвестиционного проекта.
- 4) Выбирают оптимальный проект, руководствуясь существующими критериями оценки инвестиционных проектов.

- 5) Производят периодическую переоценку инвестиционных проектов после их принятия.

К моменту принятия решения об инвестировании должны быть оценены ожидаемые затраты и доходы, производимые проектом. Часто, подготовленные грубые предварительные оценки, когда проект впервые определен, должны быть пересмотрены и уточнены при вынесении предложения на рассмотрение. Наконец, накануне решения, эти пересмотренные оценки должны быть уточнены еще раз. Поэтому уместная разработка, маркетинг и финансовые данные должны компилироваться и сопоставляться из многочисленных отделов фирмы. В заключительной стадии, многие из оценок стоимости будут заменены в соответствии с фактическими предложениями, сделанными компаниями - поставщиками. Однако, выбор времени и величина будущих наличных потоков обычно сохраняют некоторую степень неуверенности в течение процесса составления и в течение жизни проекта (полного срока его реализации).

Важнейшей задачей экономического анализа инвестиционных проектов является расчет денежных потоков, возникающих при реализации производственной продукции. Только поступающие денежные потоки могут обеспечить реализацию инвестиционного проекта. Поэтому именно поступающие денежные потоки, а не прибыль становятся центральным фактором в анализе инвестиционного проекта. Иначе говоря, экономический анализ инвестиционных решений должен быть основан на исследовании доходов и расходов, выраженных в форме денежных потоков, а не на изменениях, вызванных только условностями бухгалтерского учета. Оценка наличных потоков является достаточно важным элементом оценки инвестиционного проекта

Оценка денежных потоков. Расчет денежных потоков, возникающих при реализации производственной продукции, является важнейшей задачей экономического анализа инвестиционных проектов. Для каждого инвестиционного проекта необходима информация об необходимых потоках наличности с учетом налоговых платежей.

Только поступающие денежные потоки могут обеспечить реализацию инвестиционного проекта. Поэтому именно поступающие денежные потоки, а не прибыль становятся центральным фактором в анализе. Иначе говоря, экономический анализ инвестиционных решений должен быть основан на исследовании доходов и расходов, выраженных в форме денежных потоков, а не на изменениях, вызванных только условностями бухгалтерского учета.

Характер информации, необходимой для принятия решения об инвестировании, покажем на следующем примере.

Пример 2.1. Предприятие рассматривает инвестиционный проект – приобретение новой технологической линии. Стоимость линии (цена приобретения + перевозка и монтаж) – 30,0 млн. у.д.е., срок эксплуатации 5 лет; амортизационные отчисления на оборудование (износ) производятся по методу прямолинейной амортизации, т.е. 20% годовых; суммы, вырученные от ликвидации оборудования, покроют расходы по его демонтажу. Выручка от

реализации продукции, произведенной на данной линии, прогнозируются по годам в следующих объемах (тыс. у.д.е.): 20400; 22200; 24600; 24000; 20600.

Текущие расходы по годам рассчитываются следующим образом: 10200 тыс. у.д.е. в первый год эксплуатации. Ежегодно эксплуатационные расходы увеличиваются на 4%. Ставка налога на прибыль составляет 40%.

В текущих расходах учитываются расходы на оплату труда, сырья, материалов, энергии и прочие эксплуатационные расходы.

С увеличением объема выпуска растет не только масса прибыли, но и величина налогов. Для расчета реального денежного потока амортизация и любые другие, номинально денежные расходы должны добавляться к чистому доходу (валовой доход минус налоги). Расчет потока чистых денежных платежей представим в таблице:

	Годы				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
1.Объем реализации	20400,0	22200,0	24600,0	24000,0	20000,0
2.Текущие расходы	-10200,0	-10608,0	-11032,30	-11473,6	-11932,6
3.Амортизация (износ)	-6000,0	-6000,0	-6000,0	-6000,0	-6000,0
4.Налогооблагаемая прибыль (валовая)	4200,0	5592,0	7567,7	6256,4	2067,4
5.Налог на прибыль	-1680,0	-2236,8	-3027,0	-2611,6	-827,0
6.Чистая прибыль	2520,0	3355,2	4540,7	3915,8	1240,4
7.Чистые денежные поступления	8520,0	9355,2	10540,7	9915,8	7240,4

В нашем примере члены денежного потока являются положительными величинами. Вместе с тем, на практике встречаются денежные потоки, члены которого могут быть как положительными, так и отрицательными величинами, т.е. характер денежных потоков может меняться от проекта к проекту. В дальнейшем мы рассмотрим такие варианты.

Замещение и амортизация. Рассмотрим еще один подход при оценке денежного потока.

Пример 2.2. Предположим, что мы планируем заменить старое оборудование на новое, обладающее принципиально новыми параметрами. Цена нового оборудования равна 55500 у.д.е. и 4500 у.д.е. потребуется затратить на его установку. Общие издержки составляют 60000 у.д.е. (55500 + 4500). При реализации оборудования получено 6000 у.д.е.

Следовательно, стартовый поток денежных средств составит 54000 у.д.е. (60000 - 6000). Введение нового оборудования дает экономию денежных

средств в размере 21300 у.д.е в год до налогообложения в течение 5 лет, после чего экономия прекратится, а оборудование не будет иметь ликвидационной стоимости.

При рассмотрении данного проекта нас интересует разница между величинами денежных потоков в результате двух альтернатив: продолжение работы на старом оборудовании или замены его новым.

Так как срок эксплуатации оборудования данного типа более одного года, мы не можем сразу вычесть всю его стоимость из прибыли для уменьшения налогооблагаемой базы, т.е. мы должны начислить по нему амортизацию.

Далее расчет валовой прибыли, как налогооблагаемой базы, производится также, как в предыдущем примере.

Предположим, что оборудование, приобретение которого мы планируем, имеет срок амортизации 5 лет и амортизационные отчисления производятся равными долями в течение всего срока эксплуатации.

Годовая норма амортизации составляет 20% от полной стоимости оборудования, т.е. $60000 \cdot 0,2 = 1200$ у.д.е. ставка подоходного налога 40%. Остаточная стоимость старого оборудования составляет 6000 у.д.е., следовательно, его амортизация равна $6000 \cdot 0,2 = 1200$ у.д.е.

Имея эту информацию, мы можем вычислить ожидаемый чистый поток денежных средств (после налогообложения). Расчет представим в таблице.

	Бухгалтерский учет	Учет денежных потоков
Годовая экономия денежных средств	21300	21300
Износ новой машины	12000	
Износ старой машины	-1200	
Дополнительная амортизация	10800	
Доход до налогообложения	$21300 - 10800 = 10500$	
Подоходный налог (40%)	$10500 \cdot 0,4 = 4200$	-4200
Дополнительный доход после налогообложения	$10500 - 4200 = 6300$	
Чистый денежный поток за год		17100 или $6300 + 10800 = 17100$

При расчете чистого потока денежных средств вычитаются дополнительные расходы на выплату федерального подоходного налога из величины ежегодной экономии денежных средств ($21300 - 4200 = 17100$).

Эта цифра (17100) сопоставляется с дополнительным доходом после выплаты налогов, который равен 6300 у.д.е. в год. Денежный поток и чистая

прибыль различаются на сумму дополнительного износа ($17100 - 10800 = 6300$). Вследствие того, что стартовые расходы составляют 54000 у.д.е., мы можем заменить старое оборудование на новое, ожидая получить чистую экономию 17100 у.д.е. ежегодно в течении 5 лет.

Рассмотрев основные принципы определения денежных потоков, перейдем к методам анализа эффективности инвестиционных проектов. Чтобы суметь правильно оценить наличные потоки проектов, необходимо правильно их классифицировать. Рассмотрим следующую возможную классификацию проектов по следующим признакам:

- **а) размеру проекта.** Количество наличных ресурсов, требуемых, для того, чтобы осуществить проект, обеспечивает полезный путь дифференциации трех классов инвестиций: главные проекты, регулярные расходы капитала, и маленькие предложения. Точно так же проекты могут классифицироваться типом используемых ресурсов: земля, основной персонал управления, закрытая площадь, и так далее.

- **б) типу выгоды.** Выгоды могут возникать, или от уменьшения стоимости, или от расширения продаж существующих изделий, или от инвестирования в новые направления бизнеса, или от сокращения риска, или от социальных инвестиций, разработанных для улучшения основных условий производства. Горячие души для рабочих, улучшенные средства антизагрязнения, и возможно даже вклад в фонд благосостояния сообщества - примеры последнего типа инвестиции.

- **в) степенью зависимости.** Взаимозависимость между двумя инвестиционными проектами - другая категория, которая может возникать по нескольким причинам:

1. может быть технически невозможно предпринять и инвестицию А, и инвестицию В. Такие инвестиции взаимно исключительны, начиная с принятия одной, исключается принятие другой. Ранняя идентификация взаимно исключительных альтернатив является особенно важным элементом их анализа: многие усилия, большое количество терпения, и часто деньги потрачены впустую, когда два эксперта независимо исследуют, развивают и начинают проекты, которые признаны позже как взаимно исключающие. Многочисленные примеры таких инвестиций приведены ниже: баскетбольный зал и плавательный бассейн не могут быть построены на той же самой свободной площади; электростанция может быть ядерная или угольная, но не обе.

2. Если решение выполнять первую инвестицию увеличивает ожидаемые выгоды от второго проекта, то инвестиции считаются дополнительными. Например, строительство оборудования, перерабатывающего воду, может иметь положительное воздействие на доходность множества других проектов.

3. Если принятие одного проекта уменьшает доходность второго проекта, они считаются как заместители. Таким образом, когда большой изготовитель

лезвия типа Gillette рассмотрел введение безупречных стальных лезвий, предсказанный доход от продажи новых лезвий был возмещен, частично, снижением в ожидаемых продажах обычных лезвий.

4. Экономическая независимость или зависимость должна различаться от другого типа взаимосвязи, а именно статистической независимости (или зависимости). Два проекта считаются статистически зависимыми, когда увеличение (уменьшение) выгоды от одного сопровождаются увеличением (уменьшением) выгоды от второго. Таким образом, доход от двух линий предметов роскоши (например, икры и Cadillacs), вероятно, будет колебаться вместе.

• **г) типом наличного потока.** Другой тип классификации является техническим по характеру, но может доказывать полезность при анализе альтернативных мер доходности проекта. Здесь предсказанные наличные потоки проекта можно классифицировать как или обычный или необычный. Обычный инвестиционный проект определен как проект, в котором начальная издержка сопровождается потоком положительных чистых поступлений формы: - + + + ...; или, если расходы имеют место более чем один раз, наличный поток имеет форму: - - + +

Числовой пример поможет разъяснить это. Рассмотрим следующие инвестиционные проекты, чьи наличные потоки - обычный тип.

	Год 0	1	2	3	4	5
Проект А	-100	+ 110	-	-	-	-
Проект В	-100	-	-	-	+ 150	-
Проект С	-100	+ 40	+ 40	+ 40	+ 40	+ 40
Проект D	-100	-100	+ 80	+ 100	+ 50	+ 75

Как может быть замечено, обычный инвестиционный проект - тот, чей наличный поток имеет только одно изменение в признаке от отрицательного номера к положительному: - + + + или - - + + + или - +. Следовательно проекты с чистыми предельными затратами, которые имеют наличные потоки формы - + + + - являются необычными, так как такие проекты имеют два изменения в признаке: сперва следует начальная инвестиционная издержка, затем приток наличности и в заключении, опять издержки. Пример необычного проекта обеспечивается случаем горной промышленности, в котором компании требуется, восстановить физическое появление концессии после того, как поставка рудного камня была истощена. Точно так же, проекты с начальными положительными притоками формы + - + + + также имеют необычные наличные потоки.

С этой точки зрения, написание, например, учебника обеспечивает пример такого проекта: начальное отрицательное значение потока отражает оплату аванса издателя и инвестиционные издержки автора, которое предшествуют более позднему потоку лицензионных платежей.

Возможно много других классификаций. Некоторые фирмы назначают оценку приоритета к альтернативным предложениям, классифицируя проекты как 'срочный', 'требуемый', 'желательный', и так далее. Другие классифицируют инвестиционные альтернативы местоположением проектов в пределах фирмы или в пределах отделов. Различные схемы классификации не являются взаимно исключаящими: фирма может, и многие это делают, использовать все вышеупомянутые классификации на одной или другой стадии их процесса составления инвестиционного бюджета.

2.2 Чистая текущая стоимость (NPV)

Суть метода сводится к расчету чистой текущей стоимости – NPV (net present value), которую можно определить следующим образом: **текущая стоимость денежных притоков за вычетом текущей стоимости денежных оттоков**. Чистая текущая стоимость (NPV) – это метод оценки желательности инвестиций, которая может быть определена математически следующим образом:

$$NPV = \frac{S_1}{1+k} + \frac{S_2}{(1+k)^2} + \frac{S_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{S_n}{(1+k)^n} - I_0, \quad (2.1)$$

или

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k)^t} - I_0,$$

где:

S_t - ожидаемые платежи в конце года t , $t = 1, 2, \dots, n$;

I_0 - начальная инвестиционная издержка;

k - коэффициент дисконтирования (годовая процентная ставка), т.е., требуемый минимум ежегодной нормы возвращения на новую инвестицию;

n - продолжительность проекта в годах;

Данный метод предусматривает дисконтирование будущих чистых наличных притоков по норме, которая отражает ценность альтернативного использования фондов, суммируя их за время проекта и вычитая издержки.

Важным моментом при нахождении NPV проекта является выбор уровня коэффициента дисконтирования, т.е. процентной ставки (нормы), по которой производится дисконтирование. В экономической литературе иногда ее называют ставкой сравнения, т.к. оценка эффективности инвестиций часто производится при сравнении вариантов капиталовложений. Этот коэффициент должен отражать ожидаемый усредненный уровень ссудного процента на финансовом рынке. Важным моментом при определении коэффициента дисконтирования, по которому производятся вычисления, является учет риска. Риск в инвестиционном процессе, независимо от его конкретных форм, в

конечном счете, предстает в виде возможного уменьшения реальной отдачи от вложенного капитала, по сравнению с ожидаемой. Так как это уменьшение проявляется во времени, то рекомендуется вводить поправку к коэффициенту дисконтирования для учета возможных потерь.

Коэффициент дисконтирования должен характеризовать доходность по безрисковым вложениям (краткосрочные государственные ценные бумаги), т.е. добавлять некоторую рисковую премию, учитывающую как специфический риск, связанный с неопределенностью получения дохода от конкретного капиталовложения, так и рыночный риск, связанный с конъюнктурой.

Прежде, чем начнем применять NPV-метод, надо уяснить, что:

- если NPV положителен, то следует принимать проект;
- если NPV отрицательный, то следует отклонять проект;
- если NPV равен нулю, то проект ни прибылен, ни убыточен.

Таким образом, фирма должна выполнить проекты с положительным NPV и отклонять те предложения, чей NPV отрицателен. В случае, когда NPV равен нулю, фирме следует применять другие методы анализа, привязанные к ее целям.

Абсолютная величина чистой текущей стоимости зависит от двух факторов. Первые характеризуют инвестиционный процесс объективно. Они определяются производственным процессом (больше продукции – больше выручки; меньше затраты – больше прибыли и т.д.). ко второму виду относится единственный параметр – коэффициент дисконтирования. Напомним, что величина этого коэффициента – результат выбора, результат субъективного суждения, т.е. величина условная. В силу чего целесообразно при анализе инвестиционных проектов определять NPV не для одного коэффициента, а для некоторого диапазона коэффициентов.

При прогнозировании потоков наличности по годам необходимо учитывать все виды поступлений как производственного характера, так и непроизводственного характера, которые могут быть ассоциированы с данным проектом.

Графическое представление NPV

Размер NPV проекта зависит от коэффициента дисконтирования. Эта зависимость может визуализироваться, используя график NPV. Рассмотрим следующий пример: в проект инвестированы \$100. В конце одного года получаем \$200, тогда:

$$NPV = \frac{S_1}{1+k} - I_0 = \frac{200}{1+k} - 100.$$

На Рис.2.1 представлен график NPV этого проекта, как функция от коэффициента дисконтирования.

Когда коэффициент дисконтирования равен нулю (пересечение на вертикальной оси), тогда NPV равно

$$NPV = \frac{200}{1+0} - 100 = 100.$$

Наоборот, если мы берем коэффициент дисконтирования бесконечно большой, то получаем:

$$NPV = \frac{200}{1+\infty} - 100 = -100.$$

При коэффициенте дисконтирования, равном 100%, NPV равен нулю:

$$NPV = \frac{200}{1+1} - 100 = 0.$$

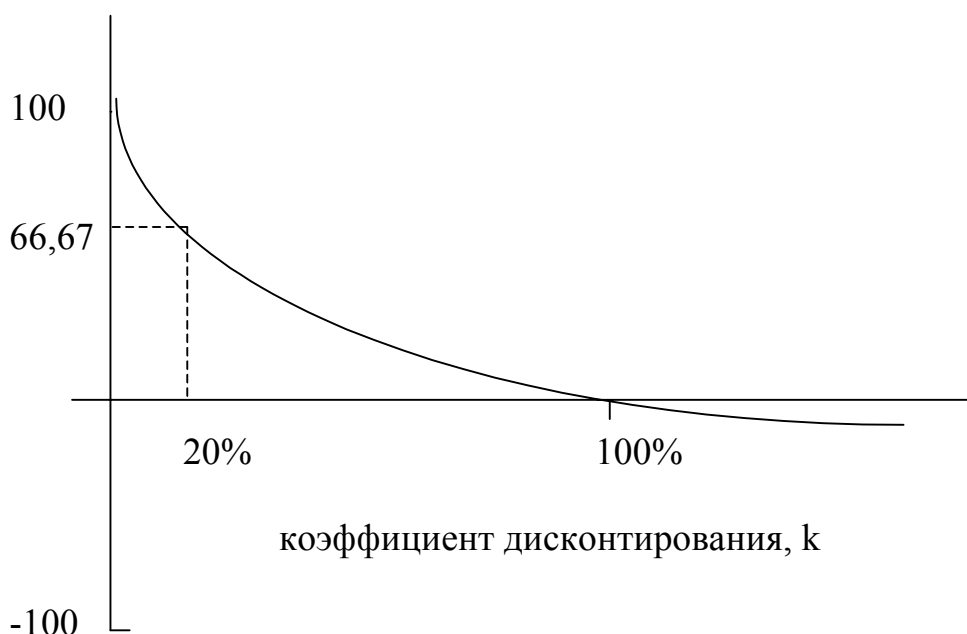


Рисунок. 2.1

Эти вычисления определяют три точки на графике. Из диаграммы ясно, что NPV проекта является положительным для всех коэффициентов дисконтирования ниже 100%, и поэтому должен быть принят, если коэффициент дисконтирования - меньше чем 100%. Например, если $k = 20\%$, то проект имеет положительный NPV, равный \$66.67:

$$NPV = 200/(1+0,2) - 100 = 166.67 - 100 = \$66.67.$$

Рис.2.2 обобщает анализ в течение обычного мультипериодного проекта. Если инвестиционный проект предполагает наличные потоки платежей в течение нескольких лет, то его NPV равен:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k)^t} - I_0.$$

Когда коэффициент дисконтирования (k) равен нулю (пересечение с вертикальной осью), NPV равняется алгебраической сумме не обесцененных потоков чистых платежей минус начальная инвестиционная издержка:

$$\sum_{t=1}^n S_t - I_0.$$

Когда коэффициент дисконтирования (процентная ставка) стремится к бесконечности, NPV уменьшается до $-I_0$. Так как мы приняли обычные наличные потоки ($- + + + \dots$), то NPV - функция убывает с увеличением коэффициента дисконтирования.

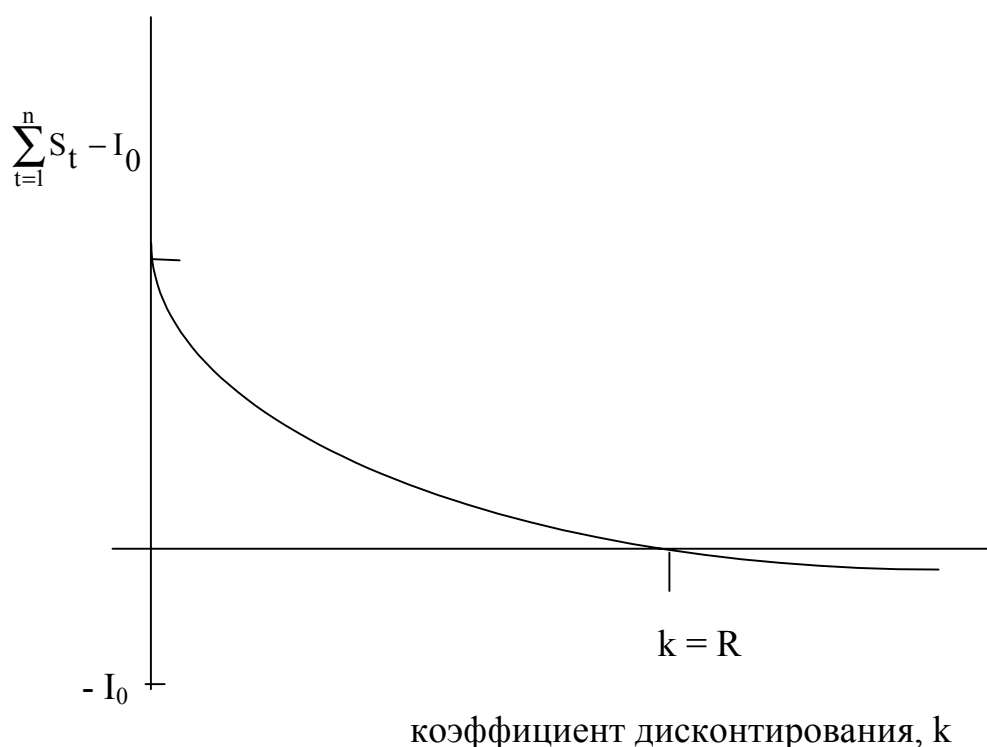


Рис. 2.2

Для каждого увеличения коэффициента дисконтирования текущая стоимость положительного наличного потока уменьшается, в то время как начальная инвестиционная издержка остается неизменной, так, что NPV проекта снижается.

Рис.2.2 показывает, что NPV проекта положителен, и поэтому предложение должно быть принято для всех процентных ставок (стоимости капитала) которые являются меньшими чем k .

Если имеем необычный проект, который предполагает не единовременные капиталовложения, то

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k)^t} - \sum \frac{I_m}{(1+k)^m} . \quad (2.2)$$

Пример 2.3 Рассматривается инвестиционный проект, связанный с приобретением нового оборудования. Первоначальные вложения, включающие стоимость покупки и установки, составляют 900 млн. грн. Кроме того, через три года предполагается провести переналадку приобретенного оборудования, стоимость которой составит 200 млн. грн. Реализовать проект предполагается за счет банковских кредитов в размере 900 млн. грн., взятого в начале осуществления проекта сроком на 6 лет, и в размере 200 млн. грн., взятого через 3 года сроком на 3 года. Денежные поступления в течение срока кредитов предполагаются следующими (в млн. грн.): 1-й год - 100; 2-й - 200; 3-й - 300; 4-й - 300; 5-й - 400; 6-й год -500. План погашения кредитов, предусматривающий ежегодную выплату процентов за истекший год и погашение части основного долга, приведен в таблице 3.7 (в млн. грн.), при ставке процентов по кредитам, равной 10% годовых.

Таблица 2.1

Год	Начисленные проценты	Поступление средств	Выплачиваются		Остаток долга	Доход после выплат
			Процент	Основной долг		
1-й	90	100	90	-	900	10
2-й	90	200	90	100	800	10
3-й	80	300	80	200	800	20
4-й	80	300	80	200	600	20
5-й	60	400	60	300	300	40
6-й	30	500	30	300	0	170
Всего	430	1800	430	1100		270

Для инвестиционного проекта, рассмотренного в примере, при использовании для дисконтирования ставки 10% текущая стоимость будущих денежных поступлений будет равна:

$$NPV_1 = \frac{100}{1+0,1} + \frac{200}{(1+0,1)^2} + \frac{300}{(1+0,1)^3} + \frac{300}{(1+0,1)^4} + \frac{400}{(1+0,1)^5} + \frac{500}{(1+0,1)^6} = 1217 \text{ млн. грн.}$$

Текущая стоимость расходов будет равна:

$$I_1 = 900 + \frac{200}{(1 + 0,1)^3} = 1050 \text{ млн. грн.}$$

Чистая текущая стоимость рассматриваемого инвестиционного проекта при $k = 10\%$ составит:

$$NPV = 1217 - 1050 = 167 \text{ млн. грн.}$$

Если при дисконтировании использовать ставку 20% , текущие значения денежных поступлений и расходов и чистая текущая стоимость инвестиционного проекта будут равны:

$$NPV_2 = 869 \text{ млн. грн.}, \quad I_2 = 1016 \text{ млн. грн.}, \quad NPV = -147 \text{ млн. грн.}$$

Следовательно, при таком значении ставки процентов, используемой для дисконтирования, сумма текущих значений расходов превысит сумму текущих значений будущих денежных поступлений, т. е. с этой точки зрения инвестиции будут убыточными.

Таким образом, чистая текущая стоимость существенно зависит от ставки процентов, используемой при дисконтировании. В литературе такую ставку процентов называют также ставкой сравнения, барьерным коэффициентом, дополнительными издержками по капиталовложениям. Из рассмотренного примера видно, что чистая текущая стоимость инвестиционного проекта в зависимости от принятой при ее расчете ставки сравнения может быть как положительной, так и отрицательной. Следовательно, при некотором значении ставки сравнения чистая текущая стоимость инвестиционного проекта будет равна нулю. Такое значение ставки сравнения будет представлять собой внутреннюю норму доходности инвестиционного проекта.

Рассмотрим еще одну ситуацию, связанную с расчетом текущей стоимости инвестиций. В Положении об инвестиционном конкурсе по продаже пакетов акций акционерных обществ, созданных в порядке приватизации государственных и муниципальных предприятий (Приложение к распоряжению Госкомимущества России N 342-р от 15 февраля 1994 г.) говорится, что объем инвестиций определяется как текущая стоимость предложенного участником объема инвестиций в рублях, дисконтированная с учетом периода их внесения по ставке рефинансирования (месячной, квартальной, годовой) Центрального банка, действующей на дату подведения итогов конкурса, по формуле

$$NPV_{\text{общ}} = S_0 + \frac{S_1}{1+i} + \frac{S_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n},$$

т. е. по рассмотренной ранее формуле дисконтирования с использованием ставки сложных процентов.

Пример 2.4 На инвестиционном конкурсе рассматриваются три варианта инвестиций в течение 4 лет со следующими схемами инвестирования:

вариант «А»: общая сумма инвестиций - 1500 млн. грн., вложения по годам (в млн. грн.): $S_0 = 500$; $S_1 = 100$; $S_2 = 200$; $S_3 = 300$; $S_4 = 400$;

вариант «Б»: общая сумма инвестиций - 1500 млн. грн., вложения по годам (в млн. грн.): $S_0 = 500$; $S_1 = 400$; $S_2 = 300$; $S_3 = 200$; $S_4 = 100$;

вариант «В»: общая сумма инвестиций - 2000 млн. грн., вложения по годам (в млн. грн.): $S_0 = 500$; $S_1 = 100$; $S_2 = 200$; $S_3 = 300$; $S_4 = 900$.

При ставке сравнения 20% текущая стоимость инвестиций составит (в млн. грн.): вариант «А» - 1088; вариант «Б» - 1206; вариант «В» - 1330, при ставке сравнения 10%: вариант «А» - 567; вариант «Б» - 668; вариант «В» - 572.

Из этих результатов следует, что текущая стоимость инвестиций по проекту «Б» в обоих случаях будет больше текущей стоимости инвестиций по проекту «А», поскольку при равном их объеме, без учета дисконтирования, по проекту «Б» более крупные суммы будут вкладываться в более ранние сроки, т. е. проект «Б» с этой точки зрения более предпочтителен, чем проект «А». В то же время выводы, сделанные при сравнении инвестиционных проектов «Б» и «В», не являются столь однозначными. Объем инвестиций по проекту «В» без учета дисконтирования на треть больше, однако соотношение текущей стоимости инвестиций по проектам «Б» и «В» будет зависеть от принятой ставки сравнения. При ставке сравнения 20% текущая стоимость инвестиций по проекту «В» будет больше, а при ставке сравнения 10% - меньше, чем по проекту «Б».

При выборе наиболее предпочтительного варианта инвестиций следует учитывать, что, как было показано выше, ставка сравнения играет роль только при сравнении текущих значений предполагаемых денежных поступлений (доходов) и расходов, т. е. при определении чистой текущей стоимости инвестиционного проекта, и только в случае, если за инвестируемый капитал необходимо платить (проценты за кредит и дивиденды акционерам). С точки зрения конкурсной комиссии текущая стоимость инвестиций не должна являться определяющим показателем. Более важными критериями выбора инвестиционного проекта должны быть доходы от его реализации (цена покупки пакетов акций, налоги на будущую прибыль) в сочетании с нефинансовыми преимуществами (экология, удобства для населения и др.).

2.3 Внутренняя ставка дохода

Внутренняя ставка дохода IRR (internal rate of return) – другая, обесцененная временем мера инвестиционного проекта. IRR определяется как тот коэффициент дисконтирования R , при котором приведенная стоимость потока платежей совпадает с начальной инвестиционной издержкой, т.е.:

$$I_0 = \frac{S_1}{(1+R)} + \frac{S_2}{(1+R)^2} + \frac{S_3}{(1+R)^3} + \dots + \frac{S_n}{(1+R)^n} = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+R)^t}. \quad (2.3)$$

Величина R , которая определяется, как решение данного уравнения называется внутренней ставкой дохода инвестиционного проекта (IRR). Альтернативное и эквивалентное определение IRR – «коэффициент дисконтирования, который приравнивает NPV наличного потока к нулю»:

$$\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+R)^t} - I_0 = 0.$$

Последняя формула более полезна при вычислении IRR, для инвестиций, чьи наличные потоки получены за несколько лет. Вычислительная процедура следующая: учитывая наличные потоки и инвестиционную издержку, выбирают наугад коэффициент дисконтирования, и вычисляют NPV проекта. Если NPV положителен, выбирают более высокий коэффициент дисконтирования и повторяют процедуру; если NPV отрицательный, выбирают, более низкий коэффициент дисконтирования и повторяют процедуру. Коэффициент дисконтирования, который обращает NPV в 0 и есть IRR, и на этом процедура вычислений заканчивается.

На рис.2.2, на котором график NPV проекта изображен как функция от коэффициента дисконтирования, IRR расположен в точке пересечения с горизонтальной осью, то есть в точке k . Это - коэффициент дисконтирования, который уменьшает NPV до нуля (следовательно, $k = R$). Можно проверить по графику, что для всех $k < R$ NPV положителен; наоборот, для всех $k > R$ NPV отрицательный. В отличие от NPV, который может измениться в зависимости от выбранного коэффициента дисконтирования, IRR проекта, установлен раз и навсегда, независимо от коэффициента дисконтирования.

Показатель внутренней нормы доходности – IRR характеризует максимально допустимый уровень расходов, которые могут быть произведены при реализации данного проекта. Таким образом, методика применения правила IRR такова:

- если R - больший, чем k , примите проект;
- если R - меньше чем k , отклоните проект;
- если R – равен k , проект ни прибылен, ни убыточен.

Замечание 1. Если $S_t = S$, то инвестиционный проект является частным случаем рентных платежей и поэтому для расчета R можно применять формулы рентного исчисления.

Замечание 2. Для нахождения величины R можно применять метод последовательных приближений, изложенный автором в работе [1].

Замечание 3 Для определения внутренней нормы доходности рассмотренным способом могут быть использованы существующие пакеты программ для компьютеров, например, пакет программ БОТи8 1-2-3, в котором имеется соответствующая подпрограмма. Можно также приближенно провести

расчеты по рассмотренным выше формулам, подбирая такое значение ставки сравнения, при котором чистая приведенная стоимость будет достаточно близка к нулю.

Пример 2.5 Анализируя результаты расчетов чистой приведенной стоимости инвестиционного проекта, рассмотренного в примере 1.3, можно сделать вывод, что значение внутренней нормы доходности будет находиться между 10 и 20%, поскольку значение чистой приведенной стоимости из положительного стало отрицательным. При ставке сравнения 14% чистая приведенная стоимость получается равной 22,3 млн. грн., а при ставке сравнения 15% - равной -9,6 млн. грн. Значение чистой приведенной стоимости стало отрицательным, поэтому значение внутренней нормы доходности будет находиться между 14 и 15% и с точностью до процента его можно принять равным 15%, поскольку значение -9,6 ближе к нулю, чем значение 22,3.

Если внутренняя норма доходности должна быть определена с точностью до десятых долей процента, то расчеты можно продолжить для ставок сравнения 14,9%, 14,8% и т. д. до тех пор, пока значение чистой приведенной стоимости не станет положительным, и принять в качестве внутренней нормы доходности то значение ставки сравнения, при котором абсолютное значение чистой приведенной стоимости будет наименьшим. Проведя такие расчеты, получаем, что наименьшее по абсолютной величине значение чистой приведенной стоимости рассматриваемого инвестиционного проекта, равное 0,14 млн. грн., будет при ставке сравнения 14,7%, которая и будет представлять собой внутреннюю норму доходности данного проекта с принятой точностью.

Экономическое объяснение правила IRR

Хотя IRR легко рассчитать, его экономическое значение не очевидно. Что точно означает 10% или 15% внутренняя ставка дохода? Почему IRR должен быть выше, чем стоимость капитала, если проект должен быть принят? Ответы на эти вопросы можно лучше всего рассмотреть на числовом примере. Рассмотрим наличный поток в гипотетическом двухлетнем инвестиционном проекте:

Год	0	1	2
Наличный поток	-173.60	+ 100	+ 100

Произведя соответствующие расчеты мы получаем что $IRR = 10\%$. Согласно методу IRR – предложение должно быть принято, пока коэффициент дисконтирования - меньше чем 10%.

Здравый смысл подсказывает, что если проект заработал 10%, и мы заимствуем деньги, необходимые для его финансирования меньше чем за 10%, то прибыль будет получена. То есть, мы будем способны возместить основной капитал и проценты за него из доходов от проекта и все еще иметь некоторые свободные деньги. Если банк требует больше чем 10%, наличный поток проекта будет недостаточен, и в результате будет понесена некоторая потеря; и

если норма процента точно равняется IRR проекта, проект ни прибылен, ни убыточен.

2.4 Чистая текущая стоимость против внутренней ставки дохода

Из предыдущей главы ясно, что чистая текущая стоимость (NPV) и внутренняя ставка дохода (IRR) близко связанные методы отбора предполагаемых капиталовложений. Оба – «отрегулированные временем» меры доходности, то есть они берут в рассмотрение важный элемент выбора - время. Даже их математические формулы почти идентичны по форме. Однако, если два инвестиционных критерия не ведут к идентичным решениям, нельзя избежать необходимости выбора между двумя методами измерения желательности предложений капиталовложения. Помня это, перейдем к анализу и сравнению NPV и IRR методов, чтобы определить, какой из них является оптимальным инвестиционным критерием. Чтобы сосредоточить внимание на критических свойствах двух критериев решения, примем, что величины платежей и выбор времени инвестиции известны.

2.4.1 Обычные потоки наличности

1) NPV против IRR: независимые проекты

Если ограничить обсуждение обычными проектами (имеющими только одно изменение в признаке, например - + +...), которые являются экономически независимыми друг от друга (то есть выбор одного проекта не устраняет выбор другого) – проблем никаких не возникает.

В этом случае, и NPV и IRR ведут к идентичному результату, т.е. оба метода принимают или отклоняют проект одновременно.

Эквивалентность может быть замечена из рис.2.3, на котором изображен график NPV обычного инвестиционного проекта как функция от коэффициента дисконтирования. Вспомним, что точка пересечения с горизонтальной осью, R , обозначает внутреннюю ставку дохода. (По определению, R - коэффициент дисконтирования, который уменьшает NPV проекта до нуля).

График показывает, что, если NPV положителен, например, используя коэффициент дисконтирования (стоимость капитала) k_1 , то R превышает k_1 . Ясно, что NPV, измеренный высотой линии, соединяющей k_1 с функцией NPV, является положительным и R находится справа от k_1 по горизонтальной оси. Наоборот, там, где NPV отрицательный, например, используя коэффициент дисконтирования k_2 , то R - меньше чем k_2 . В итоге, оба метода идентично принимают или отклоняют решения, т.е., если метод NPV выполнен, IRR должен также быть удовлетворен, и наоборот.

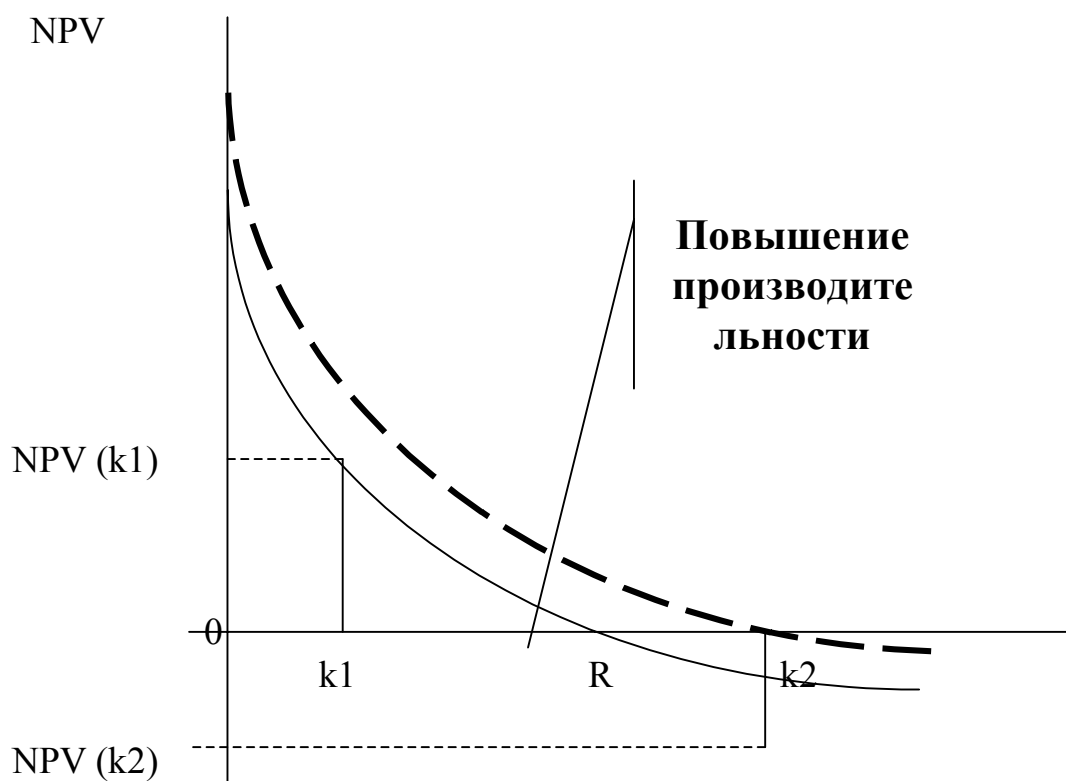


Рисунок 2.3

Таким образом, фирма, перед которой стоит проблема приемлемого выбора из допустимых инвестиционных предложений будет безразлична, какой метод используется.

Математическое доказательство этой эквивалентности. Предположим, что рассматриваемый проект имеет положительный NPV и поэтому должен быть принят фирмой, т.е.

$$\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k)^t} - I_0 > 0 \quad (2.4)$$

или

$$\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k)^t} > I_0.$$

IRR этого проекта – это значение R, которое является решением следующего уравнения:

$$\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+R)^t} = I_0. \quad (2.5)$$

Из этого соотношения следует, что левая часть уравнения (2.5), которая равняется I_0 , должна быть меньше, чем левая часть неравенства (2.4), которая является большим, чем I_0 . По определению числители S_t идентичны (и

положительны) в обоих случаях – это подразумевает, что R должен быть больше чем k , и наоборот R будет меньше, чем k , если NPV отрицательно. Отметим, что, если NPV принят нулевым, то $R = k$, по обоим методам, и тогда фирма будет безразлична к такому проекту. Следовательно, для любого обычного проекта, независимого от размера проекта и его продолжительности, IRR и NPV неизменно ведут к тому же самому решению: принятие или отклонение проекта.

2) NPV против IRR: зависимые проекты

Очевидно, что в данном случае эти два метода, не всегда выдают то же самое решение. В частности, нельзя избежать прямой конфронтации между двумя отрегулированными временем методами анализа доходности, как только берем зависимые проекты. Взаимно исключительные альтернативы часто неожиданно возникают в современном деловом мире. Существуют многочисленные примеры проектов, чье принятие устраняет выполнение другого проекта. Пятиэтажный жилой дом и десятиэтажное здание офиса не могут оба быть построены на том же самом участке земли; точно так же закупка компьютера устраняет альтернативу для аренды того же самого компьютера.

Проблемы, поднятые такой чрезвычайной зависимостью, могут быть проиллюстрированы на примере двух однолетних проектов:

	Начальные инвестиционные издержки	Чистый приток в конце года
Проект А	-10000	12000
Проект В	-15000	17700

Так как оба проекта имеют однолетнюю жизнь, их IRR может быть вычислен непосредственно:

$$\frac{12000}{1 + R_A} = 10000, \quad IRR_A = 20\% ;$$

$$\frac{17700}{1 + R_B} = 15000, \quad IRR_B = 18\% .$$

Принимая стоимость капитала $k = 10\%$ (дисконтный множитель 0.909), NPV двух проектов равен:

	Чистый приток	Дисконт- фактор	Начальные издержки	NPV
Проект А	12000	0.909	-10000	908
Проект В	17700	0.909	-15000	1089

Таким образом, несмотря на факт, что проект А имеет, выше внутреннюю ставку дохода, проект В имеет большую чистую текущую стоимость:

	IRR	NPV
Проект А	20%	908
Проект В	18%	1089

Теперь, если проекты А и В независимы, то, используя или метод NPV или метод IRR, какой из двух проектов - 'лучше купить'? В таком случае изложенный ранее метод анализа становится критическим: если фирма использует NPV критерий, проект В будет выбран, так как он имеет выше NPV ($1089 > 908$); однако, если фирма использует IRR критерий, будет предпочтен проект А, который имеет выше IRR ($20\% > 18\%$).

Этот парадоксальный результат отражает тот факт, что эти два критерия не обязательно оценивают проекты одинаково. В случае независимого предложения и отсутствия нормирования капитала, ранжирование не важно: в сущности, фирма безразлична относительно 'порядка', в котором проекты приняты, потому что принятие каждого не предотвращает принятие другого. Однако, в случае взаимно исключительных инвестиций, ранжирование становится критическим. Только одна из группы взаимно исключительных альтернатив может быть выполнена, и поэтому, нельзя быть безразличным к выбору между NPV и IRR методов.

Рис. 2.4 ясно показывает, что NPV ранжирование зависит от принятого коэффициента дисконтирования.

Для затрат капитала больше чем k_0 противоречие не возникает: и IRR и NPV методы назвали первый проект. Однако, для коэффициентов дисконтирования, которые являются меньшими чем k_0 эти два результата в различных ранжированиях: проект В имеет выше NPV, в то время как проект А имеет выше IRR. Вообще, если функции пересекаются в положительном секторе диаграммы, господство одного проекта над другим в соответствии с правилом NPV будет абсолютным. Но тем не менее там существует диапазон значений коэффициентов дисконтирования, в котором может возникать противоречащее ранжирование.

2.4.2 Различия в масштабе инвестиции

Различия в ранжировании проектов этими двумя методами могут возникать по разнообразным причинам. Например, потоки наличности следующих двух проектов:

Годы:	0	1	2	3
Проект А	-1000	505	505	505
Проект В	-11000	5000	5000	5000

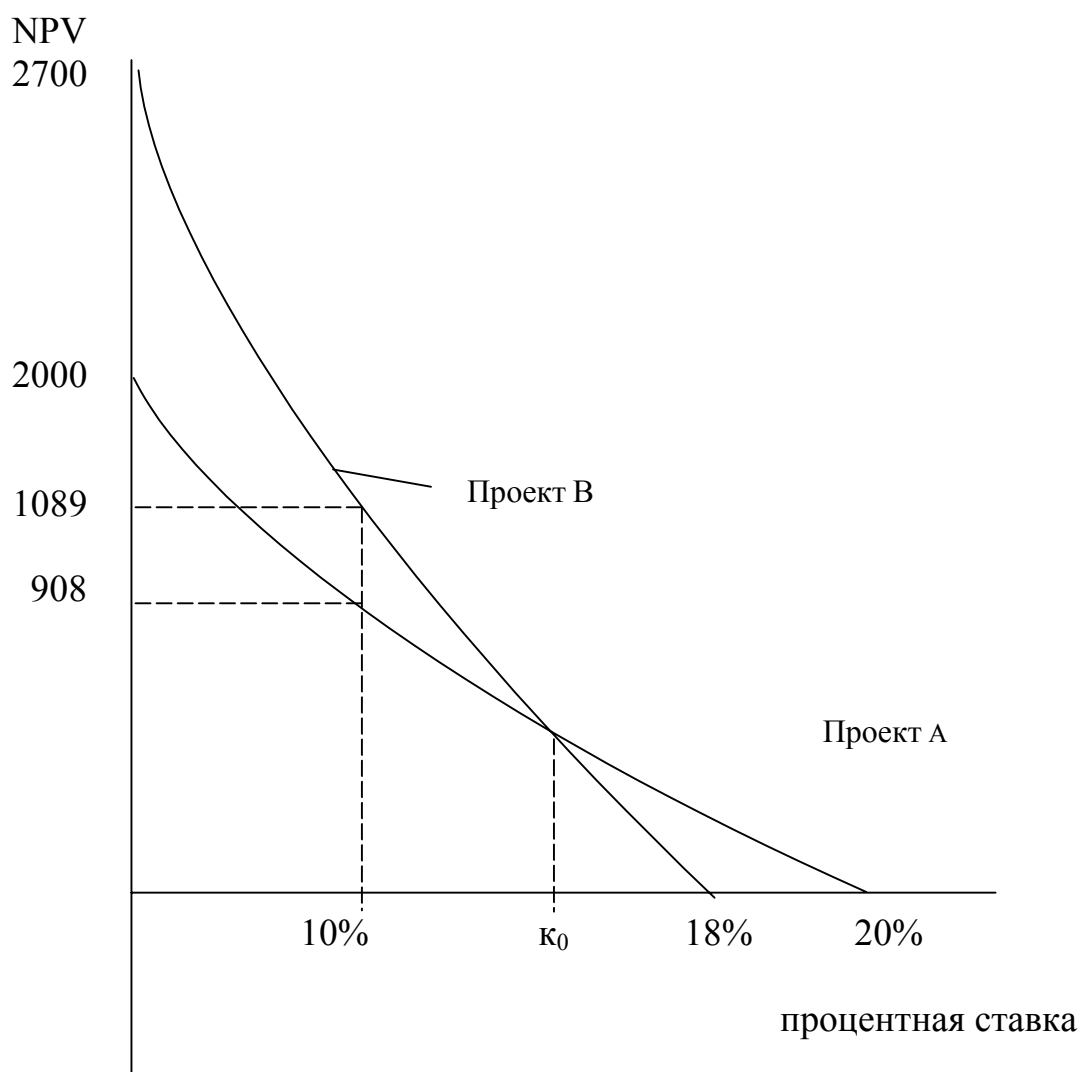


Рисунок 2.4

Если принять коэффициент дисконтирования 10%, т.е., если предположить, что фирма может приобретать фонды или находить альтернативные использования фондов за 10%, то оба проекта приемлемы или IRR или NPV методами. Оба проекта превышают стоимость капитала и оба имеют положительную чистую текущую стоимость:

	IRR	NPV
Проект А	24%	256
Проект В	17%	1435

Теперь пусть, эти два проекта взаимно исключительны. Если использовать IRR, то проект А со ставкой дохода 24%, предпочтительнее проекта В, который имеет только ставку дохода 17%. Однако, в соответствии с

правилом NPV, проект В должен быть предпочтен проекту А, так как его NPV больше NPV первого проекта. Какова причина этого неравенства в ранжировании проектов?

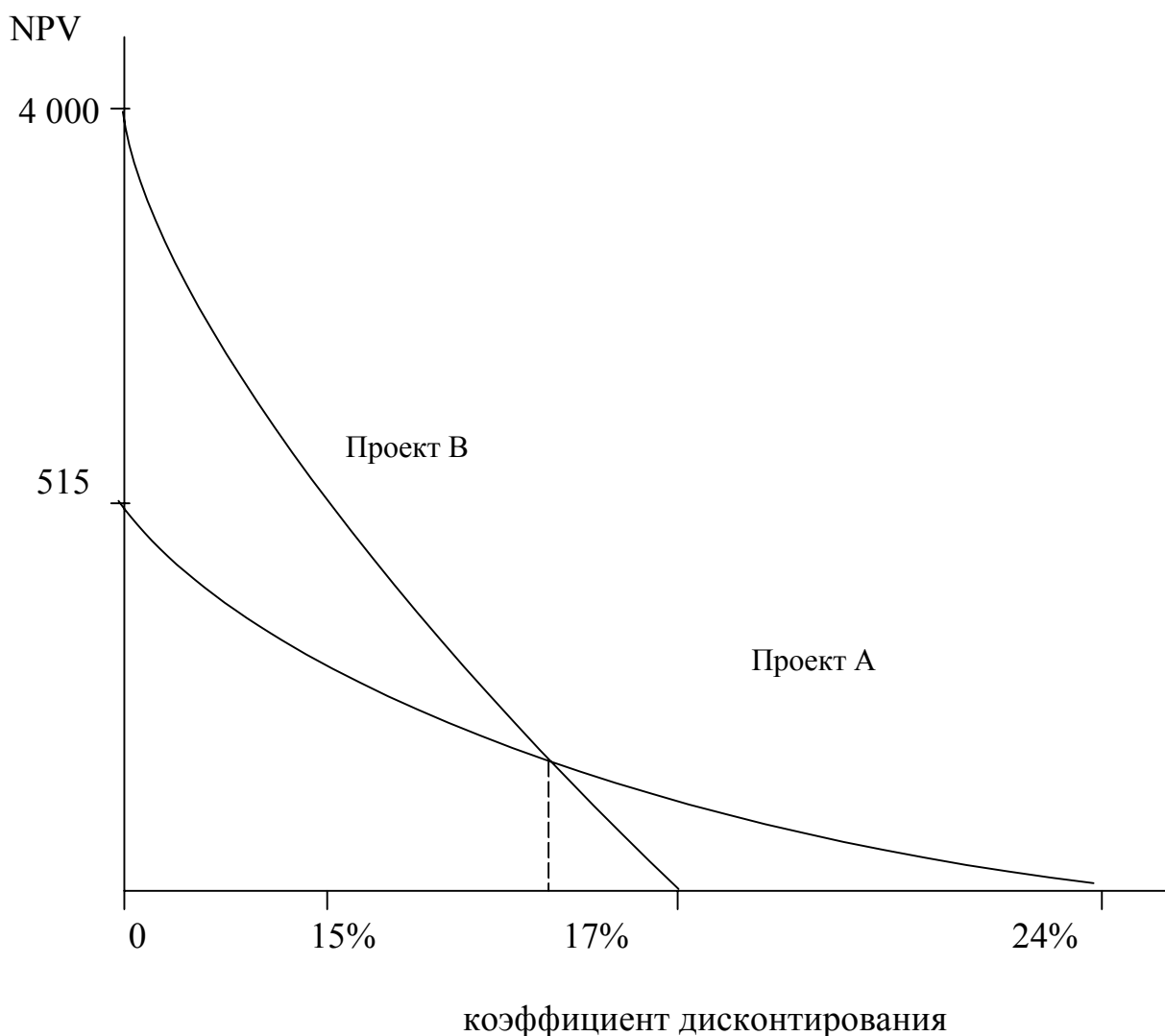


Рисунок 2.5

На рис.2.5 представлены графики NPV двух этих проектов. Как может быть замечено из этого рисунка, функции пересекаются в точке 16.58%. Интерпретация диаграммы такова: учитывая потребность создания выбора между двумя проектами, больший проект будет предпочтен меньшему, если стоимость капитала - ниже 16.58%.

Противоположное решение будет принято, если стоимость капитала больше чем 16.58%. Фактически, для учетных ставок больших, чем 17%, только меньший проект выполним; NPV проекта В становится отрицательным вне этой точки.

Как же можно объяснить тот факт, что для учетных ставок ниже 16.58% NPV метод дает приоритет проекту В, несмотря на его относительно низкую

ставку дохода? Для ответа на этот вопрос, рассмотрим возрастающий поток наличности (см. таблицу 2.2 и рис. 2.5).

Первоначально предположим, что фирма использует исключительно правило IRR и поэтому планирует выполнять проект А. Теперь, добавим дополнительную выгодную маркированную инвестицию «В минус А». Если решение принято в пользу проекта А, то полная инвестиция будет $A + (B - A) = B$, то есть фирма изменила бы проект А, на проект В.

Таблица 2.1

	0	1	2	3
Проект В	-11000	5000	5000	5000
Проект А	-1000	505	505	505
«В минус А»	-10000	4495	4495	4495

Выбор проекта В а не проекта А, скорее является эквивалентным выбору гипотетического проекта «В минус А», который представляет возрастающий поток наличности, следующий из такого решения. Таким образом, выбор большего проекта В эквивалентен выбору меньшего проекта А плюс дополнительные инвестиционные издержки \$10000, которые принесут \$4495 за каждый год в течение трех лет. Внутренняя ставка дохода на этом возрастающем потоке наличности - 16.58%, а исходная стоимость капитала равна 10%, что представляет выгодную возможность и должно быть принято.

Используя IRR критерий, фирма выбирает проект А, но как только что мы видели, она также хотела бы принять гипотетический поток наличности «В минус А». Это приводит к полному потоку наличности в фирме равной $A + (B - A) = B$. В этом примере, превосходство NPV метода было установлено даже при том, что было использовано правило IRR. Чтобы закончить анализ, стоит отметить, что, если стоимость капитала большая чем 16.58%, то гипотетический проект «В минус А» должен быть отклонен. Заметим, что NPV метод показывает (исследуя рис 2.5), что пересечение двух функций имеет место в коэффициенте дисконтирования 16.58%, который является таким же самым как IRR на возрастающем потоке наличности (см. рис. 2.6). Это следует из того, что точка пересечения представляет коэффициент дисконтирования, который приравнивает NPV двух проектов, и это эквивалентно коэффициенту дисконтирования, который приравнивает их различие к нулю. Последний, по определению, является IRR на возрастающем потоке наличности. Чтобы подвести итог заметим, что, если стоимость капитала больше чем 16.58%, то фирма должна придерживаться проекта А (проект В минус А должен быть отклонен). Но это случай, в котором NPV проекта А является большим чем NPV проекта В (см. рис. 1.5). Так что снова правило IRR может использоваться, чтобы оправдать использование NPV критерия.

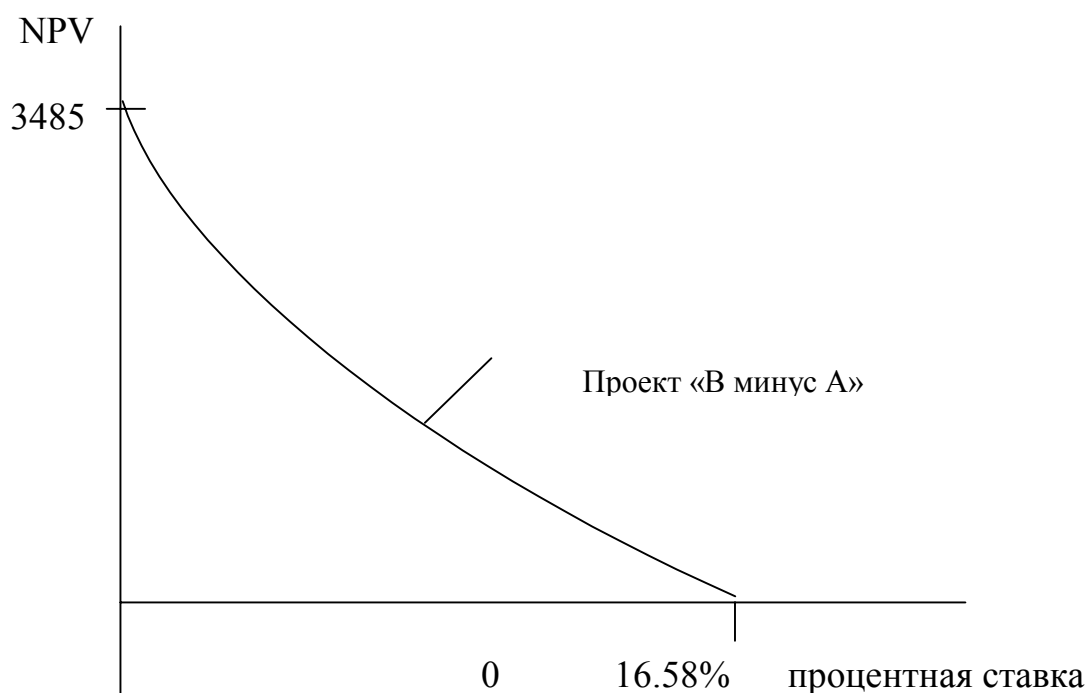


Рисунок 2.6

Автоматически исследуя и сравнивая возрастающий поток наличности, NPV метод гарантирует, что фирма достигнет оптимального масштаба инвестиции. IRR метод - который выражен как процент или относительная величина, а не абсолютная величина - игнорирует этот важный аспект инвестиционного решения. IRR метод всегда предпочитает возвращение 500% на одном долларе к возвращению 20% на одной сотне долларов. Большинство индивидуумов, как правило, и большинство фирм имеют цели, которые изложены в терминах абсолютных возвращений, а не в процентах. И так как NPV отражает абсолютные возвращения, это гарантирует оптимальность, когда возникают взаимно исключительные ситуации выбора.

2.5 Расчет индекса рентабельности и коэффициента эффективности инвестиций

2.5.1 Индекс рентабельности (profitability index -- PI).

Остановимся и проанализируем очень популярный вариант NPV метода, так называемого индекса доходности. Метод расчета данного показателя является, как бы продолжением метода расчета чистого приведенного дохода – NPV. Показатель PI в отличие от показателя NPV является относительной величиной.

Если инвестиции осуществлены разовым вложением, то данный показатель рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_1^n \frac{S_k}{(1+i)^k} : I_0 = \frac{\sum_1^n S_k V^k}{I_0},$$

где V^n – дисконтный множитель. Если инвестиции представляют собой некоторый поток, то

$$PI = \sum_1^n \frac{S_k}{(1+i)^k} \div \sum_1^m I_t V^t,$$

где I_t – размеры инвестиционных затрат в периоды $t = 1, 2, \dots, n$. С индексом доходности связано следующее правило решения:

- **Примите проект, если индекс больше чем 1.**
- **Отклоните проект, если индекс - меньше чем 1.**

Ясно, что в случае независимых проектов, индекс доходности и NPV критерий выдают то же самое решение с приемлемым отклонением. Если $NPV > 0$, то обязательно имеется проект для которого $NPV = PV - I_0 > 0$, и поэтому, $PV > I_0$. При делении обеих частей на I_0 , получаем $PV/I_0 > 1$, то есть индекс доходности также больший чем 1. Следовательно, если проект приемлем в соответствии с NPV критерием, он должен также быть приемлем и индексом доходности.

Для многих людей индекс доходности более приемлем, чем NPV метод. Утверждение, что специфическая инвестиция имеет NPV, скажем \$20, не достаточно понятно людям, и из-за этого они предпочитают относительную меру доходности. Добавляя информацию, что начальные издержки проекта I_0 - \$100, индекс доходности ($120/100 = 1.2$) довольно понятно обеспечивает значащую меру относительной доходности проекта.

Однако проблемы могут возникнуть еще раз, когда рассматриваются взаимно исключительные альтернативы. Однако, в предыдущем разделе было показано преимущество NPV метода над IRR методом и во взаимно исключительных ситуациях выбора, и то, что NPV критерий отражает абсолютные величины инвестиционных предложений, а IRR метод является всего лишь относительным числом. Но NPV критерий может быть преобразован к относительной мере, индексу доходности, который является уже относительным числом, больше не отражающим различия в инвестиционном масштабе, и в результате получается парадокс. Рассмотрим, например, следующие два взаимно исключительных предложения:

	Текущая стоимость потока наличности	Показатель инвестиционных издержек	Индекс Доходности
Проект А	100	50	2
Проект В	1500	1000	1.5

Согласно индексу доходности, проект А, который имеет индекс 2, должен быть предпочтен. Но ясно, что фирма, которая желает максимизировать ее абсолютную текущую стоимость скорее чем возвращение процентов, предпочла бы проект В, потому что NPV проекта В (\$500) и больший чем NPV проекта А (\$50). Таким образом, в то время как индекс доходности может быть полезен для описания инвестиционных проектов, он не должен использоваться как мера принятия решений для взаимно исключающихся проектов, отличающихся размерами.

2.5.2 Расчет коэффициента эффективности инвестиций (ARR).

Суть метода заключается в том, что величина средне годовой прибыли (PN) делится на среднюю величину инвестиций. Сам коэффициент выражается в процентах. Средняя величина инвестиции находится делением исходной суммы капитальных вложений на два, если предполагается, что по истечении срока реализации анализируемого проекта все капитальные затраты будут списаны; если же допускается наличие остаточной или ликвидационной стоимости (RV), то ее величина должна быть исключена. Таким образом, величина этого коэффициента рассчитывается как отношение

$$ARR = \frac{PN}{0,5(IC - RN)} \cdot$$

Данный показатель можно сравнить с коэффициентом рентабельности. Основным недостатком данного метода заключается в том, что он не учитывает временного фактора при формировании денежных потоков.

2.6 Учет времени потока наличности

Следующий пример показывает, что даже в случае идентичных начальных издержек ранжирование IRR и NPV могут отличаться.

	Начальные издержки	Поток наличности	
		Первый год	Второй год
Проект А	-100	20	120
Проект В	-100	100	31.25
А минус В	0	-80	88.75

Принятие стоимости капитала 10% позволит вычислить NPV и IRR для этих двух проектов.

	NPV	IRR
Проект А	17.3	20%
Проект В	16.7	25%
А минус В	0.6	10.9%

Снова возникает противоречие в ранжировании. NPV критерий оценивает первым проект А, в то время как IRR критерий дает приоритет проекту В даже при том, что оба проекта имеют идентичную начальную издержку.

Таким образом, в этом случае мы не можем использовать масштаб инвестиционного проекта, чтобы оправдать выбор А. Однако, можно все еще использовать ту же самую «возрастающую» инвестицию. Предположим, снова, что фирма использует IRR критерий. Если А и В взаимно исключительны, проект В, будет принят и проект А, отклонен.

Перед выполнением проекта В законно спросить, действительно ли разумно добавить возрастающую (гипотетическую) инвестицию «А минус В». Так как IRR возрастающей инвестиции - 10.9%, и поэтому превышает стоимость капитала (10%), гипотетический проект должен быть принят. Но тогда $B + (A - B) = A$, а это эквивалентно принятию проекта А: то есть альтернативы с более высоким NPV. Этот результат проиллюстрирован на рис. 2.7.

Для коэффициентов дисконтирования ниже 10.9% возрастающая инвестиция «А минус В» является приемлемой, так как совпадает с диапазоном, по которому проект имеет выше NPV. Таким образом, даже, когда начальные издержки инвестиции - одинаковы, эти два метода могут все еще выдавать противоречащее ранжирование, и кривые NPV могут все еще пересекаться (см. рис. 1.6). Вообще, это - недостаток IRR метода, так как он оценивает проекты независимо от стоимости капитала, что ведет к различиям в ранжировании. Это может происходить, даже если проекты имеют одинаковые начальные издержки и даже одинаковые жизни, пока они не имеют идентичного ежегодного наличного потока (если бы это было, проекты, конечно, были бы непосредственно идентичны). Любое различие в величине или выборе времени потоков наличности может вызывать различие в ранжировании проектов этими двумя методами.

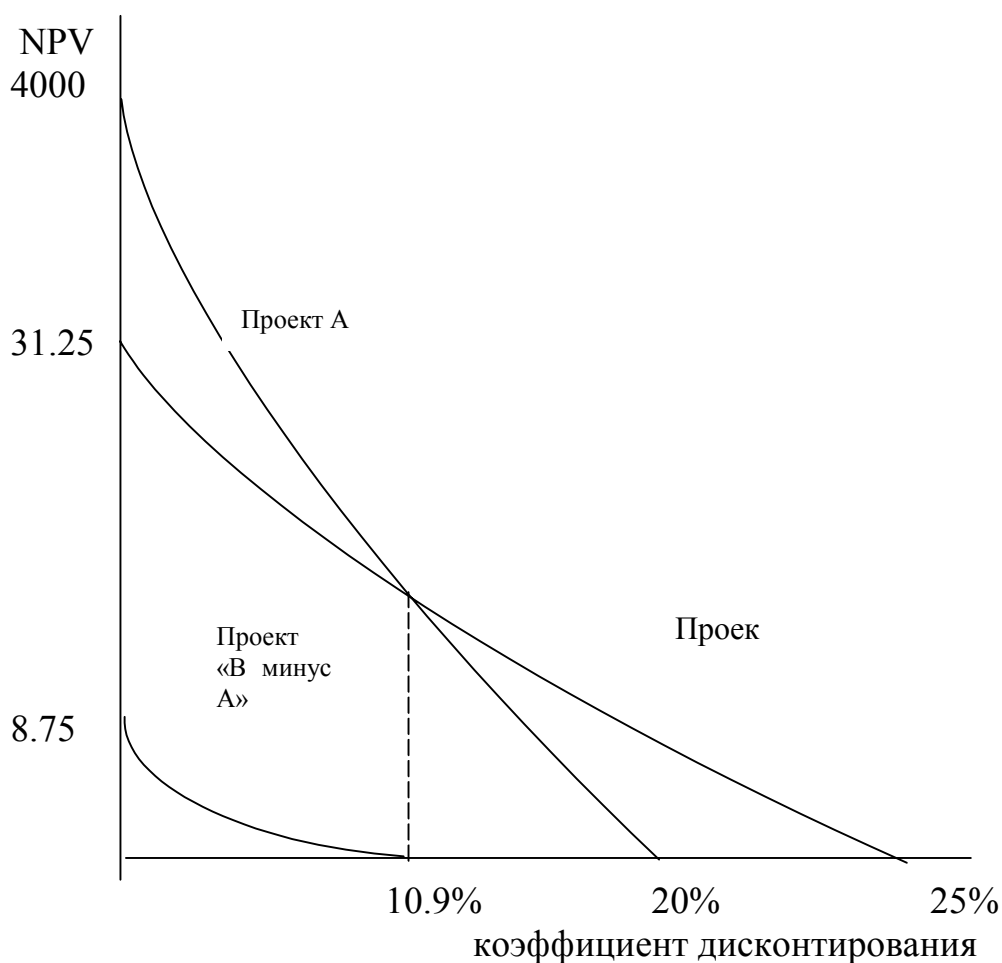


Рисунок 2.7.

2.7 Реинвестиционные ставки

Почему превосходство NPV есть даже тогда, когда различия в масштабе инвестиции не существуют? Ответ может быть найден, рассматривая элемент времени, который является критическим в отношении анализа инвестиции как NPV, так и IRR методами, так как они принимают его во внимание. Это может быть замечено более ясно, исследуя неявные предположения, сделанные этими двумя методами относительно «реинвестиции» временных потоков наличности. IRR молчаливо предполагает, что ежегодные потоки наличности проекта могут быть повторно вложены по внутренней норме дохода; NPV метод предполагает, что потоки наличности могут быть повторно вложены по "возможной цене" капитала фирмы.

Так как эти предположения неявны, более формальное доказательство может помочь разъяснить значение и важность реинвестиционных ставок. Рассмотрим произвольный проект с данными начальными издержками I_0 , полезным сроком n лет и потоком наличных платежей $S_1, S_2, \dots, S_n$. Внутренняя ставка дохода (R) этого проекта определяется по формуле:

$$I_0 = \frac{S_1}{(1+R)^1} + \frac{S_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{S_{n-1}}{(1+R)^{n-1}} + \frac{S_n}{(1+R)^n}, \quad (2.6)$$

которая может также быть записана как:

$$I_0 = \sum_{t=1}^{n-1} \frac{S_t}{(1+R)^t} + \frac{S_n}{(1+R)^n}.$$

Для простоты будем далее предполагать, что этот проект имеет положительный NPV. Примем стоимость капитала равной k . Тогда NPV для этого проекта равно:

$$\sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+k)^t} - I_0. \quad (2.7)$$

Следовательно:

$$I_0 < \frac{S_1}{(1+k)^1} + \frac{S_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{S_{n-1}}{(1+k)^{n-1}} + \frac{S_n}{(1+k)^n}$$

или:

$$I_0 < \sum_{t=1}^{n-1} \frac{S_t}{(1+k)^t} + \frac{S_n}{(1+k)^n}. \quad (2.8)$$

Чтобы сделать оценку ставки реинвестирования явной, перепишем уравнения (2.6) и (2.8) в их будущих формах стоимости. Для этого умножим обе части уравнения (2.6) на $(1+R)^n$:

$$I_0(1+R)^n = \sum_{t=1}^{n-1} S_t(1+R)^{n-1} + S_n. \quad (2.9)$$

Точно так же умножаем обе части уравнения (2.8) на $(1+k)^n$:

$$I_0(1+k)^n < \sum_{t=1}^{n-1} S_t(1+k)^{n-1} + S_n.$$

Таким образом, даже если начальная издержка инвестиции и жизни проектов одинаковы, то ясно из этих уравнений, что временные платежи составлены (другая сторона дисконтирования) по различным ставкам: R в IRR формуле, и k в NPV формуле. Этой проблемы нельзя избежать, так как это

проистекает из самой потребности привести потоки наличности различных периодов времени к некоторому общему знаменателю.

Экономическая копия этих ставок – «реинвестиционная ставка», т. е. процесс дисконтирования временем, который лежит в основе обеих методов, и неявно делает предположение относительно «стоимости» временных платежей. В NPV методе принято, как это и должно быть, что все платежи могут быть повторно вложены по ставке капитала k . Если это не проводится, то стоимость капитала была неправильно оценена. IRR метод, с другой стороны, принимает реинвестицию за собственную внутреннюю ставку дохода проекта R .

Пример 2.6 Если при реализации инвестиционного проекта, рассмотренного в примере 1., получаемые денежные поступления будут реинвестироваться по ставке, равной внутренней норме доходности, общая их сумма через 6 лет составит:

$$K_6 = 100 (1 + 0,147)^5 + 200 (1 + 0,147)^4 + 300 (1 + 0,147)^3 + 300 (1 + 0,147)^2 + 400 (1 + 0,147) + 500 = 2351 \text{ млн. грн.}$$

Предположим также, что инвестиции предполагается осуществлять за счет кредита, взятого по ставке процентов, равной внутренней норме доходности, погашение которого с выплатой процентов будет проведено в конце инвестиционного периода. Сумма погашения кредита с процентами в этом случае составит:

$$K_6 = 900 (1 + 0,147)^6 + 200 (1 + 0,147)^3 = 2351 \text{ млн. грн.}$$

Таким образом, внутренняя норма доходности инвестиционного проекта, определенная рассмотренным способом, имеет следующий финансовый смысл: если для реализации проекта берутся кредиты по сложной ставке процентов, равной внутренней норме доходности, погашаемые единовременным платежом с процентами, а получаемые в течение срока кредитов денежные поступления реинвестируются (капитализируются) по сложной ставке 10 процентов, также равной внутренней норме доходности, то по окончании срока кредитов вся сумма полученных средств пойдет на погашение кредитов и выплату процентов, т. е. прибыль от реализации инвестиционного проекта в течение срока кредитов будет равна нулю.

Предположим, что кредиты, взятые по ставке процентов, равной внутренней норме доходности инвестиционного проекта, будут погашаться частями. В таблице 2.3 приведен план погашения кредитов, предусматривающий выплату процентов и погашение основной части долга за счет оставшихся частей сумм поступлений.

Таблица 2.3

Год	Начисленные проценты	Поступление средств	Выплачиваются		Остаток долга	Доход после выплаты
			Процент	Основной долг		
1-й	132	100	100	-	932	-
2-й	137	200	137	63	869	-
3-й	128	300	128	172	897	-
4-й	132	300	132	168	729	-
5-й	107	400	107	293	436	-
6-й	64	500	64	436	0	-
Всего		1800	668	1132		-

Как видно из таблицы, и в этом случае при предоставлении кредитов по ставке, равной внутренней норме доходности инвестиционного проекта, после выплат основного долга и процентов доход будет равен нулю (итоговая сумма в графе «Основной долг» получилась больше, поскольку в конце 1-го года вследствие неполной выплаты начисленных процентов появился дополнительный долг в размере 32 млн. грн.).

Предположим теперь, что инвестиции осуществляются за счет собственных средств инвестора. Сумма полученных средств с реинвестированием денежных поступлений, рассчитанная выше, будет равна 2351 млн. грн. Если бы инвестор вложил средства по той же схеме (900 млн. грн. на 6 лет и 300 млн. грн. на три года) в банк по сложной ставке процентов, равной внутренней норме доходности, то полученная сумма, рассчитанная выше, составила бы также 2351 млн. грн.

Следовательно, финансовый смысл внутренней нормы доходности можно пояснить также следующим образом: если инвестиции осуществляются за счет собственных средств, то при реинвестировании денежных поступлений будет получена такая же сумма, какая могла бы быть получена при помещении средств в банк по той же схеме и начислении на них сложных процентов по ставке, равной внутренней норме доходности.

Для инвестиций, осуществляемых акционерным обществом, могут быть использованы как собственные, так и заемные средства. В таких случаях определяется средневзвешенная стоимость капитала в виде ставки процентов, учитывающей ставку процентов по заемным средствам и дивиденды по акциям с учетом относительной доли заемных и собственных средств в структуре инвестируемого капитала. Финансовый смысл внутренней нормы доходности при этом можно пояснить следующим образом: если для инвестирования используются как заемные, так и собственные средства и средневзвешенная стоимость инвестируемого капитала равна внутренней норме доходности, то по окончании инвестиционного периода после выплаты кредита с процентами и дивидендов по акциям, оставшийся капитал будет равен вложенной сумме собственных средств.

2.8 Проблема горизонта

Реинвестиционный спор в пользу NPV метода, который был изложен выше, выполняется даже для случаев, когда проекты отличаются по их ожидаемым жизням. Однако, реинвестиционная проблема, или проблема горизонта, как это часто называют, возникает, когда альтернативные инвестиционные проекты, имеют различные жизни и имеют специальный процент.

Рассмотрим следующий пример двух взаимно исключающих проектов:

	Наличный приток				
	Начальные издержки	Первый год	Второй год	Третий год	Четвертый год
Проект А	-100	120	-	-	-
Проект В	-100	-	-	-	174

Принимая стоимость капитала 10%, вычислим NPV и IRR вышеупомянутых проектов:

	NPV	IRR
Проект А	9	20%
Проект В	19	15%

Отметим еще раз, что IRR и NPV методы ранжирования являются часто противоречащими друг другу. Как уже показано, проект В должен быть предпочтен, потому что имеет выше NPV. Существует ли проблема горизонта? Так как проект А, зарабатывает наличный приток \$120 в конце первого года, в то время как проект В не получит наличный приток \$174 до конца четвертого года, то обозначая 'повторный' проект А*, перепишем потоки наличности следующим образом:

	Наличный приток				
	Начальные издержки	Первый год	Второй год	Третий год	Четвертый год
		120	120	120	
		<u>-100</u>	<u>-100</u>	<u>-100</u>	
Проект А*	-100	20	20	20	120
Проект В	-100	-	-	-	174

Из потока наличности \$120, полученных в конце первого года, 100 повторно вложено, так, чтобы поток чистой наличности был только \$20. Однако, реинвестиция производит другой наличный приток \$120 в конце второго года, и так далее. Повторяя реинвестицию, получаем новый составной

проект А* чье время горизонта - идентично таковой проекта В. Тогда NPV и IRR проектов А* и В:

	NPV	IRR
Проект А*	31.7	20.1%
Проект В	19.0	15%

Таким образом, парадоксальное различие в ранжировании решено, и проект А* доминирует над проектом В и IRR и NPV правилами.

2.9 Стоимость капитала с переменной ставкой процентов

Важность реинвестиционного предположения может быть сделана более явной, если предположить, что фирма ожидает, что стоимость капитала будет различной в течение нескольких периодов. Для простоты, рассмотрим случай, где коэффициент дисконтирования, как ожидается, повысится через какое-то время, так, чтобы $k_1 < k_2 < k_3 < \dots < k_n$. Ясно, что никакие изменения не произошли во внутреннем вычислении ставки дохода, и уравнение (3) все еще имеет смысл. Временные доходы все еще принимаются, и могут быть повторно вложены за средний курс возвращения R . Но больше не ясно, что IRR метод, который связывает ставку дохода со стоимостью капитала, может использоваться. Сравнение единственно оцененной ставки дохода с рядом учетных ставок $k_1, k_2, \dots, k_n$ не будет, вообще, выдавать значащие результаты. Для этого достаточно предположить, что имеем пример трехлетнего проекта с внутренней ставкой дохода равной 15%, и следующей стоимостью капитала: $k_1 = 10\%$, $k_2 = 15\%$, и $k_3 = 20\%$. Из этого примера ясно, что IRR критерий не ведет к однозначному решению, принимать, или отклонять проект. Подобная проблема не возникает при применении метода чистой текущей стоимости. Учитывая ряд учетных ставок, обесцененный поток наличности трехлетнего проекта может быть сформулирован следующим образом:

$$I_0 \leq \frac{S_1}{(1+k_1)} + \frac{S_2}{(1+k_1)(1+k_2)} + \frac{S_3}{(1+k_1)(1+k_2)(1+k_3)}.$$

При умножении обеих сторон этого уравнения $(1+k_1)(1+k_2)(1+k_3)$ получаем:

$$I_0(1+k_1)(1+k_2)(1+k_3) < S_1(1+k_2)(1+k_3) + S_2(1+k_3) + S_3.$$

Таким образом, NPV метод остается справедливым, даже если принять неоднородные краткосрочные процентные ставки. Временные платежи составлены вперед (повторно вложенные) по соответствующей "возможной цене" в течение каждого уместного периода. Первый платеж повторно вложен в

течение второго года, в котором годовая стоимость капитала, k_2 , и в течение третьего года k_3 , и так далее.

Подводя итог, можно отметить, что NPV метод обеспечивает оптимальное решение проблемы по составлению бюджета долгосрочных расходов предполагая, что будущие потоки наличности и стоимость капитала (коэффициент дисконтирования) известны. И NPV и IRR - взвешенные средние числа, использующие соответствующие краткосрочные веса $k_1, k_2 \dots, k_n$, в то время как последний метод использует несуществующую долгосрочную ставку дохода R .

2.10 Необычные потоки наличности

Соответствующие теоретические правила решения часто усложняются трудными вычислениями и их непрактичностью, чтобы быть использованными. NPV метод, тем не менее, является исключением из этого правила. Во всех отношениях это менее сложный метод, чем альтернатива ему – метод IRR. Это особенно заметно, если только отказаться от предположения об обычных потоках наличности. Когда рассматриваются необычные проекты, IRR может не существовать (то есть, вычисления могут заканчиваться мнимыми числами), или если это сделано, это решение не может быть единственным. Рассмотрим некоторые случаи:

2.10.1 Отсутствие действительного решения

Рассмотрим следующий необычный поток наличности:

Год	0	1	2
Поток наличности	+100	- 200	+150

Каков IRR этого проекта, если принять стоимость капитала - 10%?

Любой, кто попытается определить IRR данного проекта, потерпит неудачу. Причина этого проста: никакого действительного значения IRR для этого проекта не существует. Это может быть замечено, решая следующее уравнение:

$$100 - \frac{200}{(1+R)} + \frac{150}{(1+R)^2} = 0.$$

Разделив на 100 (только для простоты) и обозначив $1/(1+R)$ как x , получим следующее квадратное уравнение: **$1.5x^2 - 2x + 1 = 0$** .

Если, по крайней мере, один действительный корень существует, то можно утверждать, что имеются значения x (и следовательно значения R) которые приравняют NPV к нулю. Если нельзя найти действительные значения x ,

которые приравнивают формулу к нулю, то это эквивалентно утверждению, что IRR не существует. При использовании обычной формулы для решения квадратного уравнения получаем:

$$x_1 = \frac{2 + \sqrt{4 - 4(1.5)}}{3} = \frac{2 + \sqrt{-2}}{3},$$

$$x_2 = \frac{2 - \sqrt{4 - 4(1.5)}}{3} = \frac{2 - \sqrt{-2}}{3}.$$

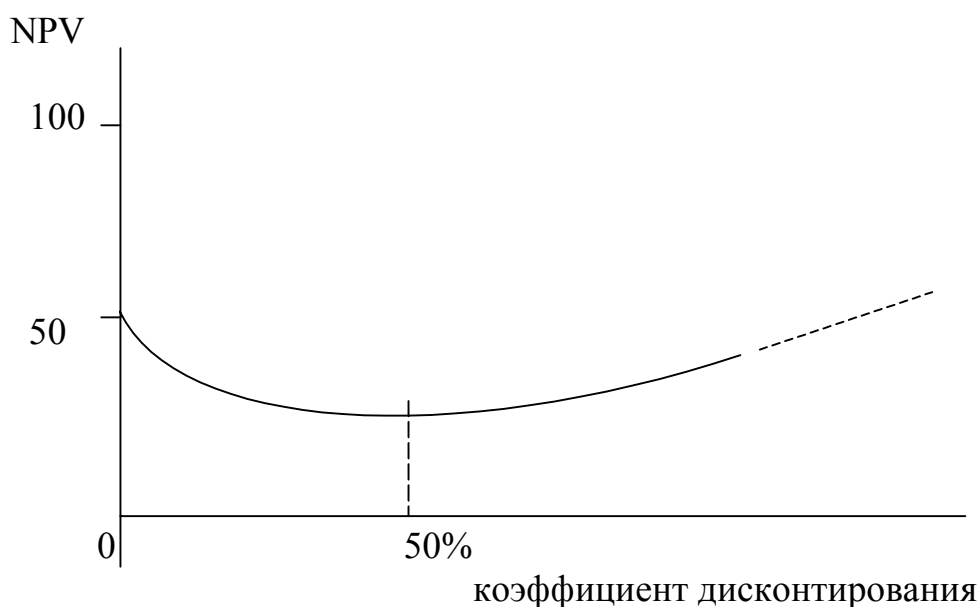


Рисунок 2.8

Так как квадратный корень из (-2) - мнимое число, то IRR также мнимый: то есть никакой реальный IRR не существует. Это ясно из рис. 2.10, на котором изображен график NPV этого необычного проекта как функция от коэффициента дисконтирования. При нулевом коэффициенте дисконтирования, NPV - просто алгебраическая сумма потока наличности: $100 - 200 + 150 = 50$. Когда коэффициент дисконтирования приближается к бесконечности, NPV приближается к 100. Между этими значениями, кривая выпукла вниз и всегда положительна: то есть не имеет положительного коэффициента дисконтирования, при котором NPV становится нулевым.

Как показано на рис.2.8, рассматриваемый проект приемлем в соответствии с NPV критерием, по любой стоимости капитала. Несмотря на это правило, IRR не может применяться, потому что IRR для такого проекта не существует.

2.10.2 Случай многих решений

В общем случае, IRR формула касается n лет и, поэтому, имеет n -корней. Таким образом, имеется всегда n значений R , которые являются решением IRR

уравнения. Однако, если поток наличности обычен, только одно из этих значений R - действительное число, другие $(n - 1)$ корней - мнимые числа, которые имеют важность в высшей математике, но не имеют никакого экономического значения. В этом смысле можно говорить, что обычный проект имеет единственную ставку дохода. Функция NPV такого проекта пересекает горизонтальную ось один и только один раз.

Если проект необычен, т.е. имеется поток наличности, который имеет больше чем одно изменение в признаке, число действительных решений в IRR формуле может измениться от нуля до m , где m - число изменений признака в наличном потоке. В нашем предыдущем примере, мы исследовали случай необычного, но экономически значащего проекта, который не имеет действительного IRR. Теперь рассмотрим пример необычного проекта, который имеет больше чем один действительный IRR.

Пусть имеется следующая проблема. Фирма имеет старую машину, которая произведет чистое возвращение \$300 в конце первого года, и \$1400 в конце второго года. Текущая рыночная стоимость этой машины нулевая. Фирма рассматривает альтернативу для замены старой машины на новую, которая стоит \$100, но которая произведет чистое возвращение \$1000 в конце первого года и только \$200 в конце второго года. Проблема замены требует оценки возрастающего потока наличности, происходящего в результате решения. Необходимые данные представлены в следующей таблице, где возрастающий поток - поток наличности новой машины минус поток наличности старой машины:

		Поток наличности	
		1-ый год	2-ой год
Новая машина	-100	1000	200
Старая машина		300	1000
Возрастающий поток	-100	+700	1200

Должна ли фирма заменить старую машину или нет? Используя правило IRR, сначала нужно решить следующее уравнение относительно R :

$$-100 + \frac{700}{(1+R)} - \frac{1,200}{(1+R)^2} = 0.$$

Деля на 100 и обозначая $1/(1+R)$ как x получаем:

$$-12x^2 + 7x - 1 = 0.$$

Решение этого уравнения дает два действительных корня:

$$x_1 = \frac{-7 + \sqrt{49 - 48}}{-24} = \frac{1}{4}.$$

Отсюда получаем первое значение для $R_1 = 300\%$. Точно так же

$$x_2 = \frac{-7 - \sqrt{49 - 48}}{-24} = \frac{1}{3}, \quad R_2 = 200\%.$$

Теперь, предположим, что стоимость капитала - 250%. Старая машина должна быть заменена? Правило IRR не работает в таком случае, так как имеются противоречащие ответы, в зависимости от выбранной ставки дохода:

- $R_1 = 300\% > 250$; заменить;
- $R_2 = 200\% < 250$; не заменить.

Снова, не имеем возможности различия между этими двумя решениями.

Дилемма может быть решена, исследуя рис.2.9, который показывает NPV профили потоков наличности новой машины и старой машины как возрастающего потока наличности решения замены.

Двойная ставка дохода отражает факт, что функции NPV старой и новой машин пересекаются дважды - в коэффициентах дисконтирования 200% и 300%. Эти ставки - также, по определению, внутренние ставки возращения возрастающего потока наличности, поскольку они приравнивают NPV этих двух альтернатив. Применяя правила NPV к диаграмме, замечаем, что для коэффициентов дисконтирования между 200% и 300%, NPV новой машины является большим, чем NPV старой машины и в результате NPV возрастающего потока наличности также дает положительный ответ в этом диапазоне. Таким образом, для этих коэффициентов дисконтирования, замена разумна. Однако, если учетная ставка - ниже 200% или более, чем 300%, старая машина не должна быть заменена.

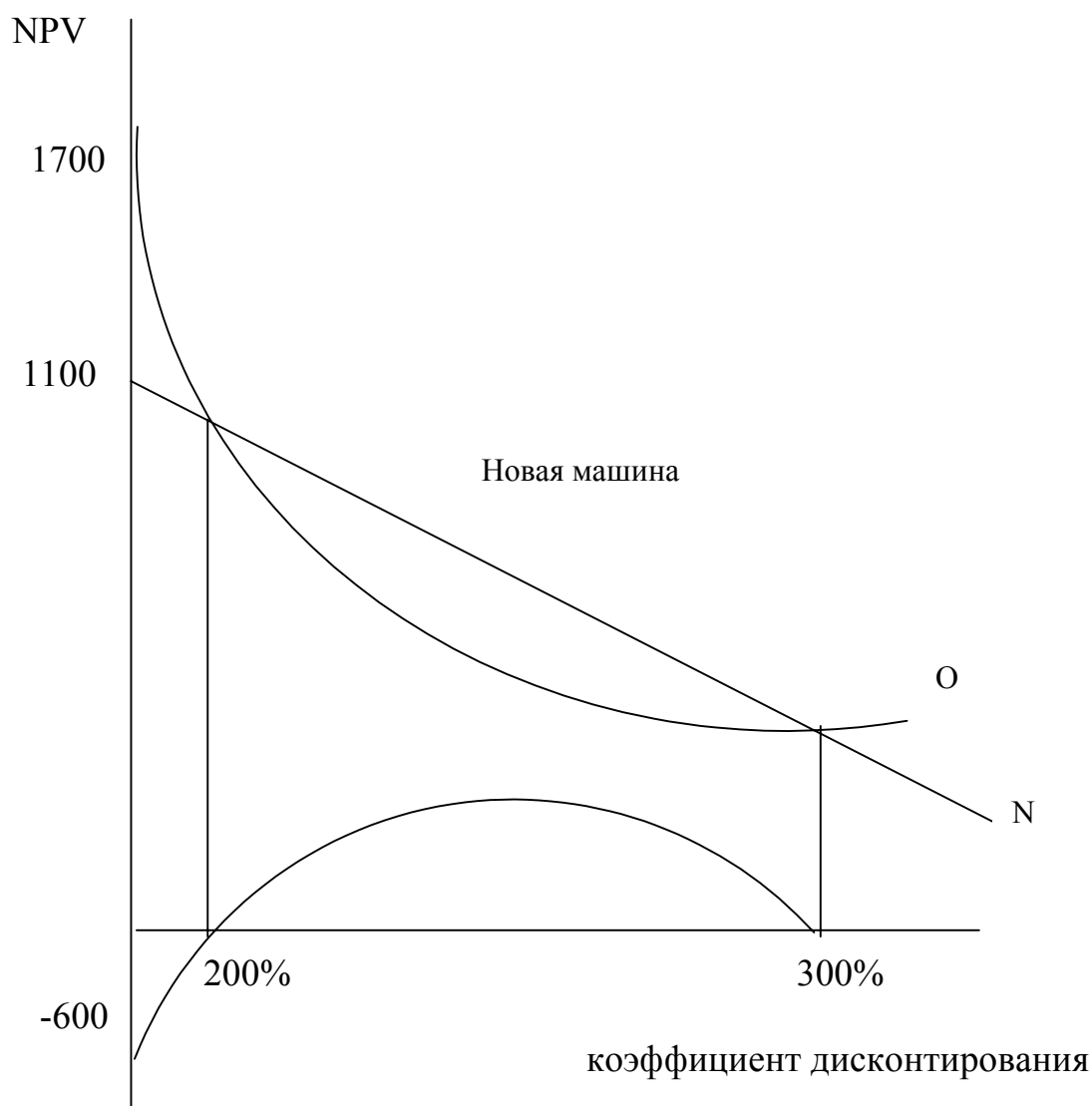


Рисунок 2.9

2.11 Метод определения срока окупаемости

Срок окупаемости (payback period method - PP) один из наиболее часто применяемых показателей для анализа инвестиционных проектов. Этот метод — один из самых простых и широко распространен в мировой учетно-аналитической практике, не предполагает временной упорядоченности денежных поступлений. Алгоритм расчета срока окупаемости (PP) зависит от равномерности распределения прогнозируемых доходов от инвестиции. Если доход распределен по годам равномерно, то срок окупаемости рассчитывается делением единовременных затрат на величину годового дохода, обусловленного ими, а именно, если не учитывать фактор времени, т.е. когда равные суммы дохода, получаемые в разное время, рассматриваются, как равноценные, то показатель срока окупаемости можно определить по формуле:

$$n_y = \frac{I}{P_k},$$

где:

n_y – упрощенный показатель срока окупаемости;

I – размер инвестиций;

P_k – чистый ежегодный доход.

Иначе говоря, период окупаемости – продолжительность времени, в течение которого не дисконтируемые прогнозируемые поступления денежных средств, превысят не дисконтированную сумму инвестиций. Это число лет необходимое для возвращения стартовых инвестиционных расходов.

Пример 2.7 Предположим, что произведены разовые инвестиции в размере 38000 у.д.е. Годовой приток планируется равномерно в размере 10700 у.д.е. Тогда

$$n_y = \frac{38000}{10700} = 3,55 \text{ года.}$$

При получении дробного числа оно округляется в сторону увеличения до ближайшего целого.

Если прибыль распределена неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиция будет погашена кумулятивным доходом. Общая формула расчета показателя РР имеет вид:

$$n_{ok} = \min n, \text{ при котором } \sum_{k=1}^n S_k > I_0.$$

Предположим, что годовые притоки наличности распределены по годам следующим образом:

Годы	1	2	3	4	5
Поступления наличности	8000	12000	12000	8000	8000

Сумма поступлений за первые три года составит:

$$8000 + 12000 + 12000 = 32000 \text{ у.д.е.,}$$

т.е. из первоначальных инвестиций остается не возмещенными 38000 - - 32000 = 6000 у.д.е. Тогда, при стартовом объеме инвестиций в размере 38000 у.д.е. период окупаемости составит:

$$3 \text{ года} + \left(\frac{6000}{8000} \right) = 3,75 \text{ года}.$$

Если рассчитанный период окупаемости меньше максимально приемлемого, то проект принимается, если нет – отвергается. Если бы в нашем примере необходимый период окупаемости был 4 года, проект был бы принят.

Показатель срока окупаемости инвестиции очень прост в расчетах, вместе с тем он имеет ряд недостатков, которые необходимо учитывать в анализе.

Во-первых, он не учитывает влияние доходов последних периодов. В качестве примера рассмотрим два проекта с одинаковыми капитальными затратами (10 млн. грн.), но различными прогнозируемыми годовыми доходами: по проекту А - 4,2 млн. грн. в течение трех лет; по проекту Б - 3,8 млн. грн. в течение десяти лет. Оба эти проекта в течение первых трех лет обеспечивают окупаемость капитальных вложений, поэтому с позиции данного критерия они равноправны. Однако очевидно, что проект Б гораздо более выгоден.

Во-вторых, поскольку этот метод основан на недисконтированных оценках, он не делает различия между проектами с одинаковой суммой кумулятивных доходов, но различным распределением ее по годам. Так, с позиции этого критерия проект А с годовыми доходами 4000, 6000, 2000 тыс. грн. и проект Б с годовыми доходами 2000, 4000, 6000 тыс. грн. равноправны, хотя очевидно, что первый проект является более предпочтительным, поскольку обеспечивает большую сумму доходов в первые два года.

В-третьих, данный метод не обладает свойством аддитивности. Рассмотрим следующий простой пример (табл. 2.4).

Таблица 2.4 Динамика денежных потоков

Год	А	Б	В	А и В	Б и В
0	-10	-10	-10	-20	-20
1	0	10	0	0	10
2	20	0	0	20	0
3	5	15	15	20	30
Период окупаемости, лет	2	1	3	2	3

Допустим, что проекты А и Б взаимоисключающие, а проект В независимый. Это означает, что если у предприятия есть финансовые возможности, то оно может выбрать не только какой-то один из

представленных проектов, но и их комбинации, т. е. проекты А и В или проекты Б и В. Если рассматривать каждый проект отдельно с применением показателя «период окупаемости», то предпочтительным окажется проект Б. Однако если рассматривать комбинации проектов, то следует предпочесть комбинацию из «худших» проектов А и В.

Существует ряд ситуаций, при которых применение метода основанного на расчете срока окупаемости затрат, может быть целесообразным. В частности, это ситуация, когда руководство предприятия в большей степени озабочено решением проблемы ликвидности, а не прибыльности проекта - главное, чтобы инвестиции окупились, и как можно скорее. Метод также хорош в ситуации, когда инвестиции сопряжены с высокой степенью риска, поэтому, чем короче срок окупаемости, тем менее рискованным является проект. Такая ситуация характерна для отраслей или видов деятельности, которым присуща большая вероятность достаточно быстрых технологических изменений.

Некоторые специалисты при расчете показателя РР все же рекомендуют учитывать временной аспект. В этом случае в расчет принимаются денежные потоки, дисконтированные по показателю - цена авансированного капитала. Очевидно, что срок окупаемости в данном случае увеличивается. При использовании данного метода под сроком окупаемости – n_{ok} (РР) понимают продолжительность периода, в течении которого сумма чистых доходов, дисконтированных на момент завершения инвестиций, равна сумме инвестиций:

$$\sum_1^n \frac{S_k}{(1+i)^k} = \sum_1^t I_m,$$

где: S_k —годовые доходы; $\sum_1^t I_m$ -- сумма всех инвестиций; t - срок завершения инвестиций.

Пример 2.8 Инвестиционный проект характеризуется следующими членами потока платежей, которые относятся к концу года. Ставка процентов для дисконтирования принята – $i = 100\%$

Годы	1	2	3	4	5	6
Инвестиции	200	250	-	-	-	-
Отдача	-	-	150	250	300	300

Порядок решения:

I этап. Для определения упрощенного срока окупаемости (n_y) суммируем годовые доходы и решаем уравнение

$$200 + 250 = 150 + 250 + 300 x;$$

$$50 = 300 x;$$

$$x = \frac{50}{2300} = 0,167.$$

Из условия видно, что окупаемость наступит в период между 4-м и 5-тым годом, т.е. через два года после начала отдачи. Величина $x = 0,167$ характеризует часть года, в котором состоится окупаемость. Следовательно, $n_y = 2 + 0,167 = 2,167$ года (2 года 61 день).

II этап. Для оценки n_{ok} найдем сумму инвестиций с процентами по ставке $i = 10\%$:

$$\sum I_m = 200 \cdot 1,1 + 250 = 470.$$

III этап. За первые два года получения дохода их современная величина составит

$$\sum P_k V^t = \frac{1}{1,1} 150 + \frac{1}{1,1^2} 250 = 342,97;$$

т.е. эта величина меньше суммы инвестиции с начисленными процентами $342,97 < 470$. За три года современная величина дохода будет равна

$$\sum S_k V^t = \frac{1}{1,1} 150 + \frac{1}{1,1^2} 250 + \frac{1}{1,1^3} = 568,37,$$

т.е. больше, чем стоимость инвестиций. Отсюда срок окупаемости (при условии, что доход может выплачиваться и за часть года) составит

$$n_{ok} = 2 + [(470 - 342,97) \div 225,40] = 2,56 \text{ года}.$$

Величина 225,4 получена, как $300 \cdot 1,1^{-3}$.

Аналогично можно найти срок окупаемости и для других видов

распределения отдачи. Для этого надо использовать соответствующие алгоритмы нахождения современной величины притоков и оттоков.

Не всякий уровень дохода при прочих равных условиях приводит к окупаемости инвестиций.

Срок окупаемости существует, если не нарушаются определенные соотношения между поступлениями и размером инвестиций. Так, при ежегодном поступлении постоянных доходов (один раз в году) это соотношение имеет вид: $P_k > I \cdot i$, при поступлении постоянных доходов несколько раз в году (p – раз в году) -- $P_k > P(1+i)^{1/p} - 1) \cdot I$, при непрерывном поступлении доходов $P_k > \ln(1+i)I$.

Если перечисленные требования не выполняются, то капиталовложения не окупаются за любой срок, точнее, этот срок равен бесконечности.

Приведенные неравенства, вероятно, окажутся полезными для быстрой оценки ситуации.

Пример. 2.9 Пусть $i = 10\%$. Капиталовложения - 6 млн. у.д.е., ожидаемая годовая отдача от инвестиций - 0,5 млн. у.д.е. Исходя из приведенного неравенства, отдача должна быть больше, чем $I \cdot i = 0,1 \cdot 6,0 = 0,6$, но $0,6 > 0,5$. Таким образом, при заданном уровне отдачи инвестиции не окупятся.

В то же время упрощенный срок окупаемости (без учета фактора времени) говорит о том, что инвестиции окупятся через 12 лет ($n_y = \frac{6}{0,5} = 12$).

Основной недостаток показателя срока окупаемости $n_{ок}$ как меры эффективности заключается в том, что он не учитывает весь период функционирования инвестиций и, следовательно, на него не влияет вся та отдача, которая лежит за пределами $n_{ок}$. Поэтому показатель срока окупаемости не должен служить критерием выбора, а может использоваться лишь в виде ограничения при принятии решения. Т.е., если срок окупаемости проекта больше, чем принятые ограничения, то он исключается из списка возможных инвестиционных проектов.

2.12 Модель отбора инвестиционного проекта по его эффективности с помощью методов NPV, IRR, PI

Модель отбора инвестиционного проекта по его эффективности с помощью методов NPV, IRR, PI можно представить в виде модели линейного целочисленного программирования и реализовывать на компьютере с помощью одноименного метода (метода линейного целочисленного программирования).

Целевая функция максимизирует NPV (IRR, PI) фирмы в результате принятия i -го (i -ых) проекта (проектов) из условия:

$$\text{Max} \quad Z = \sum_i C_i X_i$$

где

C_i – показатель NPV (или IRR или PI), соответствующий i -му проекту;
 X_i – i -ый проект;

Ограничения описывают:

1. доступные финансовые ресурсы предприятия:

$$\sum_i A_i X_i \leq K,$$

где: A_i –затраты идущие на реализацию i -го проекта;
 K –денежные ресурсы, которыми располагает фирма.

2. ограничения по взаимно исключительным проектам:

$$EX_i^* \leq 1,$$

где E –единичный вектор;
 X_i^* -вектор соответствующий j -ой группе взаимно исключительных проектов.

3. ограничения, описывающие булевой характер переменных:

- а) $X_i^* = 1 \vee 0$;
- б) $X_i = 1 \vee 0$.

Пример 2.10 Инвестиционная Холдинговая компания в каждый год ассигнует фиксированную сумму \$100000 в свой филиал G, которая служит, как максимальный бюджет долгосрочных расходов последней. G имеет 8% процентов ежегодно на любых фондах, которыми она пользуется.

G стоит перед четырьмя независимыми инвестиционными возможностями: проекты 1, 2, 3, и 4, но в каждом случае имеются несколько альтернативных способов выполнения проектов. Эти альтернативы обозначены буквами a, b, или c.

Таблица 2.5.**Данные по проектам, которые может реализовать G компания.**

Номер проекта	Инвестиционные издержки (грн.)	Ежегодные чистые получения (грн.)	Продолжительность проекта (в годах)
Проект 1a	15000	6000	5
1б	7000	4000	3
Проект 2a	50000	17000	5
2б	32000	12000	5
2с	45000	15000	5
Проект 3a	70000	20000	8
3б	53000	20000	5
Проект 4a	30000	10000	5
4б	33000	9000	8
4с	25000	8500	5

Так как каждый проект может быть выполнен только однажды, альтернативные пути выполнения специфического проекта составляют взаимно исключительные альтернативы. Данные приведены в таблице 2.5. Требуется сформировать оптимальный портфель.

Чтобы упростить вычисления, будем предполагать, что полные инвестиционные издержки сделаны немедленно, что равные чистые ежегодные платежи получены в конце каждого года, и что предельные стоимости проектов являются нулевыми.

Первым этапом решения задачи будет выбор портфеля из взаимно исключительных проектов без учета ограничения по финансовым ресурсам, используя методы NPV, IRR и PI оценки эффективности инвестиций. Для этого будем использовать изложенную выше модель.

Данные по NPV, IRR и PI рассчитаны и приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

	Инвестиционные издержки	Ежегодные чистые получения (грн.)	Продолжительность проекта (в годах)	IRR	NPV (k=8%)	Индекс доходности (k=8%)
Проект 1a	15000	6000	5	28.7	8958	1.6
1b	7000	4000	3	32.7	3308	1.5
Проект 2a	50000	17000	5	20.8	17881	1.4
2b	32000	12000	5	25.4	15916	2.1
2с	45000	15000	5	19.9	14895	1.3
Проект 3a	70000	20000	8	23.2	44940	1.6
3b	53000	20000	5	25.7	26860	1.5
Проект 4a	30000	10000	5	19,9	9,30	1.3
4b	33000	9000	8	21.6	18723	1.6
4с	25000	8500	5	20.8	8941	1.4

1. Рассмотрим решение данной задачи NPV методом.

В данном случае

$$\text{Max}Z = 8958X_{11} + 3308X_{12} + 17881X_{21} + 15916X_{22} + 14895X_{23} + 44940X_{31} + 26860X_{32} + 9930X_{41} + 18723X_{42} + 8941X_{43}.$$

Ограничения:

- (1) $1X_{11} + 1X_{12} \leq 1;$
- (2) $1X_{21} + 1X_{22} + 1X_{23} \leq 1;$
- (3) $1X_{31} + 1X_{32} \leq 1;$
- (4) $1X_{41} + 1X_{42} + 1X_{43} \leq 1;$

$$X_{11} \leq 1, X_{12} \leq 1, X_{21} \leq 1, X_{22} \leq 1, X_{23} \leq 1, X_{31} \leq 1, X_{32} \leq 1, X_{41} \leq 1, X_{42} \leq 1, X_{43} \leq 1.$$

Binary $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{41}, X_{42}, X_{43}.$

3. Решение задачи IRR методом:

$$\text{Max}Z = 28.7X_{11} + 32.7X_{12} + 20.8X_{21} + 25.4X_{22} + 19.9X_{23} + 23.2X_{31} + 25.7X_{32} + 19.9X_{41} + 21.6X_{42} + 20.8X_{43}.$$

Ограничения:

- (1) $1X_{11} + 1X_{12} \leq 1;$
- (2) $1X_{21} + 1X_{22} + 1X_{23} \leq 1;$
- (3) $1X_{31} + 1X_{32} \leq 1;$
- (4) $1X_{41} + 1X_{42} + 1X_{43} \leq 1;$

$$X_{11} \leq 1, X_{12} \leq 1, X_{21} \leq 1, X_{22} \leq 1, X_{23} \leq 1, X_{31} \leq 1, X_{32} \leq 1, X_{41} \leq 1, X_{42} \leq 1, X_{43} \leq 1.$$

Binary $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{41}, X_{42}, X_{43}$

3. Использование методаPI:

$$\text{Max}Z = 1.6X_{11} + 1.5X_{12} + 1.4X_{21} + 2.1X_{22} + 1.3X_{23} + 1.6X_{31} + 1.5X_{32} + 1.3X_{41} + 1.6X_{42} + 1.4X_{43}.$$

Ограничения:

- (1) $1X_{11} + 1X_{12} \leq 1;$
- (2) $1X_{21} + 1X_{22} + 1X_{23} \leq 1;$
- (3) $1X_{31} + 1X_{32} \leq 1;$
- (4) $1X_{41} + 1X_{42} + 1X_{43} \leq 1;$

$$X_{11} \leq 1, X_{12} \leq 1, X_{21} \leq 1, X_{22} \leq 1, X_{23} \leq 1, X_{31} \leq 1, X_{32} \leq 1, X_{41} \leq 1, X_{42} \leq 1, X_{43} \leq 1.$$

Binary $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{41}, X_{42}, X_{43}$

В моделях ограничения 1 - 4 соответствуют ограничениям по взаимно исключительным проектам, остальные описывают булевый характер переменных.

В результате решения приведенных выше моделей получены следующие результаты:

Таблица 2.7

IRR	NPV k = 8%	Индекс доходности
1b	1a	1a
2b	2a	2b
3b	3a	3a
4b	4b	4b
Общее количество требуемых издержек		
\$ 125000	\$ 168000	\$ 150000

Мы видим, что все комбинации проектов выходят за пределы доступных средств у предприятия. В результате чего, переходим ко второму шагу.

Для дальнейшего анализа следует напомнить, что методы IRR и PI не являются действующими методами, поскольку проекты взаимно исключительны, а значит, в дальнейшем будем использовать результаты NPV метода.

Чтобы выполнить ограничение по бюджету следует построить новую модель с учетом этого ограничения.

$$\text{Max}Z = 8958X_{11} + 3308X_{12} + 17881X_{21} + 15916X_{22} + 14895X_{23} + 44940X_{31} + 26860X_{32} + 9930X_{41} + 18723X_{42} + 8941X_{43}.$$

- (1) $1X_{11} + 1X_{12} \leq 1;$
- (2) $1X_{21} + 1X_{22} + 1X_{23} \leq 1;$
- (3) $1X_{31} + 1X_{32} \leq 1;$
- (4) $1X_{41} + 1X_{42} + 1X_{43} \leq 1;$

$$\text{Max } Z = 15000X_{11} + 7000X_{12} + 50000X_{21} + 32000X_{22} + 45000X_{23} + 70000X_{31} + 53000X_{32} + 30000X_{41} + 33000X_{42} + 25000X_{43} \leq 100000.$$

$$X_{11} \leq 1, X_{12} \leq 1, X_{21} \leq 1, X_{22} \leq 1, X_{23} \leq 1, X_{31} \leq 1, X_{32} \leq 1, X_{41} \leq 1, X_{42} \leq 1, X_{43} \leq 1.$$

Binary $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{41}, X_{42}, X_{43}$.

Решение:

Summarized Results for h							
Variables		Obj. Fnctn.		Variables		Obj. Fnctn.	
No.	Names	Solution	Coefficient	No.	Names	Solution	Coefficient
1	X11	0	+8958.0000	6	X31	+1.0000000	+44940.000
2	X12	0	+3308.0002	7	X32	0	+26860.002
3	X21	0	+17881.000	8	X41	+1.0000000	+9930.0000

4	X22	0	+15916.001	9	X42	0	+18723.000
5	X23	0	+14895.000	10	X43	0	+8941.0000

Maximized OBJ = 54870, Iteration = 39, Elapsed CPU second = 1.210938;							
Branch selection: Newest problem Integer tolerance: .01 Max. # node: 4							

Из решения видно, что портфель будет сформирован проектами 3а и 4а. NPV составит 54 870 грн. Бюджет фирмы полностью используется (70000 + 30000 = 100000).

Итак, полученное решение максимизирует NPV с учетом жесткого ограничения по бюджету. Но нужно заметить, что в реальных условиях наверняка Gavka найдет дополнительные 68000 грн. и сможет сформировать портфель, который будет иметь максимальный NPV (90502) из возможного выбора проектов, и в результате чего быть максимально эффективным.

2.13 Анализ проектов различной продолжительности

В реальной жизни вполне вероятна ситуация, когда необходимо сравнить проекты разной продолжительности. Пусть проекты А и Б рассчитаны соответственно на i и j лет. В этом случае рекомендуется:

найти наименьшее общее кратное сроков действия проектов $z = \text{НОК}(i, j)$;

рассматривая каждый из проектов как повторяющийся, проанализировать NPV проектов А и Б, реализуемых необходимое число раз в течение периода z ;
выбрать тот проект из исходных, для которого суммарный NPV повторяющегося потока имеет наибольшее значение.

Суммарный NPV повторяющегося потока находится по формуле

$$\text{NPV}(i, n) = \text{NPV}(i) \cdot \left(1 + \frac{1}{(1+r)^i} + \frac{1}{(1+r)^{2i}} + \frac{1}{(1+r)^{3i}} + \dots\right),$$

где:

NPV (i) - чистый приведенный эффект исходного (повторяющегося) проекта;

i - продолжительность этого проекта;

r - коэффициент дисконтирования;

n - число повторений исходного проекта (оно характеризует число слагаемых в скобках).

Пример 2.11 В каждой из двух приведенных ниже ситуаций требуется выбрать наиболее предпочтительный проект, если цена капитала составляет 10%:

- а) проект А: —100; 50; 70;
 проект Б: —100; 30; 40; 60;
 б) проект В: —100; 50; 72;
 проект Б: —100; 30; 40; 60.

Решение Если рассчитать NPV для проектов А, Б и В, то они составят соответственно 3,30 млн. грн., 5,4 млн. грн., 4,96 млн. грн. Непосредственному сравнению эти данные не поддаются, поэтому необходимо рассчитать NPV приведенных потоков. В обоих вариантах наименьшее общее кратное равно 6. В течение этого периода проект А может быть повторен трижды, а проект Б дважды. Тогда, в случае трехкратного повторения проекта А суммарный NPV равен 8,28 млн. грн.:

$$NPV = 3,30 + \frac{3,30}{(1+0,1)^2} + \frac{3,30}{(1+0,1)^4} = 3,30 + 2,73 + 2,25 = 8,28$$

где:

- 3,30 - приведенный доход первой реализации проекта А;
 2,73 - приведенный доход второй реализации проекта А;
 2,25 - приведенный доход третьей реализации проекта А.

Поскольку суммарный NPV в случае двукратной реализации проекта Б больше (9,46 млн. грн.), проект Б является предпочтительным.

Если сделать аналогичные расчеты для варианта (б), получим, что суммарный NPV в случае трехкратного повторения потока В составит 12,45 млн. грн. (4,964 + 4,104 + 3,39). Таким образом, в этом варианте предпочтительным является проект В.

Рассмотренную методику можно упростить в вычислительном плане. Так, если анализируется несколько проектов, существенно различающихся по продолжительности реализации, расчеты могут быть достаточно утомительными. Их можно уменьшить, если предположить, что каждый из анализируемых проектов реализован неограниченное число раз. В этом случае число слагаемых в формуле расчета NPV (i , n) будет стремиться к бесконечности, а значение NPV (i , ∞) может быть найдено по известной формуле для бесконечно убывающей геометрической прогрессии:

$$NPV(i, \infty) = NPV(i) \cdot \frac{(1+r)^i}{(1+r)^i - 1}.$$

Из двух сравниваемых проектов проект, имеющий большее значение NPV (i , ∞), является предпочтительным. Так, для рассмотренного примера:

вариант (а):

проект А: $i = 2$, поэтому

$$NPV(2, \infty) = 3,3 \cdot \frac{(1+0,1)^2}{(1+0,1)^2 - 1} = 3,3 \cdot 5,76 = 19,01 \text{ млн.грн.}$$

проект Б: $i=3$, поэтому

$$NPV(3, \infty) = 5,4 \cdot \frac{(1+0,1)^3}{(1+0,1)^3 - 1} = 5,4 \cdot 4,02 = 21,71 \text{ млн.грн.}$$

вариант (б):

проект Б: $NPV(3, \infty) = 21,71$ млн. грн.;

проект В: $NPV(2, \infty) = 28,57$ млн. грн.

Таким образом, получили те же самые результаты: в варианте (а) предпочтительнее проект Б; в варианте (б) предпочтительнее проект В.

2.14 Анализ инвестиционных проектов в условиях инфляции

При оценке эффективности капитальных вложений необходимо по возможности учитывать влияние инфляции. Это можно делать корректировкой на индекс инфляции (i) либо будущих поступлений, либо коэффициента дисконтирования.

Наиболее корректной, но и более трудоемкой в расчетах является методика, предусматривающая корректировку всех факторов, влияющих на денежные потоки сравниваемых проектов. Среди основных факторов: объем выручки и переменные расходы. Корректировка может осуществляться с использованием различных индексов, поскольку индексы цен на продукцию предприятия и потребляемое им сырье могут существенно отличаться от индекса инфляции. С помощью таких пересчетов исчисляются новые денежные потоки, которые и сравниваются между собой с помощью критерия NPV.

Более простой является методика корректировки коэффициента дисконтирования на индекс инфляции. Прежде всего, рассмотрим логику такой корректировки на простейшем примере.

Пример 2.12 Предприниматель готов сделать инвестицию исходя из 10% годовых. Это означает, что 1 тыс. грн. в начале года и 1,1 тыс. грн. в конце года имеют для предпринимателя одинаковую ценность. Если допустить, что инфляция составляет 5% в год, то чтобы сохранить покупательную стоимость полученного в конце года денежного поступления 1,1 тыс. грн., необходимо откорректировать эту величину на индекс инфляции:

$$1,1 \cdot 1,05 = 1,155 \text{ тыс. грн.}$$

Таким образом, чтобы обеспечить желаемый доход, предприниматель должен был использовать в расчетах не 10%-ный рост капитала, а другой показатель, отличающийся от исходного на величину индекса инфляции:

$$1,1 \cdot 1,05 = 1,155.$$

Итак, можно написать общую формулу, связывающую обычный коэффициент дисконтирования (r), применяемый в условиях инфляции, номинальный коэффициент дисконтирования (p) и индекс инфляции (i):

$$1 + p = (1 + r) \cdot (1 + i).$$

Данную формулу можно упростить:

$$1 + p = (1 + r) \cdot (1 + i) = 1 + r + i + r \cdot i.$$

Величиной $r \cdot i$, ввиду ее малости, в практических расчетах пренебрегают, поэтому окончательная формула имеет вид.:

$$p = r + i.$$

Пример 2.13 Рассмотреть экономическую целесообразность реализации проекта при следующих условиях: величина инвестиций - 5 млн. грн.; период реализации проекта - 3 года; доходы по годам (тыс. грн.) - 2000, 2000, 2500; текущий коэффициент дисконтирования (без учета инфляции) - 9,5%; среднегодовой индекс инфляции - 5%.

Если оценку делать без учета влияния инфляции, то проект следует принять, поскольку $NPV = +399$ тыс. грн.

Однако если сделать поправку на индекс инфляции, т.е. использовать в расчетах модифицированный коэффициент дисконтирования $p = 15\%$, так как $1,095 \cdot 1,05 = 1,15$, то вывод будет диаметрально противоположным, поскольку в этом случае $NPV = -105$ тыс. грн., $IRR = 13,8\%$. Если пользоваться упрощенной формулой, то вывод в данном случае не изменится, хотя числа будут несколько иными: $p = 14,5\%$, $NPV = -62,3$ тыс. грн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, в данной главе мы проанализировали и сравнили два метода анализа эффективности инвестиций: чистая текущая стоимость (NPV) и внутренняя ставка дохода (IRR). Также была разработана и построена модель линейного целочисленного программирования, которая позволяет сформировать оптимальный портфель проектов, используя показатели выше указанных методов, а также индекса доходности (PI), как вариант метода чистой текущей стоимости.

Анализ и сравнение методов оценки показали: в каких ситуациях и при каких условиях какой метод нужно применять. Можно сделать следующие выводы:

Хотя оба критерия дают эквивалентные результаты в отношении независимых обычных проектов, они не оценивают проекты одинаково. Это различие в ранжировании становится критическим во взаимно исключительных ситуациях выбора, это - когда фирма должна выбрать лучшее (возможно самого высокого ранга) предложение из двух или больше альтернатив. NPV обеспечивает более привлекательный критерий по следующим причинам:

1. NPV отражает абсолютную величину проектов, в то время как IRR нет. Это – плюс в пользу NPV, потому что фирма заинтересована абсолютной прибылью, а не просто нормой прибыли. Та же причина играет важную роль для отклонения индекса доходности как меры эффективности инвестиций.

2. NPV неявно принимает реинвестицию временных доходов по стоимости капитала; IRR принимает реинвестицию за собственную ставку дохода проекта. Это еще один - плюс в пользу NPV, начиная с проектов, которые зарабатывают больше чем их "возможная цена", которая была бы принята так или иначе, независимо от текущего инвестиционного решения. Следовательно, инвестиции текущего проекта нельзя кредитовать со ставкой возврата на временных платежах больше, чем стоимость капитала.

3. Реинвестиционное предположение имеет критическую важность, если мы принимаем стоимость изменения капитала в будущем. При таких обстоятельствах правило IRR не работает, потому что сравнение единственно оцененной ставки дохода с рядом различных краткосрочных коэффициентов дисконтирования не имеет смысла.

4. Наконец, NPV не только теоретически лучше IRR, но также имеет важные технические преимущества. Когда рассматриваются необычные потоки наличности, действительное решение IRR проекта не существует; или в других случаях, больше чем один IRR может быть найден для единственного проекта. В итоге, NPV обеспечивает оптимальное решение проблем составления бюджета долгосрочных расходов фирмы при условии, что будущие потоки наличности и соответствующая стоимость капитала (коэффициент дисконтирования) известны. Популярность правила IRR находится в психологической части, как мера стоимости инвестиции, которая выражена в процентах.