

**А. О. Баранов<sup>1</sup>, Е. И. Музыка<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Новосибирский государственный университет  
ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Россия*

<sup>2</sup> *Новосибирский государственный технический университет  
пр. К. Маркса, 20, Новосибирск, 630073, Россия*

*baranov@ieie.nsc.ru, mei927@mail.ru*

## **КОНЦЕПЦИЯ РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ\***

Рассматриваются вопросы использования концепции реальных опционов в качестве нового инновационного метода оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в промышленности. Дается критический обзор работ зарубежных и российских исследователей. Предлагается и апробируется авторский подход к оценке эффективности инновационных проектов в промышленности с внедрением метода реальных опционов. Описывается пошаговый алгоритм оценки экономической эффективности инновационного проекта. Предлагаемая методика апробируется на реальном инновационном проекте, реализуемом в Российской Федерации и финансируемом за счет средств венчурного фонда. Демонстрируется, что стоимость составного опциона колл увеличивает ценность проекта за счет учета факта его поэтапной реализации и возможности прекратить финансирование при определенных условиях, т. е. за счет учета возможности гибкого принятия управленческих решений. Показана эффективность применения метода реальных опционов применительно к оценке инвестиционных и, в том числе, инновационных проектов венчурным инвестором. В целом, использование метода реальных опционов расширяет инструментарий венчурного инвестора, используемый для обоснования решений по инвестированию проектов.

*Ключевые слова:* инвестирование, инвестиционный проект, инновационный проект, венчурные инвестиции, концепция реальных опционов.

### **Введение**

Рассматриваемая в статье проблема может быть сформулирована следующим образом: как венчурный фонд может оценить новую, быстрорастущую компанию на рынке, находящуюся в стадии интенсивного развития, имеющую высокую степень неопределенности? Такая проблема очень актуальна для России, где в последние годы активно идет процесс создания новых высокотехнологических компаний, которым необходимо финансирование для развития, и рынок отличается высокой степенью неопределенности.

Традиционный метод дисконтированных денежных потоков ориентирован в основном на компании, функционирующие в стабильных сферах бизнеса, и зачастую не может дать адекватную оценку эффективности инновационных проектов. Поэтому возникает необходи-

---

\* Работа выполнена в рамках научного проекта № 15-06-06914, поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований.

мость совершенствования методического обеспечения оценки инновационных проектов с внедрением новейших методов, используемых в мировой практике, но пока не нашедших в России широкого применения. К таким методам относится метод реальных опционов.

*Концепция реальных опционов* возникла в результате переноса созданного инструментария управления рисками с помощью опционных контрактов из финансового сектора в реальный сектор экономики.

*Реальный опцион* представляет собой инструмент уменьшения неопределенности инновационного проекта посредством создания опционов, базовым активом по которым выступают доходы, генерируемые данным инновационным проектом, менеджмент которого обладает управленческой гибкостью при принятии решений о дальнейшей его реализации [1].

Модель оценки стоимости реального опциона для случая инвестиций в сфере венчурного бизнеса должна отражать не только высокий риск, высокую доходность и поэтапную природу инвестирования, но и тот факт, что венчурные инвестиции имеют различные характеристики соотношения «риск-доходность» на разных стадиях. Таким образом, при выборе модели оценки реального опциона для случая венчурного инвестирования необходимо подобрать такую модель, которая будет учитывать тот факт, что волатильность цены базового актива изменяется с течением времени.

Формула, полученная Ф. Блэком и М. Шоулзом (1973) для оценки стоимости европейского колл-опциона [1], а также формула Р. Геске (1979), полученная для оценки двухстадийного составного европейского колл-опциона [2], применимы только в случае постоянной волатильности стоимости базового актива. Постоянство волатильности стоимости базового актива является одной из предпосылок и квадратичной модели Вэйли, полученной на основе формулы Блэка – Шоулза для оценки стоимости опционов колл и пут американского типа [3].

Вклад авторов статьи в исследование рассматриваемого вопроса состоит в следующем.

1. Представлена авторская модификация метода реальных опционов с точки зрения его приложения к венчурному инвестированию в инновационные проекты. Предложена методика оценки экономической эффективности инновационных проектов с венчурным инвестированием на основе метода реальных опционов с использованием модифицированной формулы Геске. Разработанная методика позволяет количественно оценить факт поэтапной реализации проекта и возможность прекращения инвестирования при получении негативной информации о его реализации, т. е. дает возможность учесть и количественно оценить управленческую гибкость при принятии решений о дальнейшей реализации инвестиционного проекта.

2. Предложена новая содержательная интерпретация составного опциона колл применительно к вложениям венчурного инвестора, позволяющая учесть то обстоятельство, что венчурный фонд имеет свои финансовые потоки, отличные от финансовых потоков собственно проекта. В соответствии с предложенной интерпретацией составного опциона колл представлена содержательная интерпретация «входных» параметров модифицированной формулы Геске, которая позволяет учесть специфику инвестирования в инновационные проекты венчурными фондами.

3. Предложен алгоритм практической реализации разработанной методики оценки экономической эффективности инновационных проектов с венчурным инвестированием на основе концепции реальных опционов в промышленности. Этот алгоритм апробирован на примере реального российского инновационного проекта в фармацевтической промышленности.

### **Критический обзор зарубежных и российских исследований по проблематике**

В России исследования, содержащие применение метода реальных опционов в венчурном инвестировании в инновационные проекты, до настоящего времени широкого развития не получили. Кратко остановимся на зарубежных исследованиях, касающихся оценки стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном инвестировании в инновационные проекты. Подобные работы в мировой литературе, к сожалению, немногочисленны.

Проанализированные работы могут быть разбиты на четыре группы. К первой группе статей относятся исследования, касающиеся оценки стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном финансировании инвестиционных проектов [4–6].

Во второй группе статей исследуется возможность применения биномиальной модели для целей оценки реальных опционов в венчурном инвестировании [7; 8]. В третьей группе статей исследуется влияние различных видов неопределенности на время получения очередной порции инвестиций от венчурного капиталиста [9], на выбор между корпоративным венчурным финансированием и поглощением [10], на выбор венчурным капиталистом времени инвестирования в новый венчурный проект [11], а также влияние неопределенности на вероятность создания стратегического альянса между корпоративным инвестором и проинвестированной венчурной компанией [12]. С использованием реальных данных по венчурному инвестированию в США за ряд лет в этих статьях строятся эконометрические модели, проверяется набор гипотез. И, наконец, четвертая группа – это статьи, в которых необходимость применения теории реальных опционов в венчурном финансировании инвестиционных проектов лишь декларируется [13; 14].

Начнем наш анализ с рассмотрения статей *первой группы*.

Боттерон и Казанова в статье [4] развивают модель опционного ценообразования, позволяющую оценить гибкость, которую получает венчурный капиталист, когда он разбивает процесс инвестирования на стадии. Авторы статьи представляют *стоимость компании-стартапа в виде суммы стоимости двух опционов: европейского колл-опциона и бинарного европейского колл-опциона*.

Выше отмечалось, что формула Блэка – Шоулза (1973) [1] и формула Геске (1979) [2] применимы только в случае постоянной волатильности стоимости базового актива. Hsu в работе [5] получил модификацию этих формул для оценки опционов с волатильностью, зависящей от времени. В данной статье в свете проблемы принципала-агента анализируется процесс принятия решения венчурным капиталистом инвестировать поэтапно.

Венчурный капиталист может инвестировать всю сумму сразу в виде единовременной выплаты, а может разбивать инвестиции на стадии. Поэтапное финансирование рассматривается как *составной европейский колл-опцион с зависящей от времени волатильностью*. Составной опцион является одним из видов *экзотических опционов* [15]. Для оценки стоимости этого опциона Hsu получил модификацию формулы Геске [5]. Венчурное финансирование в виде единовременной выплаты рассматривается как простой европейский колл-опцион, но с зависящей от времени волатильностью. Для оценки стоимости этого опциона автором получена модификация формулы Блэка – Шоулза.

Gong, He и Meng в [6] развивают модель оценки составного опциона. Авторы вводят зависящую от времени волатильность в модель оценки стоимости многоступенчатого составного реального опциона, основанную на модели оценки стоимости многоступенчатого составного реального опциона с постоянной волатильностью, представленную в работе Lin [16]. Авторы [6] приходят к выводу, что модель оценки многоэтапного составного реального опциона с постоянной волатильностью не подходит для оценки инвестиций венчурного капитала.

Проведем критический анализ статей первой группы. В статье [4] говорится о том, что базовым активом является венчурный проект (start-up). По нашему мнению, базовым активом является не весь венчурный проект, а доля акций проинвестированной компании, поскольку венчурному капиталисту принадлежит не весь проект, а лишь доля акций.

В статье [5] не дается интерпретация элементов формулы Блэка – Шоулза. Во всех рассмотренных статьях анализ проводится с позиции венчурного проекта в целом. Финансовые потоки венчурного капиталиста и финансовые потоки собственно проекта не разделяются.

Ни в одной из рассмотренных выше статей не проводится апробация предлагаемых моделей оценки стоимости опционов на реальных инновационных проектах с венчурным финансированием. Общей чертой рассмотренных статей является и высокая степень математизации при отсутствии экономической интерпретации параметров, входящих в предлагаемые авторами модели оценки стоимости реальных опционов в венчурном инвестировании. Кроме того, во всех статьях рассматриваются опционы европейского типа (исполнение на определен-

ную дату). Во всех рассмотренных выше статьях интерпретация венчурных вложений дается только через опцион колл.

Также к статьям с высокой степенью математизации можно отнести и работу Cossin, Leleux и Saliasi [17] (в нашем исследовании данная статья не вошла ни в одну из четырех групп), в которой проведен анализ стоимости ключевых условий венчурного контракта.

Авторы статьи показали, что оценка стоимости венчурного контракта схожа с оценкой стоимости портфеля финансовых опционов. Каждое условие договора представляет собой опцион. При оценке стоимости венчурного контракта, кроме непосредственно стоимости венчурного проекта, необходимо учитывать и стоимость портфеля реальных опционов [17. Р. 4].

Рассмотрим вторую группу статей. В работе [7] используется биномиальная модель оценки стоимости опциона для случая венчурного инвестирования, описывается опцион американского типа. Однако же специфика венчурного инвестирования не анализируется. Не дается обоснование, почему для случая венчурного инвестирования выбирается именно биномиальная модель. Апробация биномиальной модели на реальных данных по инновационному проекту не проводится.

Авторы статьи [8] подтвердили пригодность биномиальной модели для целей оценки стоимости реальных опционов в венчурном инвестировании. Используя данные оценки 429 сделок по венчурному финансированию в США и 178 IPO, авторы протестировали предсказательную силу биномиальной модели и пришли к выводу, что для целей оценки венчурных инвестиций биномиальная модель подходит больше, нежели традиционный метод NPV [8. Р. 1].

Проанализируем третью группу статей. В работе [9] решение инвестировать поэтапно представляется как выбор между владением опционом на задержку инвестиций и инвестированием сейчас для того, чтобы приобрести опцион на инвестирование в последующие этапы (опцион на поэтапное инвестирование). Предполагается, что принятие решения инвестировать поэтапно зависит от факторов, влияющих на стоимость этих двух опционов. Это конкуренция и различные источники неопределенности [9. Р. 497].

В статье [10] авторы выдвигают ряд гипотез относительно влияния неопределенности на выбор между корпоративным венчурным финансированием и поглощением в условиях невозвратности венчурных инвестиций, конкуренции и при наличии возможностей роста. Для проведения анализа строится две *probit*-модели. Утверждается, что, осуществляя первоначальные инвестиции, венчурные капиталисты приобретают *опцион на расширение, опцион на отказ от проекта и опцион на задержку инвестиций* [10].

По нашему мнению, при венчурном финансировании инновационного проекта все эти три вида реальных опционов можно «свести» к одному виду, который будет отражать специфику венчурного финансирования, – это *составной колл-опцион на поэтапное инвестирование*.

В статье [11] исследуется влияние рыночной неопределенности на выбор времени начала реализации нового венчурного проекта. Анализ венчурных инвестиций в США за период с 1980 по 2007 г. показал, что венчурные капиталисты склонны откладывать инвестирование в новые инвестиционные проекты в отраслях со значительной рыночной волатильностью. Этот «эффект задержки» из-за рыночной волатильности уменьшается, если отрасль испытывает высокий рост объема продаж или если в данной отрасли конкуренция среди венчурных капиталистов значительна [11].

В [12. Р. 6] корпоративное венчурное инвестирование характеризуется как двухстадийный составной опцион. Первоначальные венчурные инвестиции создают составной опцион роста. Формирование стратегического альянса с портфельной компанией рассматривается как исполнение второй стадии данного опциона [12. Р. 4].

Рассмотрим последнюю, четвертую группу статей. Kulatilaka и Toschi в [13] применяют теорию реальных опционов для анализа выбора корпорациями механизма корпоративного венчурного финансирования в условиях неопределенности (поглощение, создание стратегического альянса, совместное предприятие, непосредственно корпоративное венчурное финансирование).

Vanhaverbeke, Van de Vrande и Chesbrough анализируют с позиции концепции реальных опционов преимущества внешнего корпоративного венчурного финансирования как специ-

фической практики «открытых инноваций» [14. Р. 265]. В статье говорится о необходимости учета стоимости реальных опционов, но как оценить эту стоимость, с использованием каких моделей – в статье не рассматривается.

Четвертая группа – это статьи, авторы которых говорят о полезности использования концепции реальных опционов в анализе венчурного финансирования, однако ограничиваются лишь пространными рассуждениями на эту тему без проведения какого-либо анализа моделей оценки стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном финансировании инвестиционных проектов, а также без проведения каких-либо расчетов.

### **Методика оценки экономической эффективности инновационных проектов в промышленности с включением метода реальных опционов: авторский подход**

Рассмотрим финансовые потоки собственно проекта (табл. 1) и финансовые потоки венчурного фонда (табл. 2).

Таблица 1

Финансовые потоки собственно проекта \*

Приток денежных средств	Отток денежных средств
1. Чистая прибыль (NPAT)	1. Прирост материального оборотного капитала
2. Амортизация	2. Инвестиции в основной капитал и нематериальные активы
3. Поступления от продажи акций	3. Погашение долгосрочного кредита
4. Долгосрочный кредит	4. Погашение кредита акционеров
5. Кредит акционеров	5. Выплата дивидендов
–	6. Выплата налогов

\* Табл. 1, 2 составлены авторами.

Таблица 2

Финансовые потоки венчурного фонда

Приток денежных средств	Отток денежных средств
1. Дивиденды, которые выплачивает проинвестированная компания венчурному фонду (выплачивается из чистой прибыли проинвестированной компании)	1. Прямые инвестиции, предоставляемые венчурным фондом проинвестированной компании в период $t$
2. Проценты, которые выплачивает венчурному фонду проинвестированная компания в году $t$ по предоставленному им кредиту	2. Выплата кредита, который венчурный фонд предоставляет проинвестированной компании в году $t$
3. Возврат кредита, предоставленного венчурным фондом	–
4. Ликвидационная стоимость, определяемая как оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году $T$ своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций	–

Существуют показатели оценки эффективности проекта в целом ( $NPV_{\text{проекта}}$ ,  $IRR_{\text{проекта}}$ ). Однако для целей оценки эффективности вложений венчурного инвестора необходимо анализировать показатели эффективности проекта с точки зрения венчурного фонда ( $NPV^v$ ,  $IRR^v$ ). Рассмотрим основные показатели эффективности инвестиционного проекта с точки зрения венчурного фонда:

$$NPV^v = \sum_{t=0}^T \frac{[DIV^v(t) + PER^v(t) + LR^v(t) - I^v(t) - L^v(t)]}{(1+r)^t} + \frac{TER^v(T)}{(1+r)^T},$$

где  $DIV^v(t) = NPAT^{(t-1)} \cdot div(t) \cdot SHK^v$  – дивиденды, выплачиваемые проинвестированной компанией венчурному фонду в году  $t$ ;

$SHK^v$  – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании;

$div(t)$  – доля чистой прибыли проинвестированной компании за предыдущий год  $t - 1$ , направляемая в году  $t$  на выплату дивидендов;

$PER^v(t)$  – проценты, которые выплачивает венчурному фонду проинвестированная компания в году  $t$  по предоставленному им кредиту;

$LR^v(t)$  – возврат кредита, предоставленного венчурным фондом проинвестированной компанией, в году  $t$ ;

$L^v(t)$  – выплата кредита, предоставленного венчурным фондом проинвестированной компанией, в году  $t$ ;

$I^v(t)$  – прямые инвестиции, предоставляемые венчурным фондом проинвестированной компании, в году  $t$ ;

$TER^v(T)$  – ликвидационная стоимость, определяемая как оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году  $T$  своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций;

$r$  – приемлемая для фонда ставка дисконтирования (на практике обычно – не ниже 20 % годовых).

$$TER^v(T) = NPAT^{(T-1)} \cdot SHK^v \cdot (P/E), \quad (1)$$

где  $TER^v(T)$  – ликвидационная стоимость проекта для венчурного фонда в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании;

$NPAT^{(T-1)}$  – чистая прибыль проинвестированной компании в году, предшествующем «выходу» венчурного фонда из бизнеса;

$SHK^v$  – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании;

$P/E$  – ожидаемая величина отношения цены акции к получаемому по ней доходу;

Расчет внутренней нормы доходности для инвестиций венчурного фонда определяется путем решения следующего уравнения относительно нормы процента  $r$ :

$$\sum_{t=0}^T \frac{[DIV^v(t) + PER^v(t) + LR^v(t) - I^v(t) - L^v(t)]}{(1+r)^t} + \frac{TER^v(T)}{(1+r)^T} = 0.$$

В расчетах варьируется доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании  $SHK^v(T)$  с целью определения такой ее величины, которая обеспечивает приемлемую для фонда внутреннюю норму доходности на вложенный капитал.

При выборе модели оценки реального опциона для случая венчурного инвестирования необходимо принимать во внимание тот факт, что волатильность цены базового актива изменяется с течением времени. По нашему мнению, именно модифицированная формула Геске в полной мере учитывает особенности венчурного инвестирования и может быть использована для оценки стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном финансировании инновационных проектов.

Однако представляется необходимым модифицировать исходные данные для этой модели следующим образом: анализировать венчурные вложения не с позиции проекта в целом, а с позиции венчурного фонда. Иными словами, следует изменить интерпретацию параметров, входящих в модифицированную модель Геске.

Опишем предлагаемую нами содержательную интерпретацию параметров модифицированной модели Геске.

Рассмотрим три фиксированных момента времени:  $T_0 = 0$ ,  $T_1$  и  $T_2$ , где  $0 < T_1 < T_2$ . Стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду,  $V^v$  в момент времени  $t$  обозначим  $V_t^v$ .

Поэтапное финансирование проектов является обычной практикой венчурных фондов. Предположим, что венчурный фонд принимает решение разбить процесс инвестирования на два этапа. Тогда инвестируемая компания предоставляет венчурному фонду *составной колл-опцион*. *Составной опцион* – это опцион, базовым активом которого является *внутренний колл-опцион*.

Мы предлагаем следующую содержательную интерпретацию составного опциона колл. Затраты на приобретение в момент времени  $T_0$  *составного опциона колл* равны  $I_0^v$ . Инвестиции  $I_0^v$  представляют собой первоначальные вложения, позволяющие начать реализацию проекта (например, затраты на проектно-изыскательские работы). Рассматриваемый составной опцион колл предоставляет инвестору – венчурному фонду право, но не обязательство купить через определенное время  $T_1$  по цене  $I_1^v$  часть акций инвестируемой компании. Приобретение венчурным фондом части акций в момент времени  $T_1$  по цене  $I_1^v$  может быть истолковано как покупка *внутреннего опциона колл* на приобретение актива со сроком исполнения  $T_2$  с ценой исполнения  $I_2^v$ .

Активы, право на покупку которых инвестор приобретает в момент времени  $T_1$ , есть не что иное, как *прибыль венчурного фонда, которую он может получить в момент времени  $T_2$  после продажи своих акций*, приобретенных в момент  $T_1$ . Цена исполнения внутреннего опциона колл ( $I_2^v$ ) в нашей интерпретации представляет собой величину неявных издержек венчурного фонда – потерю приходящейся на фонд части чистой прибыли последнего года пребывания фонда в бизнесе проинвестированной компании.

Предположим, что переменная  $V^v$  (стоимость пакета акций проинвестированной компании, который, возможно, приобретет венчурный фонд) подчиняется геометрическому броуновскому движению:

$$dV^v = \alpha V^v dt + \sigma_1 V^v dW$$

в течение промежутка времени  $(0, T_1)$ ,

$$dV^v = \alpha V^v dt + \sigma_2 V^v dW$$

в течение промежутка времени  $(T_1, T_2)$ , где  $\sigma_1$  – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени  $(0, T_1)$ ;  $\sigma_2$  – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени  $(T_1, T_2)$ ;  $dW$  – винеровский случайный процесс.

Тогда *стоимость составного опциона колл* может быть найдена с использованием *модифицированной формулы Геске*:

$$C^v = V^v N_2(h + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}, l + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}; \rho) - I_2^v e^{-r\tau} N_2(h, l; \rho) - I_1^v e^{-r\tau_1} N_1(h), \quad (2)$$

где  $C^v$  – стоимость составного опциона колл в текущий момент времени  $t$ , которым владеет венчурный фонд;

$V^v$  – текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду;

$\sigma_1$  – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени  $(0, T_1)$ ;  $\sigma_2$  – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени  $(T_1, T_2)$ , которые характеризуются волатильностью цены базового актива опциона;

$$h = \frac{\ln \frac{V^v}{I_1^v} + r\tau_1 - \frac{1}{2} \sigma_1^2 \tau_1}{\sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}} ; \quad l = \frac{\ln \frac{V^v}{I_2^v} + r\tau - \frac{1}{2} (\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2)}{\sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}} ; \quad \rho = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 \tau_1}{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}} ;$$

$I_1^V$  – цена исполнения составного (внешнего) колл-опциона;

$I_2^V$  – цена исполнения внутреннего колл-опциона;

$r$  – безрисковая ставка процента;

$\tau_1 = T_1 - t$ ,  $\tau_2 = T_2 - T_1$ ,  $\tau = T_2 - t = \tau_1 + \tau_2$ ;

$N_2(h, l; \rho)$  – функция двумерного стандартного нормального распределения;

$N_1(h)$  – функция одномерного стандартного нормального распределения;

$\bar{V}$  – такое значение стоимости акций инвестируемой компании в момент времени  $T_1$  ( $V_{T_1}$ ), для которого выполняется следующее равенство:

$$V_{T_1} N_1(l^* + \sqrt{\sigma_2^2 \tau_2}) - I_2^V e^{-r\tau_2} N_1(l^*) = I_1^V, \quad (3)$$

где  $l^*$  – величина  $l$  в момент времени  $T_1$ ;  $l^* = \frac{\ln \frac{V_{T_1}}{I_2^V} + r\tau_2 - \frac{1}{2}\sigma_2^2\tau_2}{\sqrt{\sigma_2^2\tau_2}}$ .

Опишем особенность исполнения внутреннего колл-опциона в нашей интерпретации. Перед венчурным фондом не стоит вопрос, продавать или не продавать принадлежащую ему часть акций проинвестированной компании.

Из практической деятельности известно, что вне зависимости от того, насколько успешно развивалась проинвестированная компания, венчурный фонд все равно будет стремиться продать принадлежащие ему акции, чтобы в случае неуспешного развития компании вернуть хотя бы часть вложенных средств и отчитаться перед инвесторами, которые вложили свои деньги в венчурный фонд.

Определим *правило исполнения внутреннего колл-опциона* на получение прибыли от продажи акций проинвестированной компании в момент времени  $T_2$ .

Подчеркнем, что получение дополнительного актива в виде прибыли от продажи венчурным фондом принадлежащих ему акций трактуется нами как исполнение внутреннего колл-опциона с ценой исполнения  $I_2^V$ . При этом необходимо дать содержательную интерпретацию цены исполнения  $I_2^V$ .

*Правило исполнения внутреннего опциона.* Внутренний опцион будет считаться исполненным в том смысле, что венчурный фонд получит прибыль, если продисконтированная стоимость акций компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени  $T_2$  ( $V_{T_2}^V$ ) будет больше, чем продисконтированная величина суммы совокупных вложений венчурного фонда в покупку этих акций ( $I_0^V + I_1^V$ ) и величины *неявных издержек*  $I_2^V$ .

Величина *неявных издержек* – это часть величины чистой прибыли текущего периода  $T_2$ . Если бы венчурный фонд не продал в момент времени  $T_2$  принадлежащие ему акции, то он бы получил часть прибыли текущего периода  $T_2$ , пропорциональную его доле в уставном капитале компании. Эта часть прибыли текущего периода  $T_2$  уже не будет принадлежать венчурному фонду, она будет принадлежать тому экономическому субъекту, которому венчурный фонд продал акции.

Таким образом, при продаже акций в момент времени  $T_2$  венчурный фонд теряет прибыль текущего периода, пропорциональную своей доле в уставном капитале проинвестированной компании. Эта величина трактуется как его *неявные издержки и цена исполнения внутреннего опциона колл в момент времени  $T_2$* . Отметим, что при продаже своих акций в момент времени  $T_2$  венчурный фонд теряет не только соответствующую часть текущей прибыли, но и последующую прибыль. Однако в дальнейшем в нашем анализе в качестве величины *неявных издержек* венчурного фонда ограничимся рассмотрением только текущей прибыли момента времени  $T_2$ .

Итак, внутренний опцион будет считаться исполненным, т. е. венчурный фонд получит прибыль, если продисконтированная выручка от продажи акций будет больше, чем продисконтированная величина затрат ( $I_0^V + I_1^V + I_2^V$ ), где ( $I_0^V + I_1^V$ ) – это совокупные вложения вен-

чурного фонда в приобретение этих акций;  $I_2^v$  – величина *неявных издержек венчурного фонда* (часть прибыли текущего периода  $T_2$ , когда венчурный фонд осуществляет продажу своих акций).

Если продисконтированная выручка от продажи акций будет меньше, чем продисконтированная величина затрат ( $I_0^v + I_1^v + I_2^v$ ), то венчурный фонд прибыль не получит. Этот случай трактуется нами в том смысле, что опцион колл будет считаться неисполненным.

Опишем правило исполнения внешнего опциона. Для того чтобы принять решение об исполнении внешнего опциона, т. е. о приобретении части акций инвестируемой компании (в нашей интерпретации это трактуется как приобретение внутреннего опциона на получение прибыли от продажи акций), венчурному фонду необходимо знать так называемую пороговую величину стоимости акций рискованной компании в момент времени  $T_1 - \bar{V}$ . Для того чтобы определить  $\bar{V}$ , необходимо найти решение уравнения (10) относительно переменной  $V_{T_1}$ .

Правило исполнения составного колл-опциона (*внешнего опциона*): венчурный фонд исполнит составной колл-опцион, т. е. в момент времени  $T_1$  осуществит инвестиции  $I_1^v$  в покупку части акций инвестируемой компании и тем самым приобретет базовый актив составного колл-опциона – внутренний опцион на получение прибыли от продажи акций в момент времени  $T_2$ , если для заданного  $\sigma_2$  стоимость базового актива составного колл-опциона (т. е. стоимость *внутреннего колл-опциона*) будет больше, чем цена исполнения *составного колл-опциона*  $I_1^v$ .

Иными словами, венчурный фонд исполнит составной колл-опцион и будет инвестировать  $I_1^v$  только в том случае, если значение стоимости акций инвестируемой компании в момент времени  $t = T_1$ ,  $V_{T_1}$ , превысит пороговое значение  $\bar{V}$  (соотношение (3)).

Предлагаемая методика оценки инновационных проектов с венчурным финансированием с позиции венчурного фонда на основе метода реальных опционов может быть сведена к следующей последовательности шагов.

1. Построение прогнозной финансовой модели инновационного проекта.
2. Оценка экономической эффективности инновационного проекта в целом методом дисконтированных денежных потоков (методом NPV): расчет показателей чистого приведенного дохода проекта в целом  $NPV_{\text{проекта}}$  и внутренней нормы доходности проекта  $IRR_{\text{проекта}}$ .
3. Оценка экономической эффективности инновационного проекта методом NPV с позиции венчурного фонда.
  - 3.1. Определение доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании.
  - 3.2. Расчет денежных потоков венчурного фонда.
  - 3.3. Расчет внутренней нормы доходности венчурного фонда  $IRR^v$  и чистого приведенного дохода венчурного фонда  $NPV^v$ .
4. Оценка эффективности инновационного проекта для венчурного фонда с применением метода реальных опционов.
  - 4.1. Расчет стоимости составного опциона колл, которым владеет венчурный фонд по модифицированной формуле Геске.
    - 4.1.1. Определение значений «входных» параметров модифицированной формулы Геске:
      - а) затраты на приобретение в момент времени  $T_0$  составного опциона колл  $I_0^v$ ;
      - б) цена исполнения составного (внешнего) опциона колл (инвестиции венчурного фонда в момент времени  $T_1$  в приобретение части акций рискованной компании  $I_1^v$ );
      - в) цена исполнения внутреннего колл-опциона (величина неявных издержек венчурного фонда)  $I_2^v$ ;
      - г) оценка безрисковой процентной ставки;
      - д) вычисление функций двумерного стандартного нормального распределения с использованием программного пакета Maple 14;
      - е) вычисление функции одномерного стандартного нормального распределения с использованием статистической функции Microsoft Excel НОРМСТРАСП;

ж) вычисление текущей стоимости базового актива внутреннего опциона колл  $V^N$  (представляет собой ликвидационную стоимость проекта для венчурного фонда  $TER^V$  в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании);

з) определение уровня рискованности операций венчурной компании в течение промежутка времени  $(0, T_1)$ ,  $\sigma_1$ , и определение уровня рискованности операций венчурной компании в течение промежутка времени  $(0, T_2)$ ,  $\sigma_2$ .

4.1.2. Определение порогового значения стоимости акций инвестируемой компании в момент времени  $T_1$ ,  $\bar{V}$  (решение уравнения (3)).

4.1.3. Принятие решения по поводу исполнения внешнего опциона (проверка правила исполнения внешнего опциона).

4.1.4. Принятие решения по поводу исполнения внутреннего опциона (проверка правила исполнения внутреннего опциона).

4.2. Расчет показателей эффективности вложений венчурного фонда с учетом стоимости составного опциона колл  $NPV^V$  с уч. опц. и  $IRR^V$  с уч. опц.

### **Апробация методики на примере инновационного проекта в фармацевтической промышленности в России**

Предлагаемый методический подход был применен для оценки реального российского инновационного проекта с венчурным финансированием в фармацевтической промышленности. Главная идея проекта состоит в повышении устойчивости и расширении бизнеса по производству и продажам зубной пасты премиум сегмента. Основные направления инноваций при производстве данной зубной пасты:

- применение современных методов подготовки сырьевых компонентов (с предпочтением природных источников);
- создание новых продуктов на основе современных знаний о физиологии человека и механизмах развития патологического процесса;
- разработка технологии приготовления готового продукта, позволяющей добиться сохранения биологической активности активных добавок;
- разработка методов контроля эффективности готовой продукции [18].

Проведена оценка эффективности инновационного проекта с позиции венчурного фонда традиционным методом NPV (стандартный расчет) и с применением метода реальных опционов. Венчурный фонд будет осуществлять поэтапное инвестирование проекта в два раунда: в 2009 г. предоставляются средства в размере 35 000 тыс. руб., в 2010 г. – остальная часть средств в сумме 197 000 тыс. руб.

Проведем оценку эффективности инновационного проекта с позиции венчурного фонда традиционным методом NPV (стандартный расчет).

Расчет финансовых потоков,  $NPV^V$  и  $IRR^V$  венчурного фонда для разных годов «выхода» венчурного фонда из бизнеса показал, что венчурный фонд должен «выходить» из бизнеса проинвестированной компании в 2018 г., поскольку именно в этом году наблюдается наибольшее значение внутренней нормы доходности венчурного фонда.

Рассчитаем финансовые потоки венчурного фонда и показатели эффективности вложений фонда  $IRR^V$  и  $NPV^V$  для года «выхода» 2018 для разных вариантов доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании (начиная с доли 25 % с шагом 4 %: для доли 29, 33, 41, 45 и 49 %) и разных значений ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу ( $P/E = 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ). Для расчета чистого приведенного дохода фонда  $NPV^V$  продисконтируем его денежные потоки по ставкам 20, 30 и 35 %, которые широко используются при оценке проектов в России венчурными капиталистами.

Проанализируем полученные результаты. Из практической деятельности известно, что приемлемая для фонда внутренняя норма доходности начинается с 20 %. Согласно нашим расчетам  $IRR^V$ , приемлемая для фонда, наблюдается при доле 25 % при значении  $P/E = 7$ :  $IRR^V = 20$  %. Однако доходность в 14,3 % является достаточно низкой.

Для случая доли венчурного фонда 24 % при всех рассматриваемых значениях показателя  $P/E$  внутренняя норма доходности для венчурного фонда меньше 20 %.

Для доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 29 %  $IRR^v$ , равная 20 % и более, наблюдается только при  $P/E = 6$  ( $IRR^v = 20\%$ ) и  $P/E = 7$  ( $IRR^v = 22\%$ ). Однако полученные внутренние нормы доходности являются хотя и приемлемыми для венчурного фонда, но очень низки (находятся на «нижней границе»). Приемлемые для венчурного фонда внутренние нормы доходности при значениях показателя  $P/E = 5$  и  $P/E = 6$  получаются при долях 45 и 49 %: для доли 45 % при  $P/E = 5$   $IRR^v = 25\%$ , при  $P/E = 6$   $IRR^v = 27\%$ ; для доли 49 % при  $P/E = 5$   $IRR^v = 26\%$ , при  $P/E = 6$   $IRR^v = 29\%$ . При доле фонда 41 % при  $P/E = 6$   $IRR^v = 26\%$ .

Таким образом, чем выше доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании и чем выше показатель  $P/E$ , тем выше внутренняя норма доходности венчурного фонда (рис. 1).

Для расчета  $NPV^v$  фонда продисконтируем денежные потоки фонда по так называемым «венчурным» ставкам дисконтирования 20, 30 и 35 %.

Положительное  $NPV^v$  венчурного фонда наблюдается, начиная с доли фонда 29 %: при  $P/E = 6$   $NPV^v$  составляет 370 тыс. руб.; при  $P/E = 7$   $NPV^v$  составляет 27 652 тыс. руб.

При доле фонда 33 %  $NPV^v$  фонда положительно также только при  $P/E = 6$  ( $NPV^v = 27 892$  тыс. руб.) и  $P/E = 7$  ( $NPV^v = 58 937$  тыс. руб.).

Однако значение показателя  $P/E = 7$ , т. е. доходность 14,3 % годовых, является весьма низкой. Более того, положительное значение  $NPV^v$  венчурного фонда для долей 29, 33, 37, 41, 45 и 49 % наблюдается только для ставки дисконтирования, равной 20 %, что является нижней границей «венчурной» ставки дисконтирования.

Для ставок дисконтирования 30 и 35 %  $NPV^v$  является отрицательным.  $NPV^v$  положителен при ставке дисконтирования, равной 30 %, только при доле фонда 49 % и значении показателя  $P/E = 7$  ( $NPV^v = 8 825$  тыс. руб.).

Таким образом, при действительно «венчурных» условиях, приемлемых для фонда,  $NPV^v$  фонда отрицателен, т. е. проект неэффективен для венчурного фонда и должен быть отвергнут инвестиционным комитетом.

Осуществим оценку инновационного проекта с точки зрения венчурного фонда на основе метода реальных опционов.

Нулевым моментом времени является 2009 г.:  $I_0^v = 35 000$  тыс. руб. (согласно прогнозу денежных потоков в 2009 г. для реализации проекта требуемый объем средств, финансируемый из внешних источников, составляет 35 000 тыс. руб.).

Сумма 35 000 тыс. руб. необходима для оплаты следующих расходов: административные расходы и согласования (сопровождение проекта, инвестиционное соглашение, аренда земли); проектные работы (предпроектное предложение (буклет), рабочий проект, включая инженерию и проектные работы по газоснабжению); строительство здания (предоплата, фундаменты и полы первого этажа).

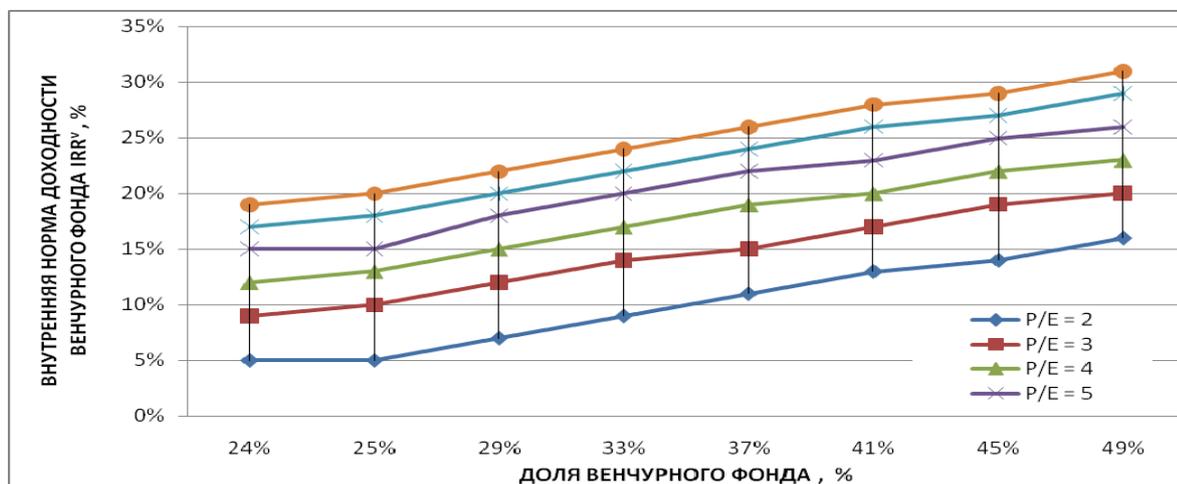


Рис. 1. Зависимость внутренней нормы доходности венчурного фонда  $IRR^v$  от доли фонда

Таким образом, срок исполнения составного (внешнего) опциона колл  $T_1$  составит 1 год, срок исполнения внутреннего опциона  $T_2 - 9$  лет.

Поскольку мы рассчитываем стоимость составного опциона колл для венчурного фонда в момент оценки вложений, т. е. в момент принятия решения об осуществлении инвестирования в проект, то  $t$  представляет собой исходный нулевой момент времени:  $t=0$ .

$$\tau_1 = T_1 - t = 1 \text{ год}, \quad \tau_2 = T_2 - T_1 = 9 - 1 = 8 \text{ лет}, \quad \tau = T_2 - t = \tau_1 + \tau_2 = 9 \text{ лет}.$$

Таким образом,  $\tau_2 = T_2 - T_1$  – это промежуток времени пребывания венчурного фонда в бизнесе проинвестированной компании;  $\tau_1$  – определенный момент времени до осуществления основных инвестиций венчурным фондом в приобретение доли акций.

В случае исполнения составного (внешнего) опциона колл венчурным фондом в момент времени  $T_1$  будут осуществляться инвестиции  $I_1^v$  в размере 197 000 тыс. руб.

Приведенная к нулевому моменту времени величина  $I_{1 \text{ дисконтир.}}^v$  составит 184 112 тыс. руб.

При продаже акций в момент времени  $T_2$  венчурный фонд теряет прибыль текущего периода, пропорциональную своей доле в уставном капитале проинвестированной компании. Эта величина трактуется как его неявные издержки и цена исполнения внутреннего опциона колл:

$$I_2^v = NPAT_{total \text{ Exit}} \cdot S,$$

где  $I_2^v$  – цена исполнения внутреннего опциона колл (неявные издержки венчурного фонда);

$NPAT_{total \text{ Exit}}$  – чистая прибыль (общая) в году «выхода» венчурного фонда из бизнеса проинвестированной компании;

$S$  – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании.

К примеру, для доли фонда 49 % при значении ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу  $P/E = 6$  инвестиции венчурного фонда в момент времени  $T_2$  составят:  $I_2^v = NPAT_{total \text{ в 2018 году}} * \text{долю фонда} = 591\,235 \text{ тыс. руб.} * 0,49 = 289\,705 \text{ тыс. руб.}$

Приведенная к нулевому моменту времени величина  $I_{2 \text{ дисконтир.}}^v$  составит 157 580 тыс. руб.

Текущая стоимость базового актива в нашей интерпретации представляет собой текущую стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду ( $V^v$ ).  $V^v$  – это стоимость базового актива внутреннего опциона колл в момент его исполнения, т. е. в 2018 г., приведенная к моменту оценки.

Активы, право на покупку которых фонд приобретает в момент времени  $T_1$ , есть не что иное, как доход венчурного фонда, который он может получить в момент времени  $T_2$  после продажи своих акций, приобретенных в момент  $T_1$ . Считаем целесообразным в качестве значения величины  $V^v$  брать именно доход венчурного инвестора от продажи принадлежащих ему акций, а не прибыль, поскольку затраты на инвестиции уже фигурируют в формуле расчета стоимости составного колл-опциона (см. формулу (2)). В случае если мы возьмем в качестве значения  $V^v$  прибыль, мы дважды «снимем» инвестиции.

Таким образом, величина  $V^v$  является не чем иным, как ликвидационной стоимостью проекта для венчурного фонда  $TER^v$  в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании (в 2018 г.). Это оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций (вычисляется по формуле (1)).

К примеру, для доли фонда 49 % при значении ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу  $P/E = 6$  величина  $V^v$  составит:

$$V^v = 485\,412 \text{ тыс. руб.} * 0,49 * 6 + 47\,570 \text{ тыс. руб.} = 1\,474\,682 \text{ тыс. руб.}$$

Приведенная к нулевому моменту времени величина  $V^v$  будет составлять 802 129 тыс. руб.

Решение об инвестировании оставшейся суммы средств 197 000 тыс. руб. будет принято в случае, если будет соблюдаться правило исполнения составного колл-опциона (внешнего опциона): венчурный фонд исполнит составной колл-опцион, т. е. в момент времени  $T_1$  осуществит инвестиции  $I_1^v$  в покупку части акций инвестируемой компании и тем самым приобретет базовый актив составного колл-опциона – внутренний опцион на получение прибыли

от продажи акций в момент времени  $T_2$ , если для заданного  $\sigma_2$  стоимость базового актива составного колл-опциона (т. е. стоимость внутреннего колл-опциона) будет больше, чем цена исполнения составного колл-опциона  $I_1^v$ .

Иными словами, венчурный фонд исполнит составной колл-опцион и будет инвестировать  $I_1^v$  только в том случае, если значение стоимости акций инвестируемой компании в момент времени  $t = T_1$ ,  $V_{T_1}$ , превысит пороговое значение  $\bar{V}$  (соотношение (3)).

Следует отметить, что поскольку венчурный фонд обычно располагает портфелем проектов, то приостановка инвестиций в момент времени  $T_1$  в данный проект позволит венчурному фонду оптимально распределить свои ограниченные ресурсы среди других проектов.

В нашей интерпретации величина  $V_{T_1}$  представляет собой оценку бизнеса в 2010 г.:

$$V_{T_1} = NPAT_{2010} \cdot P / E .$$

Для того чтобы найти величину стоимости части акций инвестируемой компании в момент времени  $t=T_1$ ,  $V_{T_1}^v$ , необходимо величину  $V_{T_1}$  умножить на долю фонда.

Безрисковая ставка процента  $r$  в наших расчетах составит 7 %. Ее значение взято на уровне средней ставки вложений в альтернативные активы, под которыми подразумеваются депозиты с наибольшим сроком в наиболее крупных и надежных банках России по состоянию на 19.09.2011 (ОАО «Россельхозбанк», ОАО «Сбербанк России», ОАО «Газпромбанк», Группа ВТБ).

В качестве уровня рискованности операций компании в течение промежутка времени  $(0, T_1)$ ,  $\sigma_1$ , было взято значение коэффициента вариации индекса NASDAQ Biotechnology Index (NBI) за период 7 лет (с 14 октября 2004 г. по 14 октября 2011 г.)<sup>1</sup>. Был выбран именно индекс NASDAQ, в частности NASDAQ Biotechnology Index (NBI), поскольку на бирже NASDAQ котируются акции инновационных компаний, а рассматриваемая нами компания относится к компаниям инновационного типа и занимается выпуском изделий фармацевтической промышленности.

Среднее квадратическое отклонение индекса NBI составляет 15,44 %. Коэффициент вариации индекса NBI равен 12,78 %. Таким образом,  $\sigma_1 = 12,78 \%$ .

Анализируемый нами инновационный проект находится на стадии уверенного развития. Мы считаем, есть все основания предполагать, что волатильность стоимости базового актива с течением времени будет снижаться, т. е. уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени  $(T_1, T_2)$ ,  $\sigma_2$  будет меньше, чем  $\sigma_1$ .

Результаты расчетов стоимости составного опциона колл для различных долей фонда в уставном капитале инвестируемой компании при разных значениях показателя  $P/E$  представлены на рис. 2.

Рассчитаем внутреннюю норму доходности венчурного фонда  $IRR^v$  и чистый приведенный доход венчурного фонда  $NPV^v$ , учитывая стоимость составного опциона колл в качестве дополнительного денежного потока венчурного фонда, который появляется в момент времени  $T_2$  (в 2018 г.), т. е. в момент «выхода» венчурного фонда из бизнеса.

Сравним результаты расчетов  $NPV^v$  и  $IRR^v$  традиционным методом NPV и с учетом стоимости составного опциона колл (рис. 3–4).

<sup>1</sup> NASDAQ Biotechnology Index. URL: [http://www.nasdaq.com/dynamic/nasdaqbiotech\\_activity.stm](http://www.nasdaq.com/dynamic/nasdaqbiotech_activity.stm) (дата обращения 14.10.2011).

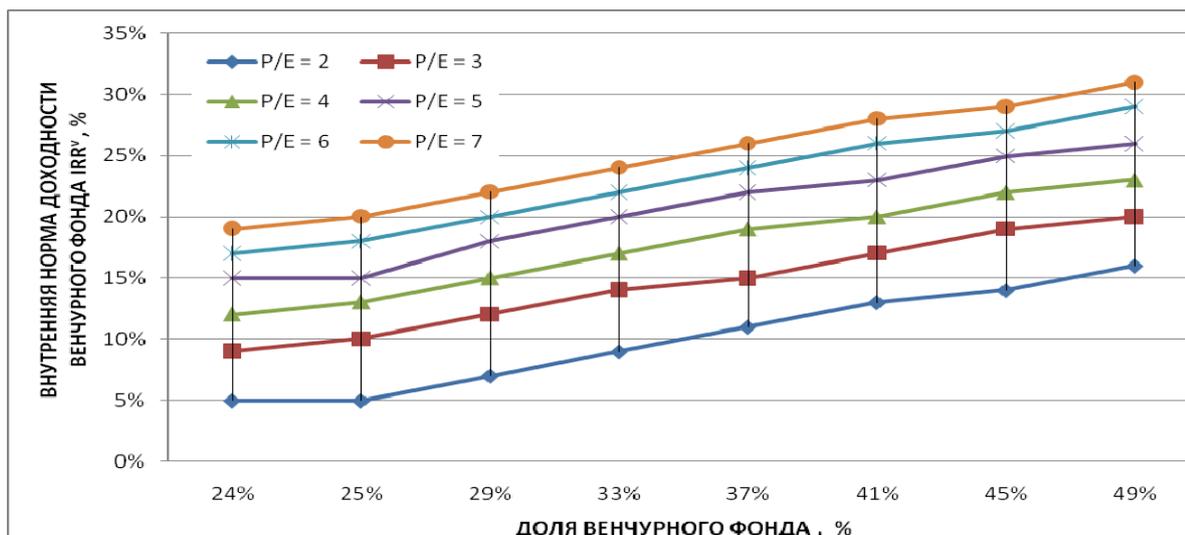


Рис. 2. Стоимость составного опциона колл для разных долей венчурного фонда в уставном капитале при разных значениях  $P/E$ , тыс. руб.

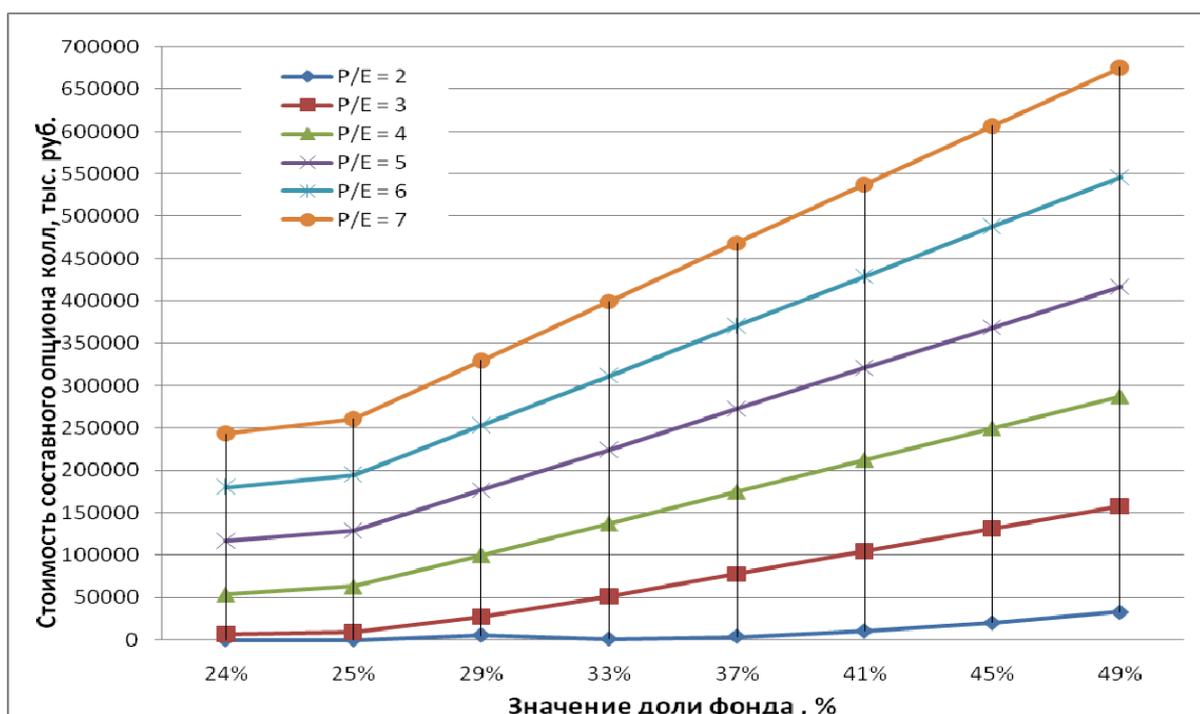


Рис. 3. Зависимость внутренней нормы доходности венчурного фонда  $IRR^v$  от доли фонда (стандартный расчет)

Рисунки демонстрируют, что показатели эффективности венчурного фонда  $IRR^v$  и  $NPV^v$  при расчете с учетом стоимости составного опциона колл улучшаются: значение внутренней нормы доходности венчурного фонда и чистого приведенного дохода венчурного фонда повышаются. При расчете с учетом стоимости составного опциона колл  $IRR^v$  становится равной или начинает превышать нижнюю границу приемлемой для фонда внутренней нормы доходности 20 % при более низких долях фонда в уставном капитале компании.

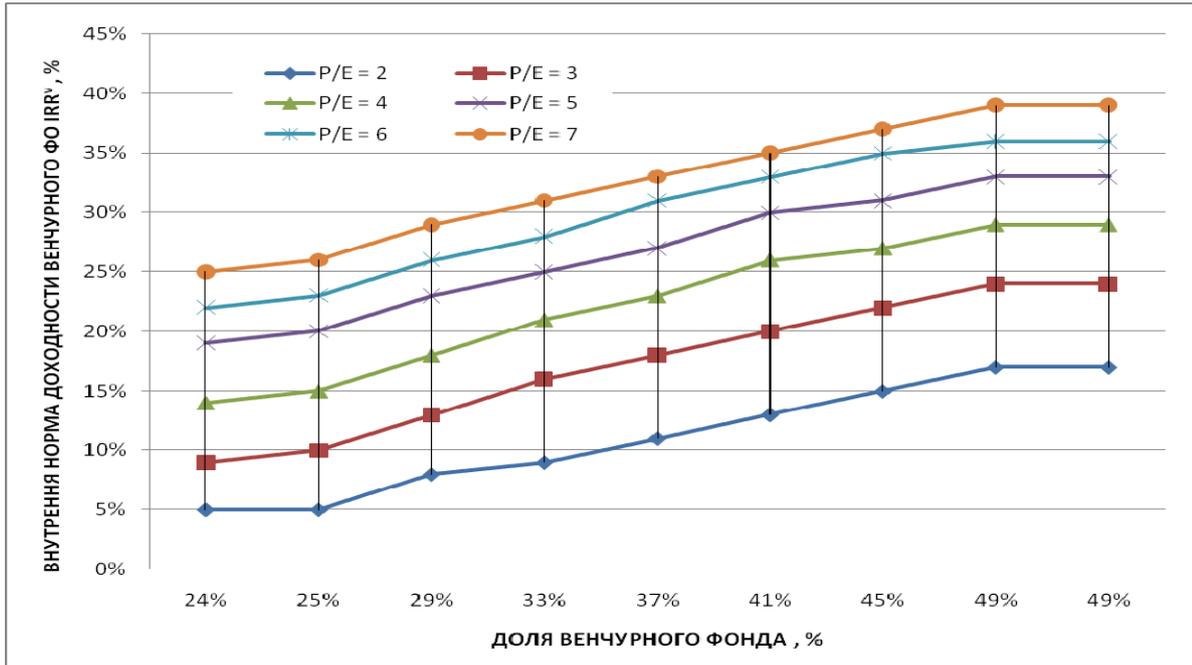


Рис. 4. Зависимость внутренней нормы доходности венчурного фонда  $IRR^v$  от доли фонда (расчет с учетом стоимости составного опциона колл)

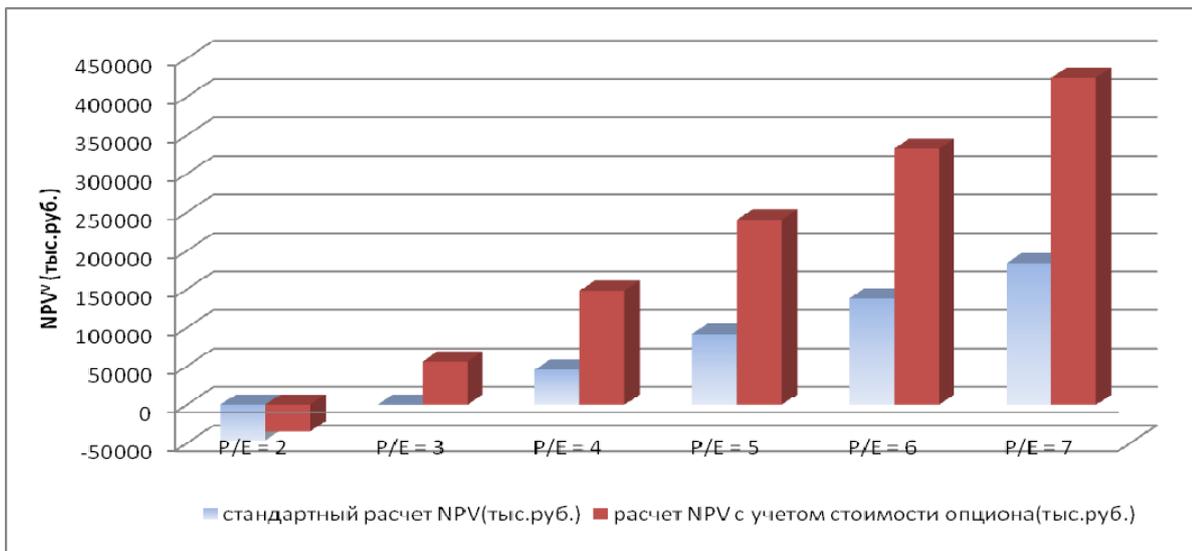


Рис. 5.  $NPV^v$  венчурного фонда для доли 49 % при разных значениях  $P/E$  и ставке дисконтирования 20 %

Представим на одном графике  $NPV^v$  венчурного фонда, полученное на основе стандартного расчета, и  $NPV^v$ , полученное в результате расчета с учетом стоимости составного опциона колл, для доли фонда 49 % при разных ставках дисконтирования 20, 30 и 35 % и при разных значениях  $P/E$  (см. рис. 5–7).

Представим на одном графике  $IRR^v$ , посчитанное стандартным методом, и  $IRR^v$ , полученное в результате расчета с учетом стоимости составного опциона колл, для «крайних» значений долей фонда 24 и 49 % для одного значения показателя  $P/E$  (рис. 8, 9).

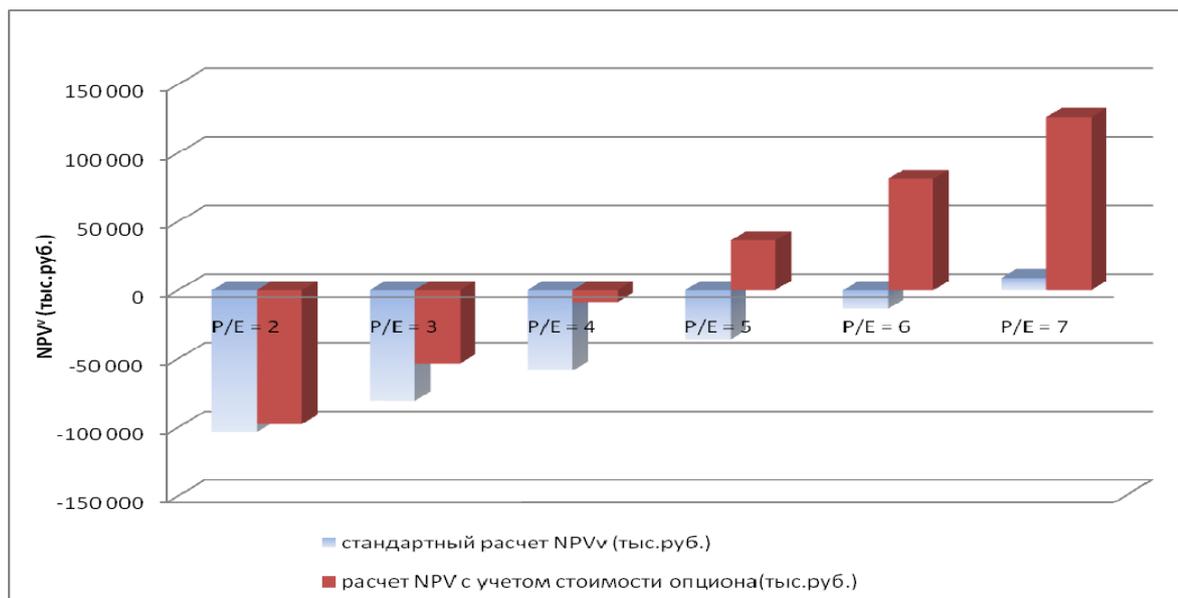


Рис. 6.  $NPV^*$  венчурного фонда для доли 49 % при разных значениях  $P/E$  и ставке дисконтирования 30 %

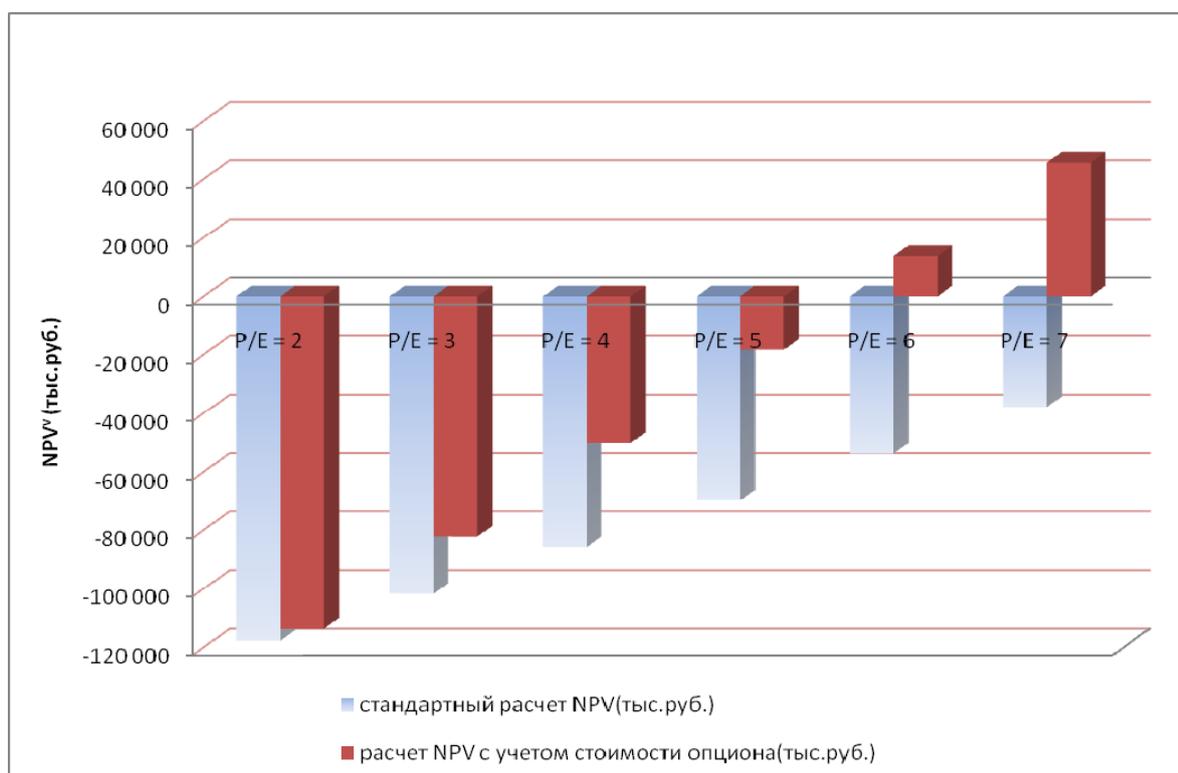


Рис. 7.  $NPV^*$  венчурного фонда для доли 49 % при разных значениях  $P/E$  и ставке дисконтирования 35 %

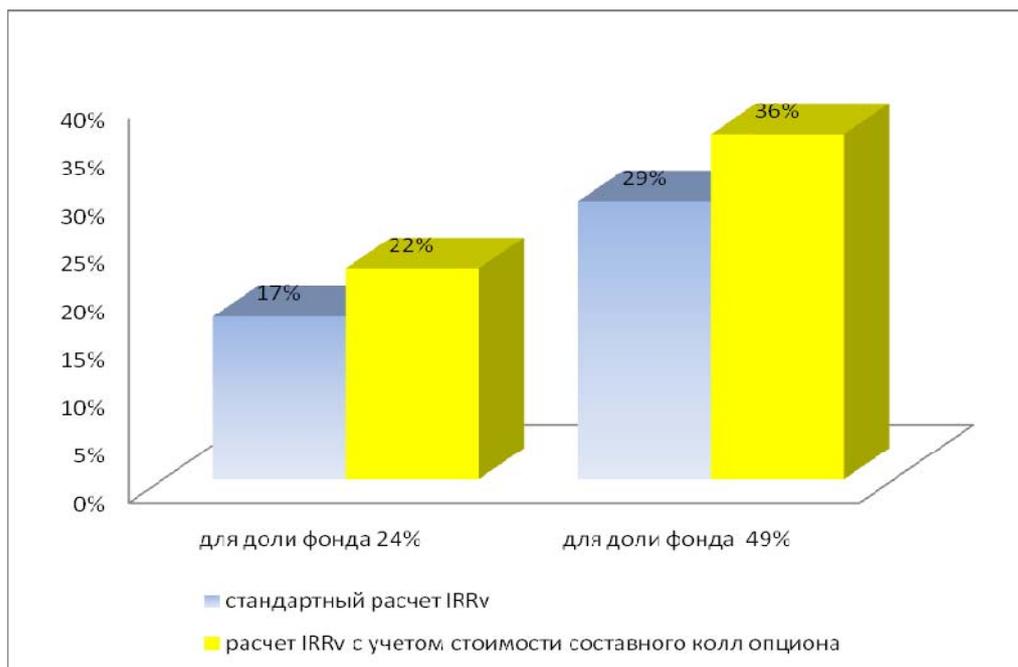


Рис. 8. Стандартный расчет  $IRR^v$  и расчет  $IRR^v$  с учетом опциона при  $P/E=6$  для долей фонда 24 и 49 %

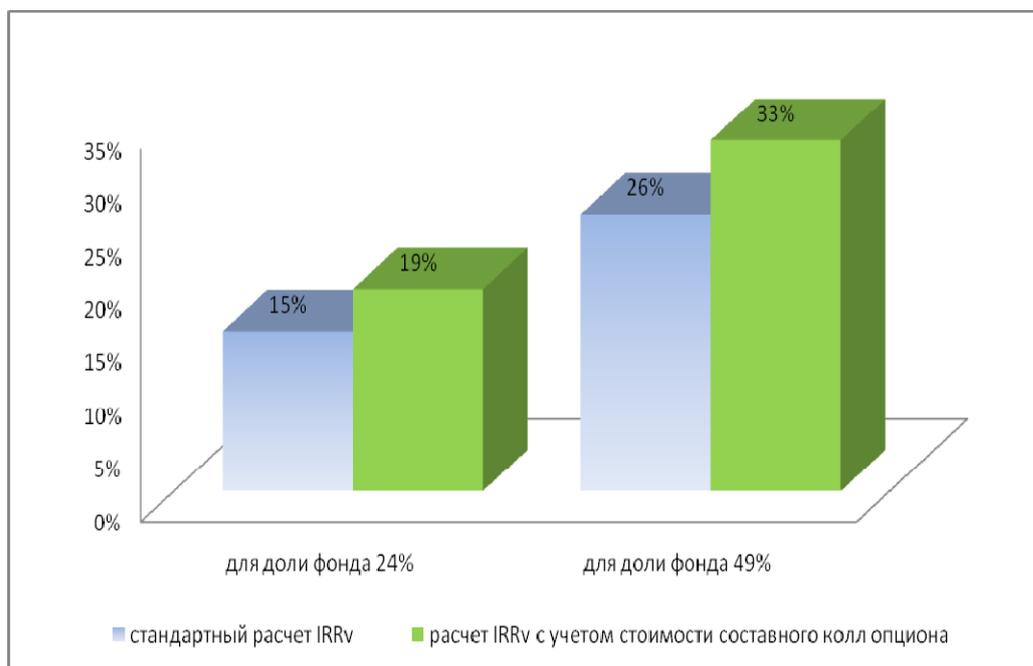


Рис. 9. Стандартный расчет  $IRR^v$  и расчет  $IRR^v$  с учетом опциона при  $P/E=5$  для долей фонда 24 и 49 %

Таким образом, в большинстве случаев, согласно стандартному расчету,  $IRR^v$  венчурного фонда меньше ставки дисконтирования, чистый приведенный доход венчурного фонда  $NPV^v$  отрицателен. В соответствии со стандартным методом NPV проект не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут. Если в стоимости проекта для

венчурного фонда мы учтем стоимость составного опциона колл, проект во многих случаях будет иметь положительную стоимость и получит финансирование.

### Выводы

1. Показатели эффективности проекта для венчурного фонда  $IRR^v$  и  $NPV^v$  при расчете с учетом стоимости составного опциона колл улучшаются.

2. В большинстве случаев (т. е. при разных значениях доли фонда в уставном капитале и разных  $P/E$ ), согласно стандартному расчету,  $IRR^v$  венчурного фонда меньше так называемых «венчурных» ставок дисконтирования (20, 30, 35 %), чистый приведенный доход венчурного фонда  $NPV^v$  отрицателен. В этих случаях в соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков проект не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут.

3. Если в стоимости проекта для венчурного фонда будет учтена стоимость составного опциона колл, проект во многих вариантах расчетов будет иметь положительный чистый приведенный доход венчурного фонда  $NPV^v$  и получит финансирование. Стоимость составного опциона колл увеличивает ценность проекта за счет учета фактора его поэтапной реализации и возможности прекратить финансирование в момент времени  $T_1$ , т. е. за счет учета возможности большей гибкости при принятии управленческих решений.

4. Показана эффективность применения метода реальных опционов применительно к оценке инвестиционных и, в том числе, инновационных проектов венчурным инвестором. В целом, использование метода реальных опционов расширяет инструментарий венчурного инвестора, используемый им для обоснования решений по инвестированию проектов.

### Список литературы

1. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // Journal of Political Economy. 1973. № 81 (3). P. 637–659.
2. Geske R. The valuation of compound options // Journal of Financial Economics. 1979. № 7 (1). P. 63–81.
3. Barone-Adesi G., Whaley R. E. Efficient Analytic Approximation of American Option Values // Journal of Financ. 1987. Vol. 42. P. 301–320.
4. Botteron P., Casanova J.-F. Start-ups Defined as Portfolios of Embedded Options // FAME – International Center for Financial Asset Management and Engineering. 2003. Research Paper № 85. P. 1–14.
5. Hsu Y.-W. Staging of Venture Capital Investment: A Real Options Analysis. University of Cambridge // JIMS. 2002. May. P. 1–47.
6. Gong P., He Z.-W., Meng J.-L. Time-dependent Volatility Multi-stage Compound Real Option Model and Application // Journal of Industrial Engineering and Engineering Management. 2006. Feb. P. 1–14.
7. Huixia Z., Tao Y. Venture Capital Decision Model based on Real Option and Investor Behavior. Economics and Management School. Wuhan University, China, 2007. P. 221–225.
8. Seppa T. J., Laamanen T. Valuation of venture capital investments: empirical evidence // R & D Management. 2001. Vol. 31 (2). P. 215–230.
9. Li Y. Duration analysis of venture capital staging: A real options perspective // Journal of Business Venturing. 2008. № 23. P. 497–512.
10. Tong W. T., Li Y. Real Options and Investment Mode: Evidence from Corporate Venture Capital and Acquisition. URL: <http://ssrn.com/abstract=1529692> (дата обращения 14.01.2015).
11. Li Y., Mahoney J. T. When are venture capital projects initiated? // Journal of Business Venturing. 2011. Vol. 26, iss. 2. P. 239–254.
12. Wadhwa A., Phelps C. An Option to Ally: A Dyadic Analysis of Corporate Venture Capital Relationships. URL: <http://ssrn.com/abstract=1553322> (дата обращения 17.03.2014).

13. *Kulatilaka N., Toschi L.* An integration of the resource based view and real options theory for investments in outside opportunities. URL: <http://ssrn.com/abstract=1541865> (дата обращения 09.03.2014).

14. *Vanhaverbeke W., Van de Vrande V., Chesbrough H.* Understandings the Advantages of Open Innovation Practices in Corporate Venturing in Terms of Real Options // *Creativity and Innovation Management*. 2008. Vol. 17, № 4. P. 251–258.

15. *Лычагин М. В.* Финансовая экономика: Курс лекций для магистрантов: Учеб. пособие для вузов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 344 с.

16. *Lin W. T.* Computing a Multivariate Normal Integral for Valuing Compound Real Options // *Review of Quantitative Finance and Accounting*. 2002. № 18 (2). P. 185–209.

17. *Cossin D., Leleux B., Saliassi E.* Understanding the Economic Value of Legal Covenants in Investment Contracts: A Real-Options Approach to Venture Equity Contracts // *FAME – International Center for Financial Asset Management and Engineering*. 2002. Research Paper № 63. P. 1–42.

18. *Баранов А. О., Музыко Е. И.* Оценка эффективности венчурного финансирования инновационных проектов методом реальных опционов: Моногр. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. 272 с.

*Материал поступил в редколлегию 25.01.2015*

**A. O. Baranov<sup>1</sup>, E. I. Muzyko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Novosibirsk State University  
2 Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation*

<sup>2</sup> *Novosibirsk State Technical University  
20 K. Marks Ave., Novosibirsk, 630073, Russian Federation*

*baranov@ieie.nsc.ru, mei927@mail.ru*

### **THE CONCEPT OF REAL OPTIONS AS AN INNOVATIVE METHOD OF ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF INVESTMENT PROJECTS IN INDUSTRY**

The paper deals with problems of application of the concept of real options as the new innovative method of assessing the economic effectiveness of investment projects in industry sector. Critical review of works of foreign and Russian researchers is given. The author's approach to assessing the effectiveness of innovative projects in the industry sector with the introduction of the real options method is proposed and tested. The author's step-by-step algorithm of evaluation is described. Proposed methodology is tested on real innovative project, implemented in the Russian Federation and financed by the venture capital fund. The paper demonstrates that the value of the compound call option increases the overall value of the project due to the factor of staged investment and a possibility to stop financing, that is, due to a higher flexibility in making managerial decisions. The efficiency of using the real options method when applied to the evaluation of the effectiveness of innovative projects by a venture capital investor is shown. In general, the use of the real options method extends the tools used by the venture capital investor in making decisions on project investments.

*Keywords:* investment, investment project, innovative project, venture capital investment, concept of real options.

#### **References**

1. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 1973, № 81 (3), p. 637–659.

2. Geske R. The valuation of compound options. *Journal of Financial Economics*, 1979, № 7 (1), p. 63–81.

3. Barone-Adesi G., Whaley R. E. Efficient Analytic Approximation of American Option Values. *Journal of Finance*, 1987, vol. 42, p. 301–320.
4. Botteron P., Casanova J.-F. Start-ups Defined as Portfolios of Embedded Options. FAME – *International Center for Financial Asset Management and Engineering*, 2003, Research Paper № 85, p. 1–14.
5. Hsu Y.-W. Staging of Venture Capital Investment: A Real Options Analysis. University of Cambridge, JIMS, 2002, May, p. 1–47.
6. Gong P., He Z.-W., Meng J.-L. Time-dependent Volatility Multi-stage Compound Real Option Model and Application. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2006, February, p. 1–14.
7. Huixia Z., Tao Y. Venture Capital Decision Model based on Real Option and Investor Behavior. Economics and Management School. Wuhan University, China, 2007, p. 221–225.
8. Seppa T. J., Laamanen T. Valuation of venture capital investments: empirical evidence. *R&D Management*, 2001, vol. 31, p. 215–230.
9. Li Y. Duration analysis of venture capital staging: A real options perspective. *Journal of Business Venturing*, 2008, № 23, p. 497–512.
10. Tong W. T., Li Y. Real Options and Investment Mode: Evidence from Corporate Venture Capital and Acquisition. URL: <http://ssrn.com/abstract=1529692> (дата обращения: 14.01.2015).
11. Li Y., Mahoney J. T. When are venture capital projects initiated? *Journal of Business Venturing*, 2011, vol. 26, iss. 2, p. 1–42.
12. Wadhwa A., Phelps C. An Option to Ally: A Dyadic Analysis of Corporate Venture Capital Relationships. URL: <http://ssrn.com/abstract=1553322>
13. Kulatilaka N., Toshi L. An integration of the resource based view and real options theory for investments in outside opportunities. URL: <http://ssrn.com/abstract=1541865>
14. Vanhaverbeke W., Van de Vrande V., Chesbrough H. Understandings the Advantages of Open Innovation Practices in Corporate Venturing in Terms of Real Options. *Creativity and Innovation Management*, 2008, vol. 17, № 4, p. 251–258.
15. Lychagin M. V. Finansovaja jekonomika: Kurs lekcij dlja magistrantov: uchebnoe posobie dlja vuzov. [Financial economics: a Course of lectures for Master students]. Novosibirsk, Izdatel'stvo SO RAN, 2005, 344 p.
16. Lin W. T. Computing a Multivariate Normal Integral for Valuing Compound Real Options. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2002, № 18 (2), p. 185–209.
17. Cossin D., Leleux B., Saliassi E. Understanding the Economic Value of Legal Covenants in Investment Contracts: A Real-Options Approach to Venture Equity Contracts. FAME – *International Center for Financial Asset Management and Engineering*, 2002, Research Paper № 63, p. 1–42.
18. Baranov A. O., Muzyko E. I. *Ocenka jeffektivnosti venchurnogo finansirovanija innovacionnyh proektov metodom real'nyh opcionov: monografija* [The evaluation of the effectiveness of venture capital financing of innovative projects by real options' method]. Novosibirsk, 2013, 272 p.