

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ*

Е.И. Музыко, М.П. Маслов
Новосибирский государственный
технический университет

mei927@mail.ru
feraj@mail.ru

Для инновационных проектов характерно отсутствие прибыльности на первых этапах их реализации и большой риск, связанный с высокой неопределенностью оценки генерируемых ими прогнозируемых денежных потоков. В такой ситуации использование стандартных методов анализа экономической эффективности не позволяет получить адекватную оценку целесообразности осуществления инвестиций. В статье описаны новые, современные методы оценки, призванные решить данную проблему. Это метод реальных опционов и метод нечетких множеств. Выявлены их преимущества по сравнению с традиционными подходами. Проведен критический анализ работ зарубежных и российских авторов. Выявлено, что подход на основе реальных опционов достаточно широко используется в зарубежных публикациях, но почти отсутствует в российских, в то время как метод нечетких множеств весьма активно применяется как за рубежом, так и в России. В то же время как в зарубежных, так и в российских публикациях применение сочетания указанных методов весьма ограничено. Несмотря на то что метод реальных опционов дает по сравнению с традиционными подходами более точные результаты для оценки проектов, осуществляемых в условиях высокого риска, он может быть дополнен использованием метода нечетких множеств. Это позволит повысить точность оценки инновационного проекта венчурным инвестором, а также расширит применяемый им инструментарий.

Ключевые слова: инновационный проект, венчурное финансирование, инвестиции, инновации, неопределенность, реальный опцион, финансовый опцион, нечеткие множества, прогнозирование денежных потоков.

DOI: 10.17212/2075-0862-2015-4.1-112-118

Для инновационных проектов характерны отсутствие прибыльности на первых этапах их реализации и большой риск, связанный с высокой *неопределенностью* оценки генерируемых ими прогнозируемых денежных потоков. Использование новых, инновационных методов оценки, активно используемых в мировой практике, но пока не нашедших в России широкого применения, позволит, по нашему мнению, совершенствовать подход к оценке

эффективности инновационных проектов. К числу таких методов можно отнести *метод реальных опционов и аппарат нечетких множеств*.

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 ин-

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

новационного проекта посредством создания опционов, базовым активом по которым выступают доходы, генерируемые инновационным проектом, менеджмент которого обладает управленческой гибкостью при принятии решений о дальнейшей его реализации [3].

Важнейший источник финансирования инновационных проектов – это капитал венчурных фондов. Для инвестиций, которые осуществляют венчурные фонды, характерны *высокие неопределенность и риск*, а также поэтапная природа инвестиций. В связи с этим традиционный метод дисконтированных денежных потоков (метод NPV), по нашему мнению, должен быть дополнен иными подходами, способными учесть гибкость в принятии решений, в частности, посредством оценки эффективности проекта с использованием *метода реальных опционов*.

Критический обзор зарубежных и российских исследований, в которых метод реальных опционов применяется для целей оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов.

В России исследования, содержащие применение метода реальных опционов в венчурном инвестировании инновационных проектов, до настоящего времени широкого развития не получили. Кратко остановимся на зарубежных исследованиях, касающихся оценки стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном инвестировании в инновационные проекты.

При наличии за рубежом значительного числа публикаций, посвященных отдельно венчурному финансированию и отдельно – реальным опционам, исследования, посвященные проблематике приложения теории реальных опционов к анали-

зу венчурного бизнеса, немногочисленны. Это такие работы, как [6, 8, 10].

Боттерон и Казанова в статье [6] 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*.

Модель оценки стоимости реального опциона для случая инвестиций в венчурный капитал должна отражать не только высокий риск, высокую доходность и поэтапную природу венчурных инвестиций, но и тот факт, что венчурные инвестиции имеют различные характеристики соотношения «риск–доходность» на разных стадиях, т. е. волатильность цены базового актива изменяется с течением времени. 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 Блэком и Шоулзом (1973) [5] для оценки стоимости европейского колл-опциона, а также формула Геске (1979) [7], полученная для оценки двухстадийного составного европейского колл-опциона, применимы только в случае постоянной волатильности стоимости базового актива. Hsu в работе [10] получил модификацию этих формул для оценки опционов с волатильностью, зависящей от времени. По нашему мнению, именно модифицированная формула Геске в полной мере учитывает особенности венчурного инвестирования и может быть использована для оценки стоимости реальных опцио-

нов, возникающих при венчурном финансировании инновационных проектов.

Проведем *критический анализ* описанных выше работ. В статье [6] 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.

Во всех рассмотренных статьях анализ проводится с позиции венчурного проекта в целом. Финансовые потоки венчурного капиталиста и финансовые потоки собственно проекта не разделяются. По нашему мнению, их необходимо разделять, поскольку венчурный фонд имеет свои потоки, отличные от общих финансовых потоков всего анализируемого проекта. Перечислим финансовые потоки собственно проекта: приток денежных средств (чистая прибыль, амортизация, поступления от продажи акций, долгосрочный кредит, кредит акционеров), отток денежных средств (прирост материального оборотного капитала, инвестиции в основной капитал и нематериальные активы, погашение долгосрочного кредита, погашение кредита акционеров, выплата дивидендов, выплата налогов). Финансовые потоки венчурного фонда складываются из притока и оттока денежных средств. Приток денежных средств: дивиденды, которые выплачивает проинвестированная компания венчурному фонду (выплачивается из чистой прибыли этой компании); проценты, которые выплачивает венчурному фонду проинвестированная компания в году t по предоставленному им кредиту; возврат кредита, предоставленного венчурным фондом; 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. Отток денежных средств: прямые инвестиции, предоставляемые венчурным фондом проинвестированной компании в период t , и выплата кредита, который венчурный фонд предоставляет проинвестированной компании в году t .

Основные направления использования нечетко-множественных методов в анализе венчурного финансирования инновационных проектов за рубежом и в России.

В настоящее время в России отмечается активная научная деятельность по разработке методических и методологических вопросов применения нечетко-множественных методов в анализе эффективности инвестиционных проектов. Это подтверждается большим количеством диссертаций, защищенных российскими экономистами по этой тематике.

Подавляющее большинство этих исследований базируется на результатах докторской диссертации А.О. Недосекина (см. [4]), разработавшего основополагающие подходы к нечетко-множественному анализу финансовых процессов. Усилия автора работы [1] направлены на применение нейронных сетей и нечеткой кластеризации к анализу финансовой устойчивости. В работе [3] предлагаются нечетко-множественные методы анализа многокритериальности венчурного финансирования инвестиционных проектов.

Рассмотрим зарубежные публикации по исследуемой проблематике. В них весьма распространенным является использование в том или ином виде метода анализа иерархий (АИР, analytic hierarchy process)

критериев привлекательности проекта, подразумевающий выделение наиболее существенных для анализа критериев первого уровня, включающих в себя критерии более низких уровней. Это такие работы, как [12–15].

К примеру, в работе [13] используются нечеткий сравнительный метод оценки и метод анализа иерархий (АНР-method) для анализа новых венчурных предприятий. Учитываемые факторы разделены на следующие группы: влияние государства, финансовые институты, развитость финансовой и иной посреднической инфраструктуры, предприятие, другие факторы. Значимость каждого фактора в этих группах (второй уровень иерархии факторов) определяется экспертным методом, а затем по результатам ответов рассчитывается вес каждого фактора как составляющие характеристического вектора w «матрицы суждений» A , состоящей из элементов $a_{ij} = w_i / w_j$, показывающих важность фактора i по отношению к фактору j . Вектор w находится для максимального характеристического числа матрицы суждений A , он содержит в себе значения весов для каждого фактора данной группы. Результатом использования данного подхода является оценка значимости и эффективности влияния институтов и организаций, представляющих ту или иную группу факторов (государство, финансовые институты и т. д.).

В работе [14] также используется метод оценки стоимости нечетких реальных опционов с помощью анализа иерархий факторов, основанный на модели составных опционов Геске. Авторы предлагают двухуровневую иерархию критериев, влияющих на стоимость нечеткого реального опциона (FROV – fuzzy real option value). Оценка значений этих критериев осуществляется экспертным методом с формирова-

нием трапецеидальных нечетких значений критериев. Инвестиционный проект разбивается на три фазы – открытие, тестирование и выведение на рынок, которые иницируется соответственно первоначальными инвестициями, первым опционом и вторым опционом. Модель предполагает нахождение веса каждой доступной инвестиционной альтернативы, что позволит ранжировать их по привлекательности.

Также можно выделить работу [9], использующую биномиальный подход. В ней на основе анализа предыдущих публикаций, использующих метод реальных опционов, предлагается нечеткий биномиальный подход для оценки проектов на основе метода реальных опционов, результатом которого является расчет средней величины (математического ожидания) нечеткого NPV. При этом автор использует понятие расширенного (стратегического) NPV, представляющего собой сумму значения статического (традиционного) NPV и стоимости опциона, возникающего благодаря активному менеджменту.

По мнению авторов, несмотря на то что метод реальных опционов для оценки проектов, осуществляемых в высокорисковых условиях, дает более точные результаты по сравнению с традиционными показателями, такими как чистая приведенная стоимость (NPV), он тоже может оказаться недостаточным в условиях комплексной неопределенности, связанной с проектом. Если некоторые рыночные риски не учитываются, то оценка параметров моделей определения стоимости реальных опционов может быть неточной. Внутренние (нерыночные) риски проектов обычно выражаются лишь качественно и описательно. Суждения экспертов зачастую увязываются с состоянием большого количества раз-

личных критериев. Наконец, мнения лиц, принимающих решения, могут значительно различаться. Для разрешения этих проблем возможно дополнительно использовать метод нечетких множеств.

Литература

1. Акишина В.П. Инновационное реформирование национальной экономики в контексте современных финансово-экономических трансформаций и глобальной турбулентности: теория, методология, практика: дис. ... д-ра экон. наук. – Ставрополь, 2011.
2. Гареев Т.Ф. Формирование комплексной оценки инноваций на основе нечетко-интервальных описаний: дис. ... канд. экон. наук. – Казань, 2009.
3. Музыко Е.И. Анализ развития подходов к трактовке экономической сущности категории «реальный опцион» // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. – № 36 (243). – С. 12–17.
4. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дис. ... д-ра экон. наук. – СПб., 2003. – 280 с.
5. Black F., Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities // Journal of Political Economy. – 1973. – N 81 (3). – P. 637–659.
6. Botteron P., Casanova J.-F. Start-ups defined as portfolios of embedded options // FAME – International Center for Financial Asset Management and Engineering. Research Paper. – 2003. – N 85. – P. 1–14.
7. Geske R. The valuation of compound options // Journal of Financial Economics. – 1979. – N 7, iss. 1. – P. 63–81. – doi: 10.1016/0304-405X(79)90022-9.
8. 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.
9. Ho S., Liao S. A fuzzy real option approach for investment project valuation // Expert systems with applications. – 2011. – Vol. 38, N 12. – P. 15296–15302.
10. Hsu Y.-W. Staging of venture capital investment: a real options analysis // Small Business Economics. – 2010. – Vol. 35, iss. 3. – P. 265–281. – doi: 10.1007/s11187-008-9158-2.
11. Huchzermeier A., Loch C.H. Project management under risk: using the real options approach to evaluate flexibility in R&D // Management Science. – 2001. – Vol. 47, iss. 1. – P. 85–101. – doi: 10.1287/mnsc.47.1.85.10661.
12. Rezaei J., Ortt R., Scholten V. An improved fuzzy preference programming to evaluate entrepreneurship orientation // Applied Soft Computing. – 2013. – Vol. 13, iss. 5. – P. 2749–2758. – doi: 10.1016/j.asoc.2012.11.012.
13. Shijan F., Yinyan C. AHP-Fuzzy comprehensive evaluation model of venture investment and financing system: based on the case of incubation base in anhui // Canadian Social Science. – 2015. – Vol. 11, N 1. – P. 148–153.
14. Tolga A., Kabraman C. Fuzzy multiattribute evaluation of R&D projects using a real options valuation model // International Journal Of Intelligent Systems. – 2008. – Vol. 23. – P. 1153–1176.
15. Wang B., Wang X., Wang J. Construction and empirical analysis of agricultural science and technology enterprises investment risk evaluation index system // International Conference on Future Computer Supported Education, 22–23 August 2012. – Seoul, 2012. – Vol. 2. – P. 485–491. – doi: 10.1016/j.ieri.2012.06.121.

CONTEMPORARY METHODS OF INNOVATIVE PROJECTS ANALYSIS

E.I. Muzyko, M.P. Maslov

Novosibirsk State Technical University

mei927@mail.ru

feraj@mail.ru

It is typical for innovative projects to be not profitable during the first stages of their implementation, as well as to carry high levels of risk because of high uncertainty degree in forecasted cash flows. In that situation standard methods of economic efficiency analysis do not allow to obtain proper evaluation of whether it is reasonable to make investments. The paper describes contemporary methods of such evaluation able to solve this problem. These are the real options method and the fuzzy-sets method. A critical analysis of foreign and Russian works is conducted. It is revealed that real options approach is quite widely used in foreign articles but is almost absent in the Russian ones, whereas a fuzzy-sets method is actively applied both abroad and in Russia. At the same time combined utilization of both methods is quite rare. Despite more accurate results in highly risky projects evaluations brought by the real options method comparing traditional approaches, it is also could be complemented with the fuzzy sets methods. It could allow to improve accuracy of innovative project evaluation made by a venture investor and to enhance the toolset available for him.

Keywords: innovative project, venture financing, investments, innovations, uncertainty, real option, financial option, fuzzy-sets, cash flow prediction.

DOI: 10.17212/2075-0862-2015-4.1-112-118

References

1. Akinina V.P. *Innovatsionnoe reformirovanie natsional'noi ekonomiki v kontekste sovremennykh finansovo-ekonomicheskikh transformatsii i global'noi turbulentnosti: teoriya, metodologiya, praktika*. Diss. dokt. ekon. nauk [Innovative reformation of national economy in the context of contemporary financial and economic transformations of global turbulence: theory, methodology, practice. Dr. econ. sci. diss.]. Stavropol', 2011.
2. Gareev T.F. *Formirovanie kompleksnoi otsenki innovatsii na osnove nechetko-interval'nykh opisaniy*. Diss. kand. ekon. nauk [Innovations complex evaluation development based on fuzzy interval descriptions. PhD econ. sci. diss.]. Kazan', 2009.
3. Muzyko E.I. Analiz razvitiya podkhodov k traktovke ekonomicheskoi sushchnosti kategorii "real'nyi optson" [Analysis of approaches evolution to interpretation of "real option" concept economic essence. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika – Economic analysis: theory and practice*, 2011, no. 36, pp. 12–17.
4. Nedosekin A.O. *Metodologicheskie osnovy modelirovaniya finansovoi deyatel'nosti s ispol'zovaniem nechetko-mnozhestvennykh opisaniy*. Diss. dokt. ekon. nauk [Methodology basis for financial activity modelling using fuzzy sets descriptions. Dr. econ. sci. diss.]. St. Petersburg, 2003. 280 p.
5. Black F., Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 1973, no. 81 (3), pp. 637–659.
6. Botteron P., Casanova J.-F. Start-ups defined as portfolios of embedded options. *FAME – International Center for Financial Asset Management and Engineering. Research Paper*, 2003, no. 85, pp. 1–14.
7. Geske R. The valuation of compound options. *Journal of Financial Economics*, 1979, vol. 7, iss. 1, pp. 63–81. doi: 10.1016/0304-405X(79)90022-9
8. 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, pp. 1–14.

9. Ho S., Liao S. A fuzzy real option approach for investment project valuation. *Expert systems with applications*, 2011, vol. 38, no. 12, pp. 15296–15302.
10. Hsu Y.-W. Staging of venture capital investment: a real options analysis. *Small Business Economics*, 2010, vol. 35, iss. 3, pp. 265–281. doi: 10.1007/s11187-008-9158-2
11. Huchzermeier A., Loch C.H. Project management under risk: using the real options approach to evaluate flexibility in R&D. *Management Science*, 2001, vol. 47, iss. 1, pp. 85–101. doi: 10.1287/mnsc.47.1.85.10661
12. Rezaei J., Ortt R., Scholten V. An improved fuzzy preference programming to evaluate entrepreneurship orientation. *Applied Soft Computing*, 2013, vol. 13, iss. 5, pp. 2749–2758. doi: 10.1016/j.asoc.2012.11.012
13. Shijan F., Yinyan C. AHP-Fuzzy comprehensive evaluation model of venture investment and financing system: based on the case of incubation base in anhui. *Canadian Social Science*, 2015, vol. 11, no. 1, pp. 148–153.
14. Tolga A., Kahraman C. Fuzzy multiattribute evaluation of R&D projects using a real options valuation model. *International Journal of Intelligent Systems*, 2008, vol. 23, pp. 1153–1176.
15. Wang B., Wang X., Wang J. Construction and empirical analysis of agricultural science and technology enterprises investment risk evaluation index system. *International Conference on Future Computer Supported Education*, Seoul, 22–23 August 2012, vol. 2, pp. 485–491. doi: 10.1016/j.ieri.2012.06.121