

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской Академии Наук

На правах рукописи

Шалагин Михаил Юрьевич

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОЙ
ЭКОНОМИКИ

Специальность 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы
экономики»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва, 2020

Работа выполнена на базе отдела «Информационные технологии оценки эффективности инвестиций» Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской Академии наук.

Научный руководитель: **Орлова Елена Роальдовна**,
доктор экономических наук, профессор,
зав. отделом «Информационные технологии
оценки эффективности инвестиций» ФИЦ «ИУ»
РАН

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский
университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Официальные оппоненты: **Никонова Ирина Александровна**,
профессор кафедры экономики и финансов
предприятий и отраслей Международного
банковского института, доктор экономических
наук, профессор
Мызникова Марина Николаевна,
доцент кафедры менеджмента в энергетике
Инженерно-экономического института НИУ
«МЭИ», кандидат экономических наук, доцент

Защита состоится «__» _____ 2020 года в _____ часов на
заседании диссертационного совета Д 002.073.06 Федерального
государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН) по
адресу: 117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 9, конференц-зал, 1-й
этаж.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФИЦ ИУ РАН и на
сайте <http://www.frccsc.ru/>.

Отзывы и замечания по автореферату в двух экземплярах, заверенных
оттиском печати, просьба выслать по адресу по адресу 119333, Москва,
Вавилова, д.44, кор.2, ФИЦ ИУ РАН, диссертационный совет Д002.073.06.

Автореферат разослан «__» _____ 2020 года

Телефон для справок +7(499)135-51-64.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.э.н.

М.П. Фролова

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Инвестиционный анализ - это комплекс мероприятий, основной целью которого является обоснование и оценка целесообразности и эффективности осуществления инвестиций и в конечном итоге принятие инвестиционного решения. В условиях кризиса роль инвестиционного анализа возрастает. Это связано, в том числе, с необходимостью разработки базовых ориентиров инвестиционной политики компаний при усиливающемся дефиците инвестиционного ресурса. Несмотря на то, что вопросы оценки эффективности считаются в достаточной мере изученными, и основные подходы и методы широко представлены в российской и зарубежной литературе, все еще существуют задачи, которые должным образом не решены.

Современная российская экономика все еще является нестационарной и поэтому существенно отличается от западной экономики вообще и американской – в частности, которые считаются стационарными. Основные различия между стационарными и нестационарными экономиками проявляются при сравнении динамики макропоказателей, фискальной системы, рисков, рынков, инфляции и кредитно-денежной системы. Кроме того, и в пределах западной экономики существуют различия в подходах к оценке эффективности, и прямое использование американских методик расчета в ряде западных стран может приводить к ошибочным результатам. Поэтому полное заимствование зарубежных методов и тем более, готовых формул в области оценки эффективности, как и в экономике в целом, наряду с правильными полезными положениями, приводит к немалому количеству ошибочных и даже бессмысленных рекомендаций.

Основным показателем эффективности проекта является чистая приведенная стоимость NPV. В большинстве источников предлагается считать проект мини- фирмой, и тогда критерий эффективности проекта сводится к расчету NPV – чем данный показатель выше, тем проект эффективнее. Основная сложность при этом заключается в выборе правильной ставки дисконта. И как раз этот выбор в большинстве реальных проектов основывается на допущениях, не имеющих отношения к реалиям оцениваемого проекта. Как следствие при принятии инвестиционных решений возникают ошибки.

Таким образом, **актуальность темы диссертационной работы определена необходимостью систематизации предпосылок для расчета показателей эффективности инвестиционных проектов и их адаптации для условий нестационарной экономики.**

Степень научной разработанности проблемы. Исходным теоретико-методологическим основанием исследования послужили научно-практические разработки российских и зарубежных ученых в области инвестиционного анализа и оценки эффективности реализации инвестиционных проектов.

Среди работ зарубежных авторов основополагающими являются труды по корпоративным финансам Фишера И., Брейли Р., Майерса С., Дамодарана А., Крушвица Л., Хамады Р., Модильяни Ф., Миллера М., Коупленда Т., Коллера

Т., Муррина Дж., Стиглица Д., Фама Ю., Шарпа У., в которых подробно разбираются базовые подходы, связанные с оценкой стоимости фирмы, и сопутствующие вопросы по выбору показателей эффективности для инвестора и методов по их расчету и оценке рисков. Вопросы оценки эффективности инвестиционного проекта рассматриваются как следствие из более глобального вопроса по оценке стоимости фирмы, что накладывает ряд ограничений на показатели эффективности, которые не всегда учитываются, но могут существенно повлиять на результат оценки.

Среди отечественных авторов необходимо выделить работы Виленского П.Л., Лившица В.Н., Смоляка С.А., Орловой Е.Р., Никоновой И.А., Мызниковой М.Н., Зубаревой В.Д., Саркисова А.С., Грачёвой М.В., Лившиц С.В., Волкова И.М., Гузь В.В., Александрова Д.С., Кошелева В.М., Беленького В.З., Бронштейна Е.М., где проводится анализ вопросов, связанных с оценкой эффективности инвестиций в реальные проекты в различных отраслях и в том числе с учетом специфики российской экономики, бизнес-планированием, построением финансовых моделей, работой банковского сектора. При этом вопрос применимости одних и тех же показателей при оценке стоимости фирмы и эффективности инвестиционного проекта подробно не рассматривается.

В работах Виленского П.Л., Лившица В.Н., Лившиц С.В., Гринберга Р.С., Бодрунова С.Д., Сорокина Д.Е., Сухарева О.С., Панова С.А., Трофимова Н.В. рассматриваются основные различия между стационарной и нестационарной экономиками.

Вопросы, связанные с учетом рисков, подробно рассматриваются в работах Смоляка С.А., Виленского П.Л., Сидоренко А.И., Меньшикова И.С. Предложенные подходы подходят для учета несистематических рисков проектов и не требуют уточнения для рассматриваемых в работе показателей.

Анализ отечественных и зарубежных источников показал целесообразность уточнения подхода по оценке эффективности инвестиционных проектов с учетом различий фирмы и проекта, и ограничений, связанных с возможной нестационарностью экономики.

Целью диссертационного исследования является разработка и развитие математических моделей и методов по оценке основных показателей эффективности инвестиционных проектов, с учетом ограничений в условиях нестационарной экономики.

Данная цель предполагает постановку и решение следующих задач:

- разработать модель оценки эффективности проекта для инвестора и на ее основе уточнить критерии эффективности инвестиционного проекта;
- модифицировать модель и критерии эффективности для проектов, реализуемых с использованием заемных средств;
- разработать алгоритм вычисления ставки дисконтирования в зависимости от величины долга на каждом этапе проекта;
- определить ограничения, накладываемые на ключевые показатели эффективности инвестиционных проектов;

- модифицировать модель, критерии эффективности проектов и алгоритмы их оценки для случая, когда из-за особенностей нестационарной экономики трудно найти финансовый инструмент, позволяющий достичь доходности, равной используемой в проекте ставке дисконта;
- на основе разработанных алгоритмов провести расчеты, учитывающие особенности российской экономики;
- сравнить результаты предложенных алгоритмов с результатами, полученными с использованием традиционных методик.

Объектом исследования являются коммерческие проекты, реализуемые с целью создание продукта и получение дальнейшей прибыли, и эффекты для инвесторов, реализующих проект.

Предметом исследования выступает совокупность основных методов, моделей, механизмов, инструментов и показателей оценки эффективности реализации инвестиционных проектов в условиях нестационарной экономики.

Методологические и теоретические основы исследования представлены концепциями и положениями, изложенными в работах отечественных и зарубежных ученых по оценке эффективности инвестиционных проектов и оценке стоимости активов.

Научное исследование осуществлялось в рамках системного подхода на основе применения общенаучных методов: анализа, информационного моделирования, численных расчетов и графического моделирования.

Информационно-эмпирическую базу исследования составили материалы монографических исследований, научные статьи, публикации отечественных и зарубежных ученых в периодических изданиях и в сети Интернет; данные Федеральной службы государственной статистики РФ, региональных комитетов статистики, Минэкономразвития России; экспертные оценки и расчеты исследователей; собственные авторские расчеты.

Нормативно-правовая база исследования сформирована на основе законодательных и нормативных актов Президента, Правительства РФ, Государственной Думы и субъектов Российской Федерации.

Научная новизна исследования заключается в разработке модели оценки эффективности проекта для инвестора и на ее основе определении основных критериев эффективности и алгоритмов их расчета в том числе в условиях нестационарной экономики.

Следующие результаты, полученные в ходе исследования, формируют, по мнению автора, основную научную новизну работы:

1. Построена модель оценки эффективности проекта для инвестора, и на ее основе определен универсальный критерий эффективности проекта, не зависящий от предпочтений инвестора (п. 1.4 паспорта специальности). Показатель NPV при этом получается частным случаем описанного в работе критерия.

2. В рамках анализа возможности применения косвенных методов оценки эффективности инвестиционных проектов, которые в отличие от прямых методов не предполагают выделения денежного потока для инвестора, описанная модель модифицирована на случай необходимости привлечения и возврата заемного

финансирования для реализации проекта, и получен критерий того, когда оценка эффективности проекта по косвенному методу APV (Adjusted Present Value / Скорректированная приведенная стоимость) не завышает показатели, и является оценкой «снизу» (п. 1.4 паспорта специальности).

3. Проанализирована возможность использования еще одного популярного косвенного метода оценки эффективности проектов на основе ставки дисконта WACC в условиях российской экономики. Выявлено, что такой подход без дополнительных уточнений неприменим для оценки эффективности в том числе условиях нестационарной экономики, так как, например, в отличие от фирмы проект имеет конечную продолжительность, структура капитала в проекте непостоянна по шагам, и стоимость заемного финансирования может быть довольно высокой, что существенным образом влияет на финансовую реализуемость проекта. Отмечена целесообразность использования в работе прямых методов оценки эффективности, основанные на выделении денежных потоков участников, так как они позволяют проверять условие финансовой реализуемости и рассчитывать показатели эффективности для каждого конкретного участника (п. 2.3 паспорта специальности).

4. Разработана модель и составлен алгоритм расчета ставки дисконта на основе модели CAPM, сходный по логике со ставкой WACC, но с поправкой на конечность расчетного горизонта, переменную структуру источников финансирования проекта и необходимость оценки эффективности для отдельных участников. Выполнены сравнительные расчеты (п. 2.6 паспорта специальности).

5. Рассмотрен случай, когда в условиях нестационарной экономики отсутствуют финансовые инструменты, позволяющие получить доходность, близкую к требуемой при оценке эффективности проекта ставке дисконта. Для этого случая модифицирована модель оценки эффективности для инвестора, и обоснован подход, согласно которому критерием эффективности уже будут показатели не NPV/NFV, а показатели типа RNPV/RNFV (п. 1.4 паспорта специальности).

6. Модифицирован алгоритм расчета ставки дисконта в условиях, когда при наличии заемных источников целесообразно использование показателей RNPV/RNFV. (п. 2.6 паспорта специальности).

7. Выполнен сравнительный расчет показателей эффективности различными методами с использованием разработанных алгоритмов расчета. (п. 2.2 паспорта специальности).

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в систематизации показателей эффективности проектов, разработке единой базы, обосновывающей показатели NPV/NFV и RNPV/RNFV с точки зрения поведения инвестора, а также в модификации подходов к оценке ставки дисконта. При этом в явном виде выделены предпосылки и критерии, на основе которых можно определить, каким показателем лучше воспользоваться для оценки эффективности проектов.

Практическая значимость определяется наличием в работе корректных алгоритмов расчета ставок дисконта и показателей эффективности

инвестиционных проектов. При этом дается понятная с практической точки зрения интерпретация этих показателей, и выполняются сравнительные расчеты. Выводы и результаты исследования могут использоваться как в преподавательской деятельности, так и в практических расчетах при выполнении оценки эффективности реальных проектов.

Апробация результатов исследования. Основные положения работы докладывались на Международной конференции ОЭПЭЭ/IAEE "Экономика энергетики как направление исследований: передовые рубежи и повседневная реальность" (Московская Школа Экономики МГУ им. Ломоносова, 2012 год), 13-м Всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (ЦЭМИ, 2012 год), на 15-м Всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (ЦЭМИ, 2014 год), на конференции «Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем» (АМУР-2014) в г. Севастополь в 2014 году, и на межотраслевом семинаре в Институте системного анализа Российской Академии наук (2015 год). Кроме того, результаты исследования используются в рамках курсов «Инвестиционный анализ» и «Построение финансово-экономической модели проекта на основе MS Excel и оценка его эффективности для различных участников» для слушателей программ Высшей школы менеджмента НИУ ВШЭ. А также при выполнении практических расчетов по оценке эффективности различных реальных проектов.

Публикации. По теме диссертации автором опубликованы 6 работ, в том числе 4 работы в журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций. Общий объем 4,8 печатных листов (из них автора – 3,8 п.л.). Кроме того, в книге Виленского П.Л., Лившица В.Н., Смоляка С.А. «Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика», изд. 5е, 2015 г., подразделы 14.4 и 14.5 есть ссылка на результаты исследования.

Структура и объем работы.

Структура диссертации обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы составляет 124 страниц, в том числе 107 страниц основного текста. Работа содержит 16 таблиц, 6 рисунков. Список литературы включает 152 наименования.

Во **введении** обоснована актуальность исследования, сформулирована его цель, задачи и положения научной новизны. В **первой главе** проанализированы существующие способы оценки эффективности инвестиционных проектов, способы расчет ставки дисконта и способы учета влияния инфляции. Во **второй главе** представлена модель оценки эффективности проекта для инвестора, соответствующее показателям типа NPV/NFV, показана универсальность показателей NPV/NFV, определены условия применимости метода APV для оценки эффективности проектов. Разработан алгоритм расчета ставки дисконта на основе CAPM в зависимости от величины заемного капитала в проекте, определены условия применимости ставки WACC, ее модификация для применения в российских условиях, выполнены расчеты на основе конкретных

данных. В **третьей главе** модифицирована описанная в главе 2 модель для случая, когда отсутствует возможность полноценно использовать рынки капитала, обосновано использование показателей RNPV/RNFV и FMRR, сформулированы условия, когда показатели NPV/NFV искажают результат, приводя к неверным выводам по поводу эффективности инвестиционных проектов. В **четвертой главе** модифицирован алгоритм расчета ставки дисконта для случаев, когда для оценки эффективности рассчитываются показатели RNPV/RNFV, выполнены сравнительные расчеты. В **заключении** представлены основные выводы и результаты исследования.

Основные результаты исследования

1. Выявлено, что существующие методы оценки эффективности корректно работают для фирмы в условиях западных стационарных экономик. При этом простое копирование западных методов и использование их для оценки эффективности проектов, а не фирм, в условиях российской нестационарной экономики может привести к ошибкам и как следствие к неэффективным инвестиционным решениям.

Самым популярным показателем эффективности инвестиционных проектов является показатель Чистая приведенная стоимость (Net Present Value – NPV). Существует два способа расчета данного показателя – прямой и косвенный. При косвенном способе используется денежный поток проекта «в целом» без учета финансовой деятельности (Таблица 1), а эффективность для инвестора оценивается с помощью поправок (использование WACC, расчет APV). Прямой способ заключается в том, что в денежном потоке проекта выделяется подпоток, состоящий из притоков и оттоков денежных средств инвестора, искомая эффективность оценивается на основании именно этого подпотока.

Таблица 1. Структура денежного потока проекта

Вид		Наименования	
Инвестиционная и операционная деятельность	+	1. Выручка и иные (продажа оборудования и пр.) доходы	
	-	2. Инвестиционные затраты (капитальные вложения + прирост оборотных средств)	
	-	3. Операционные затраты	
	-	3. Налоги	
	+	4. Налоговая защита ts (tax shield)	
	Итого, $\varphi^c(n)$ ($n = 0; 1; \dots; N$) – денежный поток в прогнозных ценах для оценки эффективности «проекта в целом» (для «проекта в целом» $ts = 0$)		
Финансовая деятельность	+	5. Накопленные субсидии и дотации (Sub)	
	+	6. Взятие займов	
	-	7. Возврат долга	
	-	8. Выплата процентов по долгу	
	Итого, $\psi^c(n)$ ($n = 0; 1; \dots; N$) денежный поток в прогнозных ценах для оценки эффективности участия инвестора в проекте (при этом $ts \neq 0$)		

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td><td style="width: 90%; text-align: center;">+ 9. Собственные средства инвестора</td></tr> <tr> <td></td><td style="text-align: center;">Итого, денежный поток для проверки финансовой реализуемости проекта</td></tr> </table>		+ 9. Собственные средства инвестора		Итого, денежный поток для проверки финансовой реализуемости проекта
	+ 9. Собственные средства инвестора				
	Итого, денежный поток для проверки финансовой реализуемости проекта				

При этом основным достоинством прямого метода является то, что проверяется финансовая реализуемость проекта на каждом шаге:

$$(1) - (2) - (3) + (4) + (5) + (6) - (7) - (8) + (9) \geq 0 \quad (1).$$

В работе все расчеты и примеры основываются на прямом методе, таким образом, расчет ставок дисконтирования производится для инвестора. Ставка WACC не рекомендуется к использованию, так как она работает для денежных потоков фирмы и при ее использовании эффективность рассчитывается для всех участников сразу. При этом справочно приводится корректный вид WACC, применимый для российских реалий, и условие надежности применения показателя APV.

Расчет ставки дисконта обычно сводится к выбору некой базовой, иногда безрисковой ставки, и добавлению к ней различных премий за риск. По этому принципу строится модель CAPM, трехфакторная модель Фамы и Френча, модель Кархата, экспертные оценки премий за риск. При этом в литературе нет указаний на то, как учитывать систематический риск, связанный с привлечением заемного финансирования. Для фирмы с постоянной структурой финансирования и бесконечным сроком функционирования, подобный расчет есть в книге Брейли Р., Майерс С. «Принципы корпоративных финансов». При этом говорится, что аналогичный расчет для проекта будет очень приблизительным именно из-за переменной структуры финансирования (большая доля заемного финансирования в начале, и снижающаяся до нуля за срок реализации проекта). В настоящей работе используется модель CAPM, и на ее основе формируется алгоритм расчета ставки дисконта для проекта в условиях, когда структура финансирования переменная. Учет инфляции осуществляется следующим образом:

- на первом этапе по номинальному денежному потоку строится реальный (дефлированный) поток, в котором покупательная способность денег на любом шаге n приводится к их покупательной способности в начальной точке. Эта процедура называется дефлированием и осуществляется преобразованием.

$$\varphi_i^{jc}(n) \rightarrow \tilde{\varphi}_i^j(n) = \frac{\varphi_i^{jc}(n)}{GJ_i^j(n)};$$

- на втором этапе все показатели эффективности находятся по реальному денежному потоку и реальным ставкам дисконта $\{E\}$.

2. Разработана модель оценки эффективности проекта для инвестора и на ее основе получено подтверждение универсальности показателя NPV с точки зрения предпочтений инвестора.

В работе принят гипотеза (там, где это не оговорено дополнительно) о конечном горизонте планирования. Рассмотрение проектов и фирм на бесконечном горизонте теоретически более удобно в случае дисконтирования, так как это позволяет перейти от громоздкой суммы к более простым формулам, но при этом сложно представить себе бесконечную фирму.

Номинальную процентную ставку по обобщенному депозиту (одинаковую для заимствования и для кредитования) за шаг n обозначим через $R(n)$, а реальную (при исключенной инфляции) – через $r(n)$. Будем считать, что $\forall n r(n) > 0$. Это обычное утверждение в экономике, согласно которому «нынешние средства дороже будущих».

Пусть в начале каждого шага n инвестор получает извне суммы $C_n \geq 0$, исчисленные в номинальных (прогнозных) ценах (часть этих сумм может равняться нулю). На шаге 0 он использует для собственных нужд сумму m_0 (тоже в номинальных ценах), а остаток, равный M_0 , кладет на обобщенный депозит. Вложение на обобщенный депозит производится в конце шага 0 под ставку $R(1)$. Если величина m_0 превысит C_0 , M_0 окажется отрицательным, т.е., вместо вложения средств на обобщенный депозит, инвестор вынужден будет занять некоторую сумму.

Баланс денежных средств запишется в виде:

- в конце шага $n=0$:

$$m_0 + M_0 = C_0;$$

- в конце шага $n=1$:

$$m_1 + M_1 = C_1 + M_0 * (1 + R(1)); \quad (2)$$

- в конце шага $n < N$:

$$m_n + M_n = C_n + M_{n-1} * (1 + R(n));$$

- в конце шага $n=N$:

$$m_N = C_N + M_{N-1} * (1 + R(N)).$$

Исключим M_0 из системы (2). Для этого при каждом n умножим уравнение на $\prod_{k=n+1}^N (1 + R(k))$ (последнее уравнение – на 1) и результаты сложим¹. Получим равенство:

$$\sum_{n=0}^N m_n * \prod_{k=n+1}^N (1 + R(k)) = \sum_{n=0}^N C_n * \prod_{k=n+1}^N (1 + R(k)) \quad (3)$$

Геометрически в координатах $m = (m_0; \dots; m_N)$ это – уравнение N – мерной гиперплоскости, проходящей через точку $C = (C_0; \dots; C_N)$ в $N+1$ -мерном пространстве. Обозначим ее через $\Pi(C; 0; R)$. Ее положение можно задать точкой C и вектором нормали:

$$\Lambda = \{\Lambda_n\}; \Lambda_n = \prod_{k=n+1}^N (1 + R(k)); (n = 0; 1; \dots; N) \quad (4)$$

В этих обозначениях уравнение плоскости $\Pi(C; 0; R)$ записывается в виде:

$$(m, \Lambda) = (C, \Lambda), \quad (5)$$

где (a, b) означает скалярное произведение векторов a и b .

¹ Произведение, в котором нижний предел изменения к больше верхнего, считается равным 1.

Соотношения (3), (4) приведены в номинальных (прогнозных) ценах. Их можно выразить в дефлированных (реальных) ценах:

$$\sum_{n=0}^N \mu_n * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) = \sum_{n=0}^N c_n * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) \quad (6)$$

или

$$(\mu, \eta) = (c, \eta) \quad (7)$$

Это – тоже уравнение N – мерной гиперплоскости в $N+1$ -мерном пространстве в координатах $\mu = (\mu_0; \mu_1; \dots; \mu_N)$. Ее вектор нормали:

$$\eta = (\eta_0; \eta_1; \dots; \eta_N); \quad \eta_n = \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) \quad (8)$$

Отсюда и из условия $\forall n \ r(n) > 0$ ясно, что:

$$\eta_0 > \eta_1 > \dots > \eta_N = 1 \quad (9)$$

Гиперплоскость проходит через точку $c = (c_0; \dots; c_N)$. Обозначим эту гиперплоскость через $\pi(c; 0; r)$.

При разных c выражение (7) определяет семейство параллельных гиперплоскостей. Взаимное положение гиперплоскостей определяется по одной точке μ_n^* (на любой оси) или по их расстоянию до начала координат d_{π_0} . Легко видеть, что

$$d_{\pi_0} = \frac{(c, \eta)}{|\eta|}; \quad \mu_n^* = \frac{(c, \eta)}{\eta_n} = \frac{d_{\pi_0} * |\eta|}{\eta_n}, \quad (10)$$

Здесь, как обычно, $|\eta| = \sqrt{(\eta, \eta)}$.

Действительно луч, исходящий из начала координат и нормальный к $\pi(c; 0; r)$, имеет уравнение $\mu = t \cdot \eta; t \geq 0$. Точка пересечения этого луча и гиперплоскости соответствует $t_0 = \frac{(c, \eta)}{(\eta, \eta)}$ и расстояние до начала координат, приведенное в (10).

Экономический смысл гиперплоскости $\pi(c; 0; r)$ заключается в том, что она представляет собой поверхность бюджетных ограничений в реальных (дефлированных) ценах. Замкнутый симплекс Ξ_{π_0} , ограниченный этой гиперплоскостью, лежащий в области $\mu \geq 0$, является областью достижимых значений потребления. Конкретная точка на границе симплекса определяется межвременной функцией полезности потребителя (в дальнейшем он же будет выступать и в роли инвестора). Чем больше расстояние d_{π_0} от начала координат до $\pi(c; 0; r)$, тем мягче эти ограничения и больше возможности потребителя при любой межвременной функции полезности.

В качестве иллюстрации можно рассмотреть следующий пример. Определим трехлетний горизонт N , принимающий значения от 0 до 2. Реальное значение ставки обобщенного депозита r для простоты примем одинаковой и равной 6%. Суммы c , которые инвестор получает извне, представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Построение плоскости бюджетных ограничений

Оси	0 шаг	1 шаг	2 шаг
c – суммы, получаемые извне	100	120	150
Расстояния до начала координат, в соответствии с формулой (10)	$100+120/(1+6\%)+150/(1+6\%)/(1+6\%)=347$	$100*(1+6\%)+120+150/(1+6\%)=368$	$100*(1+6\%)*(1+6\%)+120*(1+6\%)+150=390$

Таким образом, получаем плоскость бюджетных ограничений АВС (рис. 1), которая ограничивает расходы инвестора на собственные нужды μ . Замкнутый симплекс $\Xi_{\pi c_0}$, представляющий собой область достижимых потреблений, в данном случае является четырехгранником ОАВС.

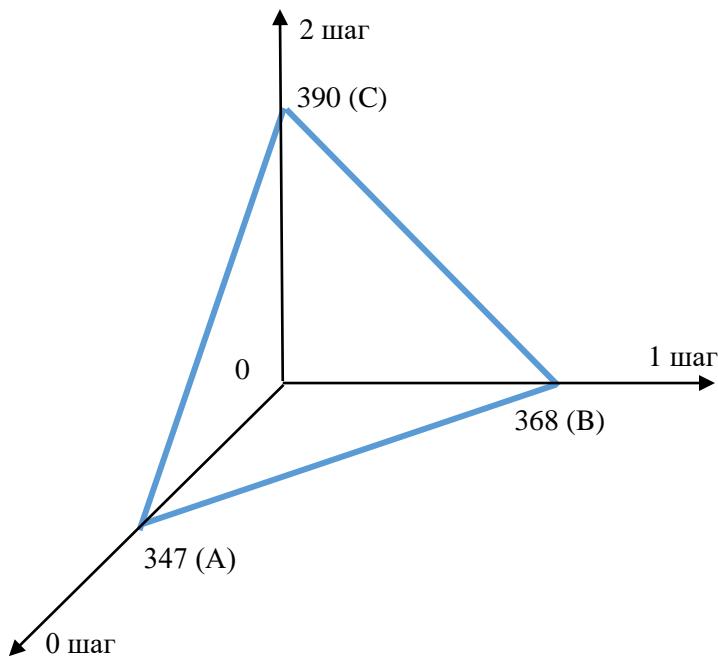


Рисунок 1. Плоскость бюджетных ограничений.

Пусть теперь суммы c_n в (7) связаны с осуществлением инвестиционного проекта. Это обычно означает, что c_0 (частично или полностью) вкладывается в проект. При других значениях n величины c_n тоже меняются. Можно записать, что $c \Rightarrow c + \hat{\varphi}$, где $\hat{\varphi} = (\hat{\varphi}(0); \hat{\varphi}(1); \dots; \hat{\varphi}(N))$ - денежный поток проекта в реальных (дефлированных) ценах, а стрелка означает замену левой части на правую.

Введем дополнительное условие финансовой реализуемости проекта.

$$c + \hat{\varphi} \geq 0. \quad (11)$$

Подставляя новое значение c в (6), сразу получаем:

$$(\hat{\mu}, \eta) = (c, \eta) + (\hat{\varphi}, \eta). \quad (12)$$

Полученное уравнение определяет гиперплоскость $\pi(c; \hat{\phi}; r)$. Она параллельна гиперплоскости $\pi(c; 0; r)$. При этом симплекс $\Xi_{\pi c_0}$ заменяется симплексом $\Xi_{\pi c \varphi}$, ограниченный $\pi(c; \hat{\phi}; r)$ и областью $\mu \geq 0$. Чтобы понять, в каких случаях денежный поток $\hat{\phi}$ эффективен, нужно определить, как он изменяет расстояние от гиперплоскости до начала координат. Из (10) получаем

$$d_{\pi\varphi} = \frac{(c, \eta) + (\hat{\phi}, \eta)}{|\eta|}; \hat{\mu}_n^* = \frac{d_{\pi\varphi} \cdot |\eta|}{\eta_n} = \frac{(c, \eta) + (\hat{\phi}, \eta)}{\eta_n} \quad (13)$$

В силу (9) и (11) $d_{\pi\varphi} \geq 0$. Денежный поток эффективен, если $d_{\pi\varphi} \geq d_{\pi 0}$ и неэффективен в противоположном случае. Отсюда вытекает условие эффективности:

$$\hat{\mu}_n^* - \mu_n^* = \frac{(\hat{\phi}, \eta)}{\eta_n} \geq 0, \quad (14)$$

где $\hat{\mu}_n^*$ – точка пересечения $\pi(c; \hat{\phi}; r)$ с осью μ_n .

При этом выполнение (14) при каком-либо n гарантирует его выполнение и при любом другом n . В терминах приведенных (дисконтированных) потоков (13) означает, что неотрицательной должна быть сумма приведенных к какому-либо шагу n значений денежного потока. Частными случаями (13) (с учетом (8) и (9)) являются: при $n=N - NFV$, при $n=0 - NPV$.

Дополним рассмотренный выше пример наличием проекта, данные по которому представлены в Таблице 3.

Таблица 3. Влияние проекта на плоскость бюджетных ограничений

№	Оси	0 шаг	1 шаг	2 шаг
1	c – суммы, получаемые извне	100	120	150
2	Расстояния до начала координат, в соответствии с формулой (10)	$100+120/(1+6\%)$ + $150/(1+6\%)/(1+6\%) = 347$	$100*(1+6\%)+120+$ $150/(1+6\%) = 368$	$100*(1+6\%)*(1+6\%)+120*(1+6\%)+150 = 390$
3	Денежные потоки проекта П1	-60	40	50
4	Денежные потоки П2	-60	30	30
5	Расстояние до начала координат в соответствии с (13) для П1	$(100-60)$ +($120+40)/(1+6\%)$ + $(150+50)/(1+6\%)/(1+6\%) = 369$	$(100-60)*(1+6\%)+$ $(120+40)+(150+50)/(1+6\%) = 391$	$(100-60)*(1+6\%)*(1+6\%)+(120+40)*(1+6\%)+(150+50) = 415$
6	Дельта для П1	$NPV = 22$	23	$NFV = 25$
7	Расстояние до начала координат в	$(100-60)$ +($120+30)/(1+6\%)$ + $60)*(1+6\%)*$	$(100-60)*(1+6\%)+$ $60)*(1+6\%)*$	$(100-60)*(1+6\%)*$

	соответствии с (13) для П2	$+6\%)+(150+30)/(1+6\%)/(1+6\%)= 342$	$(120+30)+(150+30)/(1+6\%)= 362$	$6\%)+(120+30)*(1+6\%)+(150+30)= 384$
8	Дельта для П2	NPV = -5	-6	NPV = -6

Графически учет проекта будет выглядеть следующим образом (Рисунок 2).

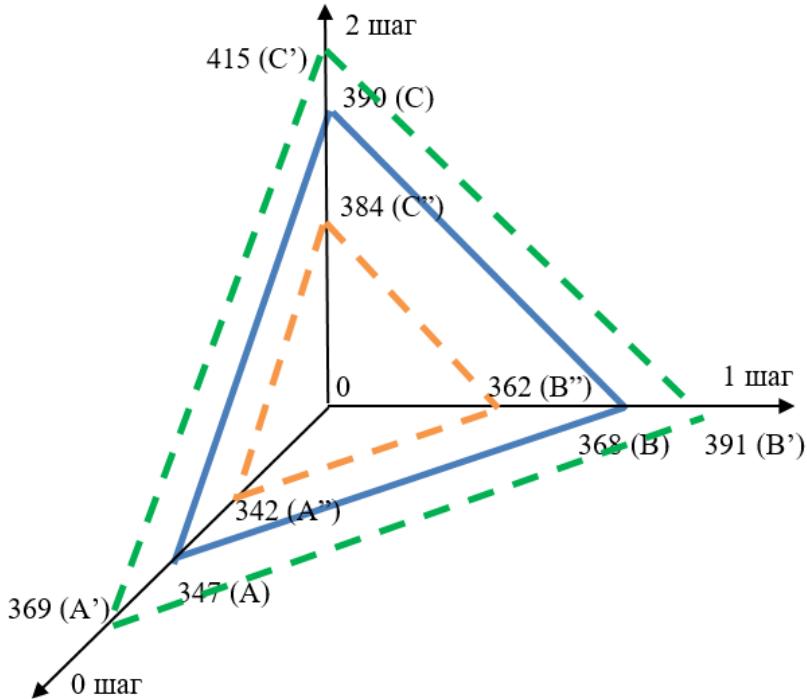


Рисунок 2. Плоскость бюджетных ограничений при наличии проекта.

Таким образом, плоскость бюджетных ограничений ABC (рис. 2), которая ограничивает расходы инвестора на собственные нужды μ , при наличии проекта П1 с положительным эффектом переходит в плоскость A'B'C', и в плоскость A''B''C'' при наличии проекта П2 с отрицательным эффектом. Из рисунка 2 видно, что область достижимых потреблений, которая, как и в предыдущем примере, является в данном случае четырехугольником OA'BC', возрастает в случае реализации проекта с положительным эффектом (OA'B'C'). Все это верно в предположении, что доходы от проекта вкладываются под все ту же ставку обобщенного депозита $r = 6\%$. И таким образом наглядно подтверждается универсальность показателей NPV/NFV – вне зависимости от предпочтений инвестора (функции полезности), его возможности растут в случае реализации проектов с положительным эффектом.

3. Уточнены границы применимости показателя APV, относящегося к косвенным методам оценки эффективности проектов, что является актуальным в условиях нестационарной экономики, когда стоимость заемного финансирования может быть достаточно высока.

Влияние заемного капитала на эффективность проекта удобнее рассматривать не в реальных, а в номинальных ценах. Поэтому вернемся к номинальным (прогнозным) ценам. Как показано в предыдущем разделе, в этих

ценах гиперплоскость бюджетных ограничений $\Pi(C;0;R)$ описывается уравнением: $(m,\Lambda) = (C,\Lambda)$.

Здесь в соответствии с (4)

$$\Lambda = \{\Lambda_n\}; \Lambda_n = \prod_{k=n+1}^N (1 + R(k)); (n = 0; 1; \dots; N)$$

Расстояние от $\Pi(C;0;R)$ до начала координат равно $d_{\Pi_0} = \frac{(C,\Lambda)}{|\Lambda|}$, где

$|\Lambda|^2 = \sum_{n=0}^N \Lambda_n^2$. Повторяя рассуждения предыдущего раздела и учитывая (2), получим, что за счет проекта доходы инвестора на шаге n изменятся на величину $\psi^c(n) = \varphi^c(n) + ts_n + D_n - D_{n-1} \cdot (1 + R_d(n))$. Гиперплоскость $\Pi(C;0;R)$ сдвинется параллельно себе и отобразится в $\Pi(C;\psi^c;R)$. С учетом (2) ее уравнение приобретает вид

$$(m,\Lambda) = (C + \psi^c, \Lambda)$$

С учетом выражений для Λ нетрудно показать, что

$$\sum_{n=0}^N (D_n - D_{n-1} \cdot (1 + R_d(n))) \cdot \Lambda_n = \sum_{n=0}^N \Lambda_n \cdot D_n \cdot \frac{R(n+1) - R_d(n+1)}{R(n+1)}$$

при обычных условиях

$$((n < 0) \vee (n > N)) \Rightarrow R(n) = R_d(n) = D_n = 0$$

$$\text{Обозначая через } \tilde{D}_n \quad \tilde{D}_n = D_n \cdot \frac{R(n+1) - R_d(n+1)}{R(n+1)} \quad (15),$$

Тогда уравнение гиперплоскости $\Pi(C;\psi^c;R)$ примет вид

$$(m,\Lambda) = (C,\Lambda) + (\varphi^c + ts + \tilde{D}, \Lambda)$$

Ее расстояние от начала координат равно

$$d_{\Pi\psi^c} = \frac{(C,\Lambda) + (\varphi^c + ts, \Lambda) + (\tilde{D}, \Lambda)}{|\Lambda|} \quad \text{и увеличение этого расстояния за счет}$$

проекта

$$\Delta d_{\Pi\psi^c} = d_{\Pi\psi^c} - d_{\Pi_0} = \frac{(\varphi^c + ts, \Lambda) + (\tilde{D}, \Lambda)}{|\Lambda|}$$

Напомним, что, чем эта величина больше, тем проект эффективнее, т.к. приращения (за счет проекта) координат точек пересечения с осями $\overrightarrow{Om_n}$ плоскостей $\Pi(C;\psi^c;R)$ и $\Pi(C;0;R)$ равна

$$\tilde{m}_n^* - m_n^* = \frac{\Delta d_{\Pi\psi^c} \cdot |\Lambda|}{\Lambda_n} = \frac{(\psi^c + ts, \Lambda) + (\tilde{D}, \Lambda)}{\Lambda_n} \quad (16)$$

Во всех зарубежных проектах (и большинстве российских)

$$\forall n \quad R_d(n) < R(n) \quad (17)$$

Если условие (17) выполнено, то $\forall n \tilde{D}_n \geq 0$, и соответствующие показатели эффективности проекта (ЧДД и денежный поток, приведенный к другим моментам времени) оцениваются снизу величиной

$$\tilde{m}_n^* - m_n^* \geq \frac{(\psi^c + ts, \Lambda)}{\Lambda_n} \quad (18)$$

что соответствует формуле метода APV для дисконтирования по общей ставке (Брейли Р., Майерс С. «Принципы корпоративных финансов». М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008). Если же условие (17) нарушается, использование метода APV может привести к ошибочным выводам.

4. Разработаны модель и алгоритмы расчета ставки дисконта для проекта, предполагающего наличие заемных источников, с учетом конечной продолжительности и переменной структуры финансирования проекта и опирающиеся на модель CAPM.

Определение ставки непосредственно связано с рисками проекта. Как известно, риски делятся на систематические и несистематические. Первые связаны в основном с колебаниями доходности фондового рынка, вторые – с возможной нестабильностью денежного потока проекта. В связи с особенностями российской экономики основным у нас является несистематический риск, учет которого в ставке дисконта может привести к абсурдным результатам. Широко известны примеры, когда увеличение ставки дисконта в некоторых пределах приводит к увеличению NPV проекта². Таким образом, учет в ставке дисконта риска того, что, например, инвестиционные расходы по той или иной причине могут возрасти, приведет к повышению эффективности проекта, что представляется некорректным. Соответственно в ставке будем учитывать только систематические риски.

Одним из видов риска (систематического) большинство западных инвесторов считают высокую изменчивость доходности активов за счет изменения объема долга (Дамодаран А. «Инвестиционная оценка. Инструменты и методы оценки любых активов». Второе издание, пер. с англ., М.: Альпина Бизнес Букс, 2004). По мнению ряда авторов, изменение объема долга и, следовательно, процентных выплат должно менять финансовый риск собственного капитала. Учет финансового риска приводит к моделям типа CAPM, которую, как было отмечено выше, мы и будем использовать в качестве базовой.

В любом практическом проекте в отличие от функционирующей фирмы объем долга очень существенно меняется по шагам расчета. В начале проекта долг обычно максимален (до 100%, хотя так бывает нечасто), а по мере осуществления проекта он уменьшается до нуля. Соответственно задача сводится к нахождению ставки дисконта для собственного капитала инвестора/акционера в зависимости от объема долга.

² Проекты с большим отрицательным «хвостом», такие как проекты разработки месторождений, где после окончания необходимо провести работы по рекультивации территории

Здесь следует отметить, что эта проблема не решается переходом к методу дисконтирования надежного эквивалента денежного потока по безрисковой ставке дисконта. Нахождение надежного эквивалента денежного потока полностью равносильно (в рамках β -модели) определению ставки дисконта для исходного потока. Поэтому рассматриваемый метод просто переносит трудности с одной задачи на другую.

Подробнее рассмотрим возможности использования с этой целью ставки, аналогичной WACC. Обоснование метода опирается на β -модель. Схематично ход рассуждений описывается следующим образом. В β -модели проект рассматривается как «мини-фирма», и можно говорить о портфеле его ценных бумаг (активов), имеющих доходность:

$$R = R_0 + \beta \cdot (R_m - R_0) \quad (19)$$

В формуле (4.1)

$R = M(\xi)$, ξ — доходность портфеля активов проекта, $R_m = M(\xi_m)$, ξ_m — доходность рыночного портфеля, $R_0 = M(\xi_0)$, ξ_0 — минимальная доходность портфеля, не коррелированного с рынком³ (это — модель «с нулевой бета»⁶),
 $\beta = \frac{Cov(\xi, \xi_m)}{\sigma^2(\xi_m)}$.

Величина β характеризует связь отклонений доходности портфеля от ее математического ожидания с аналогичными отклонениями доходности рынка. Предполагается, что для проекта данного типа проекта β можно оценить на основе исторических значений. Выражение для β приводит к следующему соотношению. Выберем шаги расчета так, чтобы на каждом из них величина долга D_n была постоянной. Пусть S_n — рыночная стоимость собственного капитала проекта (долевых ценных бумаг в терминах «мини фирмы») на шаге n , а β_{sn} — значение их β . Соответственно, ∂_n и β_{dn} — рыночная стоимость и β долга. Тогда

$$\beta = \frac{S_n}{V_n} \cdot \beta_{sn} + \frac{\partial_n}{V_n} \cdot \beta_{dn}, \text{ где } V_n = S_n + \partial_n \quad (20)$$

Развитие идей, изложенных выше, в случае компаний ($S = const; D = const; R_d = const$) приводит к часто используемой формуле Хомады, наглядно демонстрирующей увеличение риска собственного капитала с ростом финансового рычага.

$$\beta_{sl} = \beta_{su} \cdot \left(1 + (1 - T) \cdot \frac{\partial}{S} \right) - \beta_d \cdot (1 - T) \cdot \frac{\partial}{S},$$

где β_{sl} — β при наличии финансового рычага, а

³ В частности, это — безрисковый финансовый инструмент, если он существует.

β_{su} – безрычаговая β_s ⁴

В нашем случае налоговую защиту не следует включать в параметры ставки дисконта, т.к. она уже включена в денежный поток. При этом из (20) сразу следует «упрощенная формула Хомады»

$$\beta_{sl} = \beta_{su} \cdot \left(1 + \frac{\partial}{S}\right) - \beta_d \cdot \frac{\partial}{S},$$

откуда с учетом выражения (19) и пояснений к нему, а также равенства $\beta_{su} = \beta$, сразу следует формула

$$R_{sn} = R_0 + \left(\beta + \frac{\partial_n}{S_n} \cdot (\beta - \beta_{dn})\right) \cdot (R_m - R_0), \quad (21)$$

Либо сокращенная с учетом всех подстановок

$$R_{sn} = R + (R - R_{dn}) \cdot \frac{\partial_n}{S_n} \quad (22)$$

Получается формула «типа WACC(n)». Но для ее использования необходимо проделать дополнительную работу. Следует выразить S_n и ∂_n через «наблюдаемые величины» (параметры денежного потока). Величина S_n равна приведенной к шагу n сумме будущих значений собственного капитала

$$S_n = \sum_{k=n}^N \frac{\psi^c(k)}{\prod_{i=n+1}^k (1 + R_s(i))} = \sum_{k=n}^N \frac{\varphi^c(k) + ts_k + D(k) - D(k-1) \cdot (1 + R_d(k))}{\prod_{i=n+1}^k (1 + R_s(i))};$$

$$(n = 0; 1; 2; \dots; N); \quad \prod_{k+1}^k (\cdot) = 1;$$

Аналогично, ∂_n можно представить как приведенную к шагу n сумму будущих поступлений кредитора (возврат займа плюс проценты и минус выдача займа).

$$\partial_n = \sum_{k=n}^N \frac{D_{k-1} \cdot (1 + R_{dk}) - D_k}{\prod_{i=n+1}^k (1 + R_{di})}; \quad \prod_{k+1}^k (\cdot) = 1; D_{-1} = 0; \quad (24)$$

Исходя из формулы (24) и так как ставка дисконта в данном случае равна процентной ставке, $\partial_0 = 0$, но при $n > 0$ $\partial_n > 0$, и это влияет на величину R_s .

Рассмотрим, как определяется NPV участия собственника в проекте. Считаем известными денежный поток проекта, условия заемного финансирования, ставку дисконта для проекта «в целом». Или другими словами значения беты, безрисковую и рыночную доходности. Определим сначала $\partial_n \forall n$.

Пусть последний номер шага, на котором $D > 0$, равен $m < N$. Тогда

$$\begin{cases} \partial_n = 0, \text{if } n > m + 1 \\ \partial_{m+1} = D_m \cdot (1 + R_{dm+1}) \end{cases}$$

⁴ Стоит отметить, что довольно часто в корпоративных методиках крупных и средних отечественных компаниях эта формула записывается с учетом не российской, а американской налоговой защиты.

$$\text{Далее, } \partial_m = D_{m-1} \cdot (1 + R_{dm}) - D_m + \frac{\partial_{m+1}}{1 + R_{dm+1}} = D_{m-1} \cdot (1 + R_{dm})$$

$$\text{По индукции получается, что при } n \leq m+1 \quad \partial_n = D_{n-1} \cdot (1 + R_{dn}). \quad (25)$$

В случае фирмы с бесконечными постоянными потоками платежей, постоянной величиной долга D и процентной ставкой по займу R_d удобно вернуться к исходному определению (∂_n равно приведенной к шагу n сумме будущих поступлений кредитора). При этом из всех поступлений остаются только процентные выплаты, равные $D \cdot R_d$. Поэтому для фирмы $\partial_n = \partial = D$.

Теперь алгоритм определения S_n (также, осуществляемый «справа налево»), выглядит следующим образом.

$$\text{Согласно (23)} \quad S_N = \psi^c(N)$$

$$\text{Отсюда и из (25) находим } \frac{\partial_N}{S_N} \text{ и — с учетом (22) — величину } R_{sN}.$$

$$\text{Далее, } S_{N-1} = \psi^c(N-1) + \frac{S_N}{1 + R_{sN}}$$

$$\text{По индукции оказывается, что } \forall n < N \quad S_n = \psi^c(n) + \frac{S_{n+1}}{1 + R_{sn+1}}$$

Таким образом, доходим до S_0 , которое и представляет собой ЧДД участия собственника в проекте. Понятно, что для возможности вычислений необходима ограниченность $\frac{D}{S}$.

Нетрудно представить себе денежный поток, у которого $S_n = 0; D(n) > 0; D(N) = 0$. Для такого потока зависимость $\beta = \frac{S_n}{V_n} \cdot \beta_{sn} + \frac{\partial_n}{V_n} \cdot \beta_{dn}$ выполняется, только если $\beta_{dn} = \beta$, соответственно β_{sn} отсюда не определяется.

Условие того, что объем собственных средств не нулевой, естественно для фирмы с постоянным левериджем, так как в противном случае кредитор захочет получать все доходы фирмы, если уж он полностью ее содержит. Для проекта же оно содержательно не столь обосновано, т.к. долговая нагрузка проекта со временем меняется. Мы, однако, будем считать, что условие ограниченности $\frac{D_n}{S_n}$ выполняется для всех n . С теми же идеями, но в замкнутом виде получается «обычное» определение R_s для фирмы. При этом число шагов N считается бесконечным, инфляция считается отсутствующей, а величины

$\varphi^c(n) = \varphi(n) = \varphi$, $\partial_n = D$, $\Delta_n = \Delta$ и $R_d(n) = R_d$ — не зависящими от n . При этом технически расчет получается значительно проще. Действительно, при сделанных предположениях (23) принимает вид:

$$S = \frac{\varphi + ts - D \cdot R_d}{R_s} \approx \frac{\varphi - D \cdot (R_d - T \cdot \min(R_d; R_d^0 \cdot \Delta))}{R_s}; \partial = D;$$

Подставив это выражение в (21), находим

$$R_s = R \cdot \left(1 + \frac{(R - R_d) \cdot D}{\varphi + ts - R \cdot D} \right), \quad (26)$$

где R определяется из (19).

Связь между значениями $R; R_d$ и R_s можно записать в другом виде, соответствующем обычной формуле для WACC. Заметим, что $R = \frac{\varphi}{V}$.

При $D=0$ это очевидно, при других D вытекает из независимости R от долговой нагрузки (т.к. от нее не зависит β). Но

$\varphi = \psi + R_d \cdot D - ts = S \cdot R_s + R_d \cdot D - ts$. Отсюда

$$R = R_s \cdot \frac{S}{V} + R_d \cdot \frac{D}{V} - \frac{ts}{V} \approx R_s \cdot \frac{S}{V} + (R_d - T \cdot \min(R_d; R_d^0 \cdot \Delta)) \cdot \frac{D}{V} \quad (27)$$

Это и есть формула для WACC, соответствующая российскому налоговому законодательству. Дальнейшее упрощение этой формулы заключается в замене налоговой защиты, соответствующей российским законам, на налоговую защиту, соответствующую американским законам. Часто вместо

$$ts = (R_d - T \cdot \min(R_d; R_d^0 \cdot \Delta)) \cdot \frac{D}{V}$$

без всяких обоснований пишется

$$ts = (1 - T) \cdot R_d \cdot \frac{D}{V}.$$

Надо заметить, что практический расчет R_s удобнее проводить по формуле (26), чем по формуле (27).

5. С учетом особенностей нестационарной экономики, связанных практически с отсутствием на финансовом рынке возможности получения доходности равной применяемой в проекте ставке дисконта, модифицирована разработанная автором модель оценки эффективности проектов для инвестора. Получено, что критерием эффективности должны быть показатели RNPV/RNFV.

Поскольку в условиях российской нестационарной экономики финансовые рынки развиты пока еще недостаточно, воспользоваться «обобщенным депозитом» и соответственно финансовым инструментом со средней доходностью на уровне используемой ставки дисконта не всегда возможно. Предлагается модифицировать конструкцию NPV/NFV для того, чтобы она соответствовала сценарию, когда под ставку дисконта нельзя вложить доходы от проекта. Для этого теперь распишем уравнение (12) $(\hat{\mu}, \eta) = (c, \eta) + (\hat{\phi}, \eta)$, обозначив $\hat{\phi}_-$ – отрицательные значения денежного потока, $\hat{\phi}_+$ – положительные значения денежного потока

$$(\hat{\mu}, \eta) = (c, \eta) + (\hat{\phi}_+, \eta) + (\hat{\phi}_-, \eta) \quad (28)$$

или

$$\sum_{n=0}^N \mu_n * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) = \sum_{n=0}^N c_n * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) \quad (29)$$

Выражение $\sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k))$ в правой части

должно быть больше 0, чтобы привести к смягчению бюджетных ограничений инвестора. При этом в явном виде отсюда следует, что на каждом шаге проекта свободные средства (положительные эффекты, чистые доходы) вкладываются им на «обобщенный депозит» и снимаются с него при отрицательных эффектах под процентную ставку, равную ставке дисконта.

Как было указано выше, в условиях российской нестационарной экономики вложить доходы от проекта под ставку, равную ставке дисконта, не всегда возможно. Кроме того, у инвестора может возникнуть желание, снимая деньги с депозита по ставке $r(k)$, требовать на них доходность (тоже в реальных ценах) $E(k) > r(k)$. Таким образом, автоматически приходим к ограничению на денежные потоки проекта – теперь инвестора удовлетворяют такие потоки $\hat{\phi}$ проекта, при которых выполняется условие:

$$\sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+E(k)) + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) \geq 0, \text{ где } E(k) > r(k) \quad (30)$$

Данный показатель в книге Виленского П.Л., Лившица В.Н. и Смоляка С.А., «Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика». Учебное пособие (5-е издание) называется RNFV (Real Net Future Value – Реальный чистый наращенный доход).

По аналогии с NPV вводится показатель RNPV:

$$RNPV * \prod_{k=1}^N (1+E(k)) = RNFV \quad (31)$$

И по аналогии с IRR показатель FMRR (Financial management rate of return):

$$\sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * (1+FMRR)^{N-n} + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) = 0 \quad (32)$$

Покажем, что проекты, оцениваемые показателем RNFV/RNPV, позволяют избегать ошибок, связанных с необоснованным завышением эффекта для инвестора от реализации проектов. Рассмотрим проект с денежными потоками $\hat{\phi}$ такой, что для него выполняется условие

$$\sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+r(k)) \leq 0 \quad (33),$$

т.е. проект не приводит к смягчению бюджетных ограничений инвестора и должен быть отклонен, как неэффективный. При применении ставки $E(k) > r(k)$ формула (33) принимает вид:

$$\sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+E(k)) + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1+E(k)) \quad (34)$$

Эта формула соответствует показателю NFV, который может быть преобразован в показатель NPV делением на $\prod_{k=1}^N (1+E(k))$. Если поток является

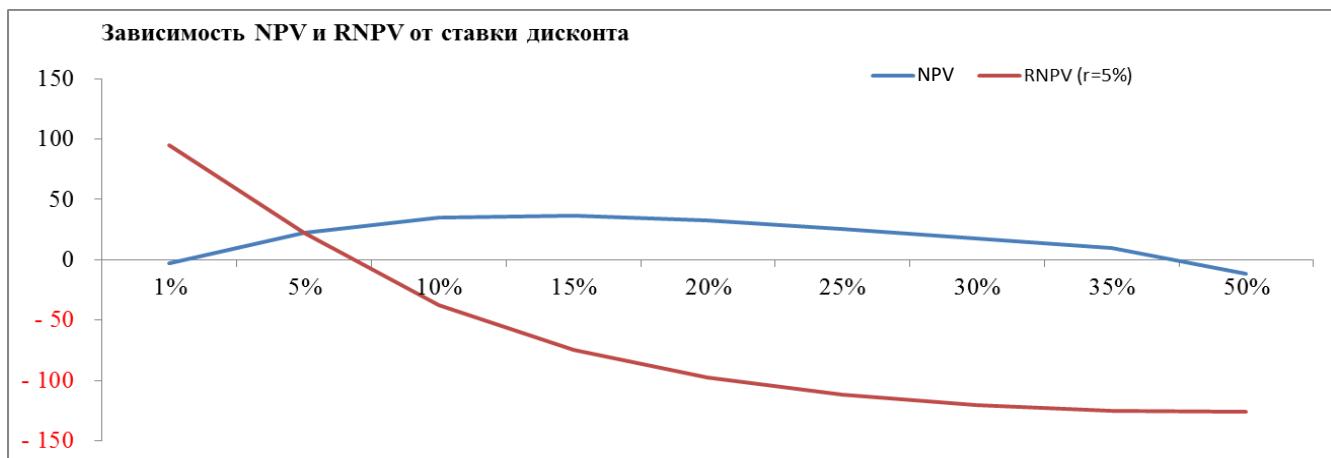
стандартным⁵, то рост ставки не меняет знака показателя NFV/NPV. Если IRR у такого денежного потока существует, то по теореме Декарта о числе положительных корней многочлена⁶, это значение IRR единственно. Соответственно, исходя из свойств IRR, при $E^7 > IRR$ $NFV < 0$ ($NPV < 0$).

Если поток не является стандартным, в соответствии с той же теоремой Декарта число положительных корней многочлена может быть не единствено. Соответственно рост ставки E по сравнению со ставкой r в некотором диапазоне может привести к необоснованному росту NFV/(NPV) (Таблица 4), и принятию инвестором ошибочно положительного решения по проекту, который ухудшит положение инвестора.

Таблица 4. Нестандартный денежный поток. Зависимость NPV от ставки дисконта

Шаги	0	1	2	3	4	5	6	7	СУММА
Денежный поток	-208	128	162	91	81	61	61	-388	-13

Рисунок 3. Зависимость NPV и RNPV от ставки дисконта



Так из графика видно, что в диапазоне до 15% рост ставки сопровождается ростом эффективности. В соответствии с выкладками (2)-(14) эффективность проекта действительно будет расти при росте в указанном диапазоне ставки r , под которую вкладываются доходы от проекта. В случае, когда ставка $E > r$ задается искусственно, рост эффективности не обоснован, и подобный расчет может привести к неправильным решениям в отношении подобных проектов.

Использование показателя $RNFV/RNPV$ при ставке $E > r$ не приводит к искажению результатов – отрицательный при $E = r$ проект будет отрицательным и при $E > r$, что следует непосредственно из формулы (33), определяющей показатель.

⁵ Сначала по шагам идут только отрицательные потоки, затем только положительные.

⁶ Число положительных корней многочлена равно числу перемен знаков его коэффициентов или меньше этого последнего на четную величину

⁷ Для случая, когда E является функцией времени, с IRR нужно сравнивать средневзвешенную ставку E^* , подобранный таким образом, чтобы значение $NFV(E^*) = NFV(E(t))$

Здесь следует отметить, что в отличие от IRR, показатель FMRR (если он существует), по упомянутой выше теореме Декарта является единственным. Кроме того, как и показатели RNPV/RNFV, показатель FMRR ближе к реальности, нежели IRR:

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * (1 + FMRR)^{N-n} + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1 + r(k)) &= 0 \\ \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * (1 + IRR)^{N-n} + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * (1 + IRR)^{N-n} &= 0 \end{aligned} \quad (35)$$

так как IRR предполагает реинвестирование доходов под ставку, равную IRR.

6. Скорректирована модель и алгоритмы расчета ставки дисконта для проекта при наличии заемных источников в случае применения показателей RNPV/RNFV.

Расчет ставки дисконта для показателей RNPV/RNFV должен также быть скорректирован с учетом логики учета в ставке только систематического риска. Из результата 5, приведенного в автореферате, видно, что в условиях нестационарной экономики при желании инвестора использовать для проекта ставку дисконта большую, чем возможная ставка «обобщенного депозита», целесообразно применять показатели типа RNPV/RNFV.

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_-(n) * \prod_{k=n+1}^N (1 + E(k)) + \sum_{n=0}^N \hat{\phi}_+(n) * \prod_{k=n+1}^N (1 + r(k)) &\geq 0, \text{ где } E(k) > r(k) \\ RNPV * \prod_{k=1}^N (1 + E(k)) &= RNFV \end{aligned} \quad (36)$$

Применим описанный выше подход для оценки ставки дисконта $E(k)$. Для этого необходимо скорректировать формулу (23), определяющую рыночную стоимость собственного капитала проекта S_n .

$$S_n = \sum_{k=n}^N \frac{\psi^c(k)}{\prod_{i=n+1}^k (1 + R_s(i))}; \quad (n = 0; 1; 2; \dots; N); \quad \prod_{k+1}^N (\cdot) = 1;$$

Для наших целей стоимость собственного капитала нужно представить в следующем виде

$$S_n = \sum_{k=n}^N \frac{\psi^c(k) * \prod_{i=k+1}^N (1 + R_s(i))}{\prod_{i=n+1}^N (1 + R_s(i))}; \quad (n = 0; 1; 2; \dots; N); \quad \prod_{k+1}^N (\cdot) = 1;$$

Для использования логики показателей RNPV/RNFV нужно разделить положительные ψ_+ и отрицательные ψ_- денежные потоки

$$\begin{aligned} S_n = \sum_{k=n}^N \frac{\psi_-^c(k) * \prod_{i=k+1}^N (1 + R_s(i))}{\prod_{i=n+1}^N (1 + R_s(i))} + \sum_{k=n}^N \frac{\psi_+^c(k) * \prod_{i=k+1}^N (1 + R_s(i))}{\prod_{i=n+1}^N (1 + R_s(i))}; \\ (n = 0; 1; 2; \dots; N); \quad \prod_{k+1}^N (\cdot) = 1; \end{aligned} \quad (37)$$

В соответствии с результатом 2 и формулой (36) доходы от проекта мы «вкладываем» под ставку обобщенного депозита, а для расходов проекта

«требуем» ставку, рассчитанную на основе описанного выше подхода. Таким образом, формулу (37) запишем в виде:

$$S_n = \sum_{k=n}^N \frac{\psi_-^c(k) * \prod_{i=k+1}^N (1 + R_s(i))}{\prod_{i=n+1}^N (1 + R_s(i))} + \sum_{k=n}^N \frac{\psi_+^c(k) * \prod_{i=k+1}^N (1 + R_c(i))}{\prod_{i=n+1}^N (1 + R_s(i))}; \quad (38),$$

$$(n = 0; 1; 2; \dots N); \prod_{k=1}^k (\cdot) = 1;$$

где R_c – доходность обобщенного депозита.

Теперь определим, как описанный в разделе 4 алгоритм необходимо модифицировать, чтобы получить ставки дисконта для расчета показателя RNPV.

Алгоритм вычисления $\partial_n \forall n$ совпадает с (25).

Алгоритм вычисления S_n также будем осуществлять «справа налево». В соответствии с (23)

$$S_N = \psi_-^c(N) + \psi_+^c(N)$$

Отсюда и из (4.7) находим $\frac{\partial_N}{S_N}$ и – с учетом (21) – величину R_{sN} .

Далее,

$$S_{N-1} = \psi_-^c(N-1) + \frac{\psi_+^c(N-1) * (1 + R_c(N))}{(1 + R_s(N))} + \frac{\psi_-^c(N)}{(1 + R_s(N))} + \frac{\psi_+^c(N)}{(1 + R_s(N))}$$

или

$$S_{N-1} = \psi_-^c(N-1) + \frac{\psi_+^c(N-1) * (1 + R_c(N))}{(1 + R_s(N))} + \frac{S_N}{(1 + R_s(N))}$$

По индукции показывается, что

$$S_n = \psi_-^c(n) + \frac{\psi_+^c(n) * \prod_{i=n+1}^N (1 + R_c(i))}{\prod_{i=n+1}^N (1 + R_s(i))} + \frac{S_{n+1}}{(1 + R_s(n+1))}$$

Исходя из построений при замене R_c на R_s задача опять сводится к описанной в разделе 4. Соответственно примечания остаются теми же.

7. На основе описанных в работе моделей и алгоритмов выполнены сравнительные расчеты, которые демонстрируют значительное влияние на показатели эффективности описанных в работе реальных ограничений, связанных с особенностями проектов и нестационарностью экономики.

Результаты расчета в соответствии с представленными в работе моделями и методиками показаны в таблице 5.

Таблица 5. Сводная таблица с результатами расчетов

Фиксированная ставка 10%	Расчет по методу APV	NPV, рассчитанный на основе модифицированной модели CAPM, описанной выше	RNPV, рассчитанный с использованием ставки обобщенного депозита 10% и модифицированной модели CAPM,
--------------------------	----------------------	--	---

			описанной выше
113	27	38	-21

Невозможность вложения доходов под высокую ставку дисконта приводит к уменьшению стоимости собственного капитала, и, как следствие, к усилению влияния заемного капитала на требуемую доходность. На рисунке 4 представлено сравнение стоимости собственного капитала при расчете NPV и RNPV.

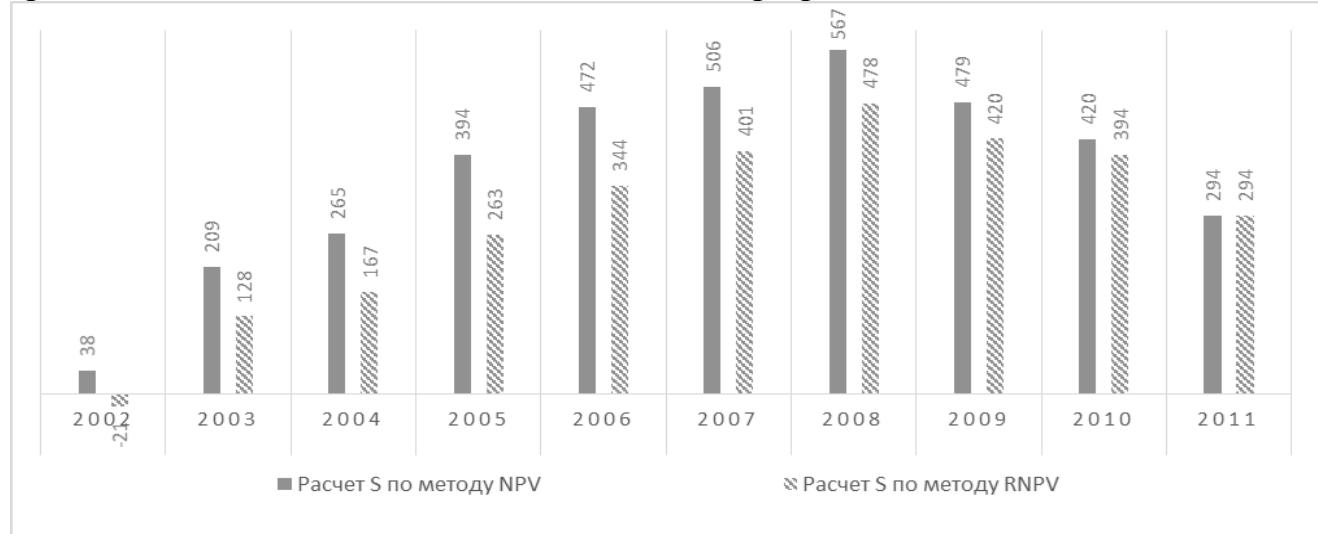


Рисунок 4. Сравнение стоимости собственного капитала S по шагам

Соответственно требуемая доходность или ставка дисконта по методу RNPV получается выше, так как влияние долга сильнее, а акционерные риски серьезнее. На рисунке 5 приведено сравнение полученных на основе разработанных моделей ставок дисконта. Ставка дисконта, полученная для показателя RNPV на первых шагах получается более высокой, так как учитываются систематические риски для инвестора, связанные с высокой долей заемных средств в начале, но в отличие от аналогичного расчета ставки для показателя NPV значительное влияние оказывает предпосылка о том, что в будущем положительный поток проекта будет вкладываться под более низкую ставку, чем ставка дисконта, а это еще сильнее снижает стоимость собственного капитала проекта (S_n) и увеличивает начальные систематические риски.



Рисунок 5. Сравнение ставок дисконта

Публикации по теме диссертации в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ

1. Шалагин М.Ю., Виленский П.Л. Анализ основных показателей и методов оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях российской экономики // Аудит и Финансовый анализ – 2015 – № 4 – с. 270-286. – 2,1/1,05 п.л.
2. Шалагин М.Ю. О показателях эффективности в условиях нестационарной экономики // Аудит и Финансовый анализ – 2017 – №4 – с. 333-341. – 1 п.л.
3. Шалагин М.Ю. О расчете ставки дисконта в условиях нестационарной экономики // Труды Института Системного Анализа РАН – 2018 – №3 – с. 107-116. – 1,25 п.л.
4. Шалагин М.Ю. Об особенностях оценки эффективности инвестиционных проектов в российских условиях // Экономика и предпринимательство – 2019 – №12 – с. 643-650 – 0,5 п.л.

Научные статьи в других научных изданиях:

5. Шалагин М.Ю., Виленский П.Л. «Влияние величины заемного капитала на коммерческую эффективность инвестиционного проекта» // Сборник научных трудов по итогам VIII Международной школы-симпозиума «Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем» (АМУР-2014) в г. Севастополь – 12-21 сентября 2014 – №1. – с. 353-354
6. Шалагин М.Ю. «Оценка тарифов за транспорт газа по магистральным газопроводам» // Сборник статей 1-ой Международной конференции ОЭПЭ/IAEE "Экономика энергетики как направление исследований: передовые рубежи и повседневная реальность" 22-23 марта 2012 год Московская Школа Экономики МГУ им. Ломоносова – 2012 – №1 – с. 63-69