

УДК 336.645.1.

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Преимущества реализации биномиальной модели в рамках метода реальных опционов

Н. Ф. Ефимова,**А. И. Дунаева,**Санкт-Петербургский
государственный
экономический университет

Аннотация

Предметом исследования в данной статье выступает применение метода реальных опционов (ROV — Real Option Valuation) при проведении оценки рискованных инвестиционных проектов. Использование вышеуказанного метода выводит процесс реализации венчурных проектов на новый уровень. В отличие от традиционных подходов к оценке данный метод включает в себя понятие управленческой гибкости, что дает возможность существенно снизить риски, связанные с неопределенностью входа в проект и вероятностью возникновения больших затрат, а также способствует увеличению конечной стоимости проекта посредством использования безрисковой ставки в качестве ставки дисконтирования денежных потоков. Данная статья содержит следующие результаты: универсальная классификационная таблица всех видов реальных опционов, доказательство преимущества использования безрисковой ставки в качестве ставки дисконтирования при применении модели реальных опционов, сравнительная характеристика ROV с традиционными подходами к оценке инвестиционных проектов, определение ограничений модели Блэка — Шоулза и биномиальной модели и доказательство целесообразности применения второй на примере опциона на выход из проекта.

Ключевые слова: реальные опционы, Real Option Valuation, классификация реальных опционов, опцион на выход, ставка дисконтирования, управленческая гибкость, биномиальная модель, модель Блэка — Шоулза.

Содержание

Введение

1. Основные недостатки традиционных методов

2. Ограничения модели Блэка — Шоулза

Заключение

Литература

Введение

На сегодняшний день наиболее разработанным и применяемым на практике подходом в оценке инвестиционных проектов является метод дисконтированных денежных потоков (Discounted Cash Flows, далее — DCF). Причина его столь широкого применения кроется в возможности учитывать динамику рынка и отражать неравномерную структуру доходов и расходов. Однако этот метод все же несовершенен и имеет ряд недостатков, среди которых: сильная чувствительность конечного результата к ставке дисконтирования и размеру денежных

потоков, а также использование чрезмерно большого периода прогнозирования, что существенно искажает результаты. Кроме того, отсутствие гибкости менеджмента влечет за собой невозможность полноценного анализа инвестиционной привлекательности [1]. Метод реальных опционов решает указанные проблемы, позволяя оценить проекты с возможностью изменения управленческих решений и выявляет наилучший способ их осуществления. Однако между теорией и практикой применения ROV существует довольно значительный разрыв, особенно в рамках формирующихся рынков. Именно поэтому изучение данной теории является сегодня актуальным для внедрения новых теоретических разработок, совершенствования методов на базе существующего опыта в данной сфере для дальнейшей корректной и более точной оценки инвестиционных проектов.

Первая цель данной работы заключается в определении и доказательстве преимуществ применения модели реальных опционов при оценке рискованных инвестиционных проектов по сравнению с традиционными подходами. Вторая цель состоит в составлении сравнительной характеристики моделей Блэка — Шоулза и биномиальной модели и определении целесообразности и преимуществ использования второй.

1. Основные недостатки традиционных методов

Основные недостатки традиционных методов состоят в следующем (табл. 1).

Теория реальных опционов для оценки инвестиционных проектов имеет ряд ограничений при применении и представляется целесообразной к использованию при выполнении определенных условий:

1) фактор неопределенности проекта должен быть на достаточно высоком уровне. Рассматриваются ситуации, когда неопределенность настолько велика, что оптимальным решением было бы подождать дополнительной информации, тем самым избежав потерь от необратимых инвестиций [5];

2) наличие возможности использования «гибкости» при управлении процессом осуществления проекта со стороны менеджмента;

3) реализация проекта должна проводиться в несколько стадий;

4) успех будущих инвестиций зависит от настоящих [4].

Насчитывается довольно большое количество реальных опционов, отличающихся по направлению страхования рисков, по действию, сроку исполнения и т. д., которые применяются в зависимости от ситуации и целей руководства (табл. 2).

Недостатки традиционных методов оценки инвестиционных проектов

Таблица 1

NPV — Net Present Value	DCF — Discounted Cash Flows
Не учитывает размер инвестиции и уровень реинвестиций	Слишком большой период прогнозирования, за который практически невозможно с разумной точностью предсказать поведение денежных потоков компании
Отсутствие гибкости и соответственно возможности полноценного анализа всех сценариев развития, существующих при реализации инвестиционных проектов, подразумевает пассивность инвестиционного менеджмента (денежные потоки проекта заранее определены; начатый проект развивается по ожидаемому сценарию без гибкости управления) [1]	Чрезмерная чувствительность результатов оценки к ставке дисконтирования Отсутствие гибкости менеджмента, что влечет за собой невозможность полноценного анализа инвестиционной привлекательности проектов
	Статичность. То есть в результате анализа в большинстве случаев, несмотря на несколько видов возможного развития, выбирается усредненный вариант на основе сделанных предпосылок [2]

Классификация реальных опционов

Таблица 2

№	Критерий сравнения	Вид опциона	Определение	Пример сферы использования
1	По действию на процесс реализации проекта	Опцион на отказ	Возможность полностью покинуть (остановить) проект на какой-либо стадии его реализации вследствие ухудшения внешних или внутренних факторов. Затраты в данном случае ограничиваются объемом первоначальных инвестиций	НИОКР, добыча и разведка полезных ископаемых, сделки по слиянию и поглощению
2		Опцион на отсрочку	Представляет собой временной лаг между покупкой права на инвестиции и началом реализации проекта. Иными словами, это возможность отсрочить начало проекта в будущем. Например, опцион на годовую отсрочку проекта, который требует немедленной реализации, сейчас будет очень кстати, так как за это время у менеджмента компании будет возможность оценить все риски, связанные с дальнейшей реализацией данного проекта	Лицензия на разработку нефтяного месторождения, обладатель которой может отложить добычу, руководствуясь ожиданиями повышения мировых цен на нефть
3.1	Опционы на изменение масштаба бизнеса	Опцион на расширение	Определяются конкурентные преимущества нового продукта, оценивается потенциал рынка и, исходя из этого, принимается решение о расширении масштаба деятельности	Открытие новых линий сбыта для ритейлерских компаний, выход на новые географические рынки. Это особенно характерно для развивающихся рынков: Бразилия, Китай, Индия и Россия
3.2		Опцион на сокращение	Возможность на каком-то этапе сократить объем производства до определенной степени. Сокращение может быть единичным или поэтапным в случае, если ситуация развивается по неблагоприятному сценарию и проект терпит убытки	Характерно для крупных фабрик, заводов, строительных компаний, также ритейлерской отрасли
4.1		Опцион на переключение на новую технологию	Возможность перехода на новую технологию производства с целью снижения потерь проекта	Электроэнергетические предприятия, работающие на нескольких видах топлива. Нефтяные компании, медицинские компании, имеющие возможность перейти на новую технологию добычи или производства
4.2		Опцион на переключение на другой рынок	Возможность перейти на производство другого продукта, перенести производство в другой регион, страну, переориентироваться на другой тип потребителя	Открытие новых линий сбыта для ритейлерских компаний, выход на новые географические рынки. Это особенно характерно для развивающихся рынков: Бразилия, Китай, Индия и Россия
4.3		Опцион на переключение на иной масштаб деятельности	Аналогичен опциону на развитие и на сокращение бизнеса	Ритейлерская, строительная отрасли. Также венчурные проекты, потерпевшие неудачу на новом рынке и вынужденные уменьшить объемы реализации
5.1		Опционы на развитие	Возможность выйти на новые рынки сбыта. В этом случае часть инвестиционной программы является затратами на тестирование свойств нового рынка, чтобы в дальнейшем расширить производство и закрепить за собой долю на рынке	Венчурные проекты, успешно реализованные на отечественном рынке и имеющие возможность расширения географического присутствия

Окончание табл. 2

№	Критерий сравнения	Вид опциона	Определение	Пример сферы использования
5.2		Резервные возможности	Возможность приобретения избыточных активов (даже если компании данные активы на текущий момент не нужны, она может приобрести их впрок и использовать при благоприятных обстоятельствах). Также сюда можно отнести создание большей производственной мощности, чем этого требует проект в его нынешнем состоянии	Строительная, медицинская отрасли. Также характерно для крупных заводов и фабрик
5.3		Промышленные испытания и научные исследования	Возможность вложить средства в любые фундаментальные или прикладные исследования с целью дальнейшего закрепления прав компании на те выгоды, которые повлекут за собой эти вложения, если увенчаются удачей	Биомедицина, венчурные проекты в сфере IT-технологий, военно-промышленная отрасль
5.4		Бронирование и прочие гарантии	Возможность в будущем заплатить ту цену, которая была заранее определена в контракте вне зависимости от того, сколько будет стоить актив	
6		Опцион на тиражирование опыта	Дает не возможность расширения конкретного проекта, а способность использовать опыт данного инвестиционного проекта на других объектах. Ценность представляет не сам эффект от проекта, а та информация, которую он дает по поводу успеха возможных будущих проектов	
7	По типу неопределенности	Базисный опцион	Опцион, имеющий всего лишь один вид неопределенности, связанный с процессом реализации	
8		Радужный опцион	Комплексный опцион, в котором присутствуют разные факторы риска (и разные источники неопределенности). При этом ожидается, что с течением времени два источника дисперсии будут развиваться различным образом	
9		Комплексный опцион	Представляет собой результат действия нескольких опционов в инвестиционном проекте. Иными словами, это совместное воздействие нескольких опционов при условии, что в их основе лежит один и тот же источник неопределенности (выделяют одновременные и последовательные опционы)	
10	По срокам исполнения	Американский	Опцион, который может быть исполнен в любой день до экспирации (до дня истечения исполнения контракта)	
11		Европейский	Опцион, который может быть исполнен только в день экспирации (в день истечения срока действия контракта)	
12	По направлению смягчения рисков или реализации возможностей	Опцион Call	Представляет собой ценную бумагу, дающую право, но не обязанность, покупателю приобрести указанный в ней актив	
13		Опцион Put	Представляет собой ценную бумагу, дающую право, но не обязанность, покупателю продать указанный в ней актив	

Применение реальных опционов при оценке инвестиционного проекта дает возможность использовать безрисковую ставку при прогнозировании денежных потоков, что в результате приводит к увеличению конечной стоимости проекта [1]. Это, в свою очередь, увеличивает шансы на привлечение внимания инвесторов для финансирования инвестиционного проекта. В данной работе анализировался некий проект «N». С целью определить влияние метода реальных опционов на конечную стоимость проекта в данной работе целенаправлен-

но было исключено влияние отраслевых факторов. В результате применения метода ROV к прогнозу денежных потоков стоимость компании существенно изменилась (табл. 3, 4).

Результирующая таблица выглядит следующим образом (табл. 5).

Такое увеличение сформировалось за счет того, что ROV значительно сокращает риски больших потерь (в случае неудачного развития событий есть возможность покинуть проект и при этом величина убытков не будет превышать первоначальных

Дисконтирование денежных потоков по ставке WACC

Таблица 3

Свободный денежный поток, млн у. е.	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E
ЕВИТ	3,288	3,934	4,359	5,061	5,818	6,397	6,813	7,363	7,768	8,157
Налог на прибыль	16.0%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%
НОРАТ	2,762	3,246	3,596	4,175	4,800	5,278	5,621	6,075	6,409	6,729
+ амортизация	1,349	1,384	1,322	1,362	1,352	892	949	992	1,029	1,098
– изменение рабочего капитала	–646	153	250	341	435	238	267	283	299	314
– капитальные затраты	–600	–700	–750	–800	–800	–800	–851	–851	–847	–784
Денежный поток	2,866	4,083	4,418	5,078	5,787	5,607	5,985	6,498	6,890	7,357
Период дисконтирования, мес.	(28.6)	–17	–5	7	19	31	43	55	67	79
Период дисконтирования, лет	(2.4)	(1.4)	(0.4)	0.6	1.6	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6
Фактор дисконтирования	1.202	1.113	1.030	0.954	0.883	0.818	0.757	0.701	0.649	0.601
Приведенная стоимость денежных потоков	3,444	4,542	4,551	4,843	5,111	4,586	4,532	4,556	4,473	4,422

Конечный поток	91,960
-----------------------	---------------

Оценка	
Текущая стоимость денежных потоков	40,637
Текущая стоимость конечного потока	55,277
Enterprise value	95,914
– чистый долг	1,042
Equity value	94,872

Стоимость капитала (CAPM)	8.5%
Beta	0.80
Рыночная премия	7.5%
Безрисковая ставка	2.5%
Стоимость долга	4.4%
Долг, скорректированный на налог	3.6%
% доля капитала	3.6%
% доля долга	96.4%

Предположения	
WACC	8,0%
Темп роста	0,0%
Ставка налога	17,5%

Дисконтирование денежных потоков по безрисковой ставке

Таблица 4

Свободный денежный поток, млн у. е.	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E
ЕВИТ	3,288	3,934	4,359	5,061	5,818	6,397	6,813	7,363	7,768	8,157
Налог на прибыль	16.0%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%
НОРАТ	2,762	3,246	3,596	4,175	4,800	5,278	5,621	6,075	6,409	6,729
+ амортизация	1,349	1,384	1,322	1,362	1,352	892	949	992	1,029	1,098
– изменение рабочего капитала	–646	153	250	341	435	238	267	283	299	314
– капитальные затраты	–600	–700	–750	–800	–800	–800	–851	–851	–847	–784
Денежный поток	2,866	4,083	4,418	5,078	5,787	5,607	5,985	6,498	6,890	7,357
Период дисконтирования, мес.	(28.6)	–17	–5	7	19	31	43	55	67	79
Период дисконтирования, лет	(2.4)	(1.4)	(0.4)	0.6	1.6	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6
Фактор дисконтирования	1.202	1.113	1.030	0.954	0.883	0.818	0.757	0.701	0.649	0.601
Приведенная стоимость денежных потоков	3,040	4,225	4,460	5,001	5,561	5,257	5,475	5,798	5,998	6,248
Конечный поток										294,273

Оценка	
Текущая стоимость денежных потоков	44,814
Текущая стоимость конечного потока	249,934
Enterprise value	294,748
– чистый долг	1,042
Equity value	293,706

Стоимость капитала (CAPM)	8.5%
Beta	0.80
Рыночная премия	7.5%
Безрисковая ставка	2.5%
Стоимость долга	4.4%
Долг, скорректированный на налог	3.6%
% доля капитала	3.6%
% доля долга	96.4%

Предположения	
Безрисковая ставка	2.5%
Темп роста	0.0%
Ставка налога	17.5%

инвестиций), что и позволяет использовать безрисковую ставку. Кроме того, метод реальных опционов учитывает управленческую гибкость, дающую возможность отслеживать и корректировать процесс реализации проекта на всем периоде в отличие от традиционных способов.

Применение метода ценообразования с помощью реальных опционов предусматривает возможность реализации самого подхода с помощью двух моделей: модели Блэка — Шоулза и биномиальной модели. В свою очередь, обе модели имеют свои

Оценка стоимости проекта с использованием безрисковой ставки при помощи метода ROV

Таблица 5

	DCF (без ROV)	DCF (с ROV)
Стоимость проекта, у. е.	94,872	293,706
Увеличение на	210%	

условия применения, соблюдение которых для реальных опционов, в отличие от биржевых, на практике становится порой затруднительно.

Модель Блэка — Шоулза выглядит следующим образом:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2),$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\ln \frac{S_0}{X} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2} \right) t}{\sigma \sqrt{t}}; d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t},$$

C_0 — стоимость опциона Call;

S_0 — текущая стоимость базисного актива;

X — цена исполнения опциона;

t — время до истечения срока опциона;

r — ставка безрисковой доходности, полученная по способу начисления непрерывных процентов, $r = \ln(1 + r_f)$;

r_f — годовая ставка безрисковой доходности;

σ — среднее квадратическое отклонение цены базисного актива в год;

$N(d_1)$ — кумулятивная функция нормального распределения (вероятность того, что значение переменной с нормальным распределением меньше d).

2. Ограничения модели Блэка — Шоулза

1. Допущение о невыплате дивидендов на протяжении всего периода (данное предположение не является критическим, так как, как это было рассмотрено выше, есть модификация Роберта Дж. Мертона, учитывающая данное обстоятельство) [5].

2. Отсутствие транзакционных издержек, связанных с куплей-продажей базового актива (или опциона), а также отсутствие налогов.

3. Безрисковая ставка предполагается постоянной на протяжении всего периода действия опциона.

4. Допущение о возможности кредитования по краткосрочной безрисковой ставке любого участника для проведения сделки купли-продажи.

5. Допущение о возможности проведения коротких продаж базового актива и немедленного получения продавцом полной наличной суммы (без штрафов и комиссий) [2].

6. Допущение о непрерывности торговли активом, а также подчинение изменения цен геометрическому броуновскому движению с известными

параметрами, соответственно с постоянной вариацией доходности по базовому активу [5].

Отсюда видно, что удовлетворение всем этим условиям, ограничениям довольно затруднительно в ситуации с реальными опционами. Например, ограничение 6 о непрерывности торговли ценными бумагами для финансовых опционов является несущественным, однако для реальных опционов оно означает высокую ликвидность инвестиций и возможность практически мгновенного выхода из проекта, что, очевидно, затруднительно реализовать на практике. Также в силу того, что реальные инвестиции ближе к условиям дискретного времени, предположение о непрерывности времени тоже подвергается сомнению. Более того, исходя из модели, требуется определить параметр волатильности цены базового актива, что представляется малообоснованным в случае неповторимого по определению инновационного проекта (так как отсутствуют определенные базы данных для сравнения с подобными проектами из-за его уникальности). Поэтому на текущий момент практика применения модели Блэка — Шоулза является дискуссионной.

В свою очередь, биномиальная модель имеет существенно меньшее количество ограничений. Также она более простая с точки зрения математического аппарата и предоставляет возможность руководству контролировать и вносить корректировки в процесс осуществления проекта. Главным ограничением модели выступает предположение о дискретности количества веток бинарного дерева, отражающих конкретные стадии выполнения проекта [3]. Безусловно, для большинства инвестиционных проектов дискретность модели не является существенной. Однако, если дело касается проектов, нуждающихся в постоянном надзоре со стороны менеджеров (например, уникальные, совершенно новые венчурные проекты, которые требуют регулярного контроля и корректировок для лучшей адаптации во внедряемой среде), данное ограничение играет решающую роль. Нарастивание числа узлов в биномиальном дереве и соответственно уменьшение временного шага приближают биномиальную модель к модели Блэка — Шоулза, где время носит непрерывный характер, отражающий бесперебойную торговлю активом [2].

Расчет опциона на выход по модели Блэка — Шоулза

Таблица 6

Модель Блэка — Шоулза			
Страйк (X)	15,000	d_1	1.0593
Базовая стоимость (S)	22,838	d_2	0.1770
Maturity	10	$N(d_1)$	0.5236
Безрисковая ставка (r_f)	2.5%	$N(d_2)$	0.2053
Волатильность (σ)	27.9%	Опцион Put	1,042

Сравнение данных методов осуществлялось на примере опциона на выход из бизнеса. В результате получены следующие значения (табл. 6, 7).

Результирующая таблица выглядит следующим образом (табл. 8).

Расчет опциона на выход по биномиальной модели

Таблица 7

Опцион на выход, биномиальная модель			
Базовая стоимость (S)	22,838*	Временной шаг (δ_t)	2.5
Maturity	10	Рост стоимости (u)	1.5545
Безрисковая ставка (r_f)	0.025	Снижение стоимости (d)	0.6433
Дивиденды (b)	0%	Риск-нейтральная вероятность (p)	0.4623
Волатильность (σ)	0.279	Расширенная NPV	24,322
Число периодов	4		
Ликвидационная стоимость (X)	15,000		

* В качестве стоимости базового актива была взята NPV (2015 г.).

Дерево базового актива

			85,782
		55,185	
	35,501		35,501
22,838		22,838	
	14,692		14,692
		9,451	
			6,080

Дерево оценки опциона

			85,782
		55,185	
	35,579		35,501
24,322		22,994	
	17,562		15,000
		15,000	
			15,000

Дерево решений

			CONTINUE
		OPEN	
	OPEN		CONTINUE
OPEN		OPEN	
	OPEN		ABANDON
		ABANDON	
			ABANDON

Рисунок. Расчет опциона на выход по биномиальной модели. Дерево решений

Сравнение результатов по биномиальной модели и модели Блэка — Шоулза

Таблица 8

	Биномиальная модель	Модель Блэка — Шоулза
Опцион на выход, у. е.	1,484	1,042

Из табл. 8 видно, что результаты моделей отличаются друг от друга, это обусловлено большим числом ограничений модели Блэка — Шоулза. Также здесь важно отметить, что с ростом числа веток биномиального дерева значение опциона по биномиальной модели будет приближаться к значению модели Блэка — Шоулза, так как в основе первой лежит дискретный характер временного параметра, а во второй — непрерывный. Биномиальная модель позволяет наглядно показать инвесторам и руководящему составу проекта, где и когда проект требует изменений и стоит ли эти изменения проводить или лучше будет покинуть проект.

Заключение

Таким образом, в результате работы была выработана классификационная таблица видов реальных опционов и определен ряд преимуществ использования метода ROV при проведении оценки рискованных инвестиционных проектов:

- страхование от рисков развития неблагоприятного сценария во время реализации проекта, снижая вероятность получения существенных убытков (обеспечен возврат начальных инвестиций);
- возможность контролировать все стадии реализации проекта, принимать решения о целесообразности дальнейших инвестиций в проект или выхода на текущей стадии;
- увеличение конечной стоимости проекта за счет снижения ставки дисконтирования денежных потоков до значения безрисковой;
- и, наконец, увеличение инвестиционной привлекательности проекта и повышение вероятности привлечения большего количества инвесторов для его финансирования.

Также в ходе анализа были определены ограничения модели Блэка — Шоулза и биномиальной модели и доказано несомненное преимущество использования биномиальной модели по сравнению

с моделью Блэка — Шоулза при реализации метода реальных опционов, полагая ее наиболее наглядной, удобной в использовании и адаптированной к условиям динамично развивающихся рынков.

Литература

1. Дамодаран А.М. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов. 6-е изд. М.: Альпина Паблишерз, 2010. С. 141—164, 229.
2. Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2011. С. 230—265.
3. Сироткин С.А., Кельчевская Н.Р. Экономическая оценка инвестиционных проектов. 3-е изд. М.: Юнити-Дана, 2011. С. 192—226, 270—284.
4. Copeland T., Howe K. Real options and strategic decisions // Strategic Finance. April. 2002. P. 9—11.
5. Mun J. Real options analysis: tools and techniques for valuing strategic investments and decisions. 2002. P. 99—171, 203—210, 293.

Сведения об авторах

Ефимова Надежда Филипповна: кандидат экономических наук, доцент кафедры корпоративных финансов и оценки стоимости бизнеса, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Количество публикаций: РИНЦ 24

Область научных интересов: ценообразование, оценка инвестиционных проектов, венчурное финансирование

Контактная информация:

Адрес: 196632, г. Санкт-Петербург, Пушкин, Детскосельский, ул. Центральная, д. 8, кор. 1, кв. 90

Тел.: +7 (921) 793-21-22

E-mail: nadezhda_efimova@mail.ru

Дунаева Алина Ивановна: студент 4-го курса бакалавриата СПбГЭУ (ФИНЭК), направление корпоративные финансы и оценка стоимости бизнеса, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Количество публикаций: РИНЦ 10

Область научных интересов: оценка стоимости инвестиционных проектов, рынок ценных бумаг, венчурное финансирование

Контактная информация:

Адрес: 198264, г. Санкт-Петербург, пр. Ветеранов, д. 141, корп. 1, кв. 245

Тел.: +7 (921) 435-82-01

E-mail: adunaeva25@yandex.ru