

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

А.О. Баранов, Е.И. Музыка

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ
ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

В двух частях

Часть I

Новосибирск
2022

УДК 338.94
ББК 65.9(2Р)30-2
Б 241

Монография подготовлена следующими авторами:

д.э.н. А.О. Баранов (Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН; Новосибирский государственный университет): гл. 1: п. 1.1, п. 1.4; гл. 3; гл. 4; гл. 5;

д.э.н. Е.И. Музыко (Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН; Новосибирский государственный технический университет; Новосибирский государственный университет): введение; гл. 1; гл. 2; гл. 3; гл. 4; гл. 5; заключение; приложение (часть 2).

Рецензенты: д.э.н. В.И. Клиторин, д.э.н. Т.О. Тагаева, к.э.н. М.П. Маслов

Б 241 **Баранов А.О., Музыко Е.И.** Теория и практика венчурного финансирования инновационных проектов: монография. В двух частях. Часть I. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2022. – 272 с.

ISBN 978-5-89665-365-3

DOI: 10.36264/978-5-89665-365-3-2022-003-272

В монографии предложена оригинальная модификация классической концепции реальных опционов в нечетко-множественной постановке в направлении ее приложения к венчурному финансированию инновационных проектов. Разработана финансово-экономическая интерпретация экзотического составного опциона колл в нечетко-множественной постановке на основе финансовых потоков венчурного фонда в нечетком виде с учетом особенностей процесса венчурного финансирования инновационного проекта. Предпринята попытка совершенствования методологии оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов с использованием опционного и нечетко-множественного подходов. Выполнена апробация предложенного подхода с использованием инновационных проектов в различных отраслях российской промышленности. Дана финансово-экономическая интерпретация применения нечетких методов к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, содержащих в себе реальные опционы.

Монография предназначена для венчурных инвесторов, сотрудников венчурных фондов, инвестиционных фондов, банков, научных работников, преподавателей ВУЗов, студентов, магистрантов и аспирантов.

Работа выполнена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект 5.6.6.4. (0260-2021-0008) «Методы и модели обоснования стратегии развития экономики России в условиях меняющейся макроэкономической реальности».

ISBN 978-5-89665-365-3

DOI: 10.36264/978-5-89665-365-3-2022-003-272

УДК 338.94

ББК 65.9 (2Р) 30-2

© ИЭОПП СО РАН, 2022 г.

© Баранов А.О., Музыко Е.И., 2022 г.

INSTITUTE OF ECONOMICS AND INDUSTRIAL ENGINEERING
OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

A.O. Baranov, E.I. Muzyko

**THEORY AND PRACTICE OF VENTURE
FINANCING OF INNOVATIVE PROJECTS**

In two parts

Part 1

Novosibirsk
2022

The monograph was prepared by the following authors:

Dr. Econ. Sc. *A.O. Baranov* (Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Novosibirsk State University): ch. 1: p. 1.1, p. 1.4; ch. 3; ch. 4; ch. 5;

Dr. Econ. Sc. *E.I. Muzyko* (Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Novosibirsk State Technical University; Novosibirsk State University): introduction; ch. 1; ch. 2; ch. 3; ch. 4; ch. 5; conclusion; appendix (part 2).

Reviewers:

Dr. Econ. Sc. *V.I. Klistorin*, Dr. Econ. Sc. *T.O. Tagaeva*, Cand. Econ. Sc. *M.P. Maslov*

A.O. Baranov, E.I. Muzyko. Theory and practice of venture financing of innovative projects: monograph. In two parts. Part 1. – Novosibirsk: IEIE of the SB RAS, 2022. – 272 p.

The monograph proposes an original modification of the classical concept of real options in a fuzzy-multiple formulation in the direction of its application to venture financing of innovative projects. A financial and economic interpretation of an exotic compound call option in a fuzzy-multiple formulation based on the financial flows of a venture fund in a fuzzy form has been developed, taking into account the peculiarities of the process of venture financing of the innovative project. An attempt was made to improve the methodology for assessing the effectiveness of venture capital funding of innovative projects using the option and fuzzy-multiple approaches. The proposed approach was tested using innovative projects in various branches of the Russian industry. The financial and economic interpretation of the fuzzy-multiple methods application to evaluation of the effectiveness of the venture financing of innovative projects containing real options was given.

The monograph is intended for venture investors, employees of venture funds, investment funds, banks, researchers, university professors, students, Master students and postgraduates.

The work was carried out as a part of the research plan of the Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, project 5.6.6.4. (0260-2021-0008) "Methods and models for substantiating the strategy for the development of the Russian economy in the context of a changing macroeconomic reality".

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. 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 этих условиях использование традиционных подходов к анализу эффективности проектов не позволяет получить комплексную оценку целесообразности финансирования инвестиций, а также количественно оценить достоверность динамики прогнозируемых показателей. Все это требует развития теоретико-методологических подходов к анализу эффективности финансирования инноваций и определяет высокий уровень фундаментальности проблематики.

С этим важнейшим вопросом тесно связана проблема финансирования инновационных проектов, имеющая важное народно-хозяйственное значение. Решение данной проблемы позволит обеспечить импортозамещение, диверсифицировать экономику России и снизить ее зависимость от конъюнктурных колебаний мирового рынка энергоносителей.

Венчурный капитал является одним из наиболее эффективных источников финансирования инновационного бизнеса. Актуальной задачей становится развитие теоретико-методологических подходов к анализу эффективности венчурного финансирования инновационных проектов. Применение концепции реальных опционов, а также нечетко-множественного анализа является, по нашему мнению, направлениями совершенствования названных подходов. Все вышесказанное обусловило актуальность проведенного исследования.

Степень разработанности темы исследования. В России исследования, содержащие использование концепции реальных опционов применительно к венчурному финансированию инновационных проектов, не получили распространения при наличии публикаций, посвященных применению метода реальных опционов для оценки эффективности инновационных проектов ([Баев, Алябушев, 2010]; [Круковский, 2009]; [Салихов, 2007] и др.). При наличии за рубежом значительного числа публикаций, посвящен-

ных венчурному финансированию и отдельно – реальным опционам, исследования, посвященные проблематике приложения теории реальных опционов к анализу венчурного бизнеса, немногочисленны. Исследования, в которых метод реальных опционов в совокупности с методом нечетких множеств применяется для целей оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, на данный момент не получили распространения как за рубежом, так и в России.

В мировой экономической литературе в имеющихся немногочисленных исследованиях реальные опционы, возникающие при венчурном финансировании инновационных проектов, анализируются с позиции инвестиционного проекта в целом ([Botteron, Casanova, 2003]; [Hsu, 2002]; [Huixia, Tao, 2007]; [Seppa, Laamanen, 2001]; [Li, 2008]; [Li, Mahoney, 2011]; [Vanhaverbeke и др., 2008]).

Применение метода нечетких множеств в рамках методики оценки эффективности инвестиционного проекта с реальными опционами, финансируемого венчурным фондом, выполнено впервые и не описывается в мировой экономической литературе. Имеются работы отдельно по применению метода нечетких множеств при оценке венчурных инвестиций, при оценке эффективности инновационных проектов и при оценке стоимости реальных опционов. Приведем некоторые из них. Использование метода нечетких множеств в оценке венчурных инвестиций описано в следующих работах российских и зарубежных ученых: [Гареев, 2009]; [Трифонов, 2009]; [Zhang, 2012] и др. Применение метода нечетких множеств в инвестиционно-инновационном анализе описано в работах: [Недосекин, 2003]; [Ильин, 2009]; [Кальченко, 2012] и др.

Существуют работы зарубежных авторов, в которых метод нечетких множеств используется при оценке реальных опционов, возникающих в инновационных проектах, но без венчурного финансирования. Это такие работы, как [Carlsson, Fuller, 2003]; [Carlsson и др., 2007]; [Liao, Ho, 2010]; [Tolga, Kahraman, 2008]; [Bednyagin, Gnansounou, 2011]; [Hassanzadeh и др., 2011]; [Magni и др., 2004]; [Arasteh, Aliahmadi, 2014]; [Lee Y., Lee S., 2011]; [Ucal, Kahraman, 2009]; [Ho, Liao, 2011]; [Tao и др., 2007a]; [Tao и др., 2007b]; [Zhang и др., 2006]; [Wang, Hwang, 2007] и пр. Среди работ российских ученых это [Недосекин и др., 2015] и пр.

Однако не во всех вышеперечисленных работах проводится апробация предлагаемых авторами этих работ подходов, не приводятся расчеты с использованием данных реальных инновационных проектов. Есть работы, в которых приводятся примеры расчетов, но не дается развернутая содержательная экономическая интерпретация полученных результатов. Преобладает технико-математический подход. Но и подобные работы, к сожалению, немногочисленны.

Таким образом, полученные в ходе выполнения данного исследования научные результаты характеризуются новизной, как на уровне отечественных работ, так и на мировом уровне.

Целью исследования является развитие методологических подходов к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов на основе концепции реальных опционов и нечетко-множественного анализа.

Для реализации цели исследования были поставлены следующие **задачи**, определившие логику исследования и структуру работы:

1. Провести комплексное исследование динамики венчурной индустрии в России и выявить основные особенности российского рынка венчурного инвестирования.

2. Разработать подход к развитию инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в России на уровне регионов, обладающих высоким уровнем научного потенциала, на основе анализа зарубежного опыта и выявленных проблем развития венчурного бизнеса.

3. Выполнить критический анализ зарубежной и отечественной литературы в сфере применения концепции реальных опционов и теории нечетких множеств для оценки эффективности финансирования инновационных проектов.

4. Представить новую модификацию концепции реальных опционов в нечетко-множественной постановке, адаптированную к условиям венчурного финансирования инновационных проектов.

5. Разработать новый методический подход к оценке эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов с использованием модели Геске-Хсу и включением нечетко-множественного анализа.

6. Предложить финансово-экономическую интерпретацию применения нечетких методов к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, содержащих в себе реальные опционы.

7. Апробировать предлагаемый новый методический подход к оценке венчурного финансирования инновационных проектов, основанный на синтезе опционного и нечетко-множественного анализа, на примере реального российского инновационного проекта в фармацевтической промышленности – проекта по организации производства средств по уходу за полостью рта.

8. Оценить эффективность венчурного финансирования реализуемого в России инновационного проекта в нефтехимической промышленности – проекта организации производства по переработке хлористого метила, полученного из природного газа, в этилен с использованием предлагаемого подхода на основе метода реальных опционов и нечетко-множественного анализа и проинтерпретировать результаты полученных расчетов.

9. Выполнить оценку эффективности венчурного финансирования инновационного проекта с использованием предлагаемой методики на основе метода реальных опционов с включением нечетко-множественного анализа на примере реального российского инновационного проекта в биотопливной индустрии – проекта по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы и дать содержательную финансово-экономическую интерпретацию полученных результатов.

10. Обобщить результаты проведенных аналитических расчетов.

Объектом исследования является венчурное финансирование инновационных проектов.

Предметом исследования выступают теоретические и методологические вопросы применения концепции реальных опционов и нечетко-множественного подхода для оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов.

Теоретическая и методологическая основа исследования.

Теоретической основой исследования послужили:

1. Работы по теории реальных опционов зарубежных исследователей: М. Амрама, Ф. Блэка, М. Брача, Р. Геске, А. Дамодарана, А. Диксита, Н. Кулатилаки, С. Марглина, С. Майерса, Р. Пиндайка, Л. Тригеоргиса, М. Шоулза. Работы по теории реальных

опционов российских исследователей: Г.В. Бобылева, Н. Бруслановой, А.В. Бухвалова, А.А. Гусева, М.А. Лимитовского, М.В. Лычагина, В.И. Сулова.

2. Работы по теории нечетких множеств зарубежных и российских исследователей: К. Ванга, К. Карлссона, С. Кахрамана, С.-Х. Лиао, С.-С. Ли, П. Меджлендера, А. Толги, Р. Фулера, М. Хейккила, С.-Х. Хо, З.И. Абдулаевой, Т.Ф. Гареева, И.В. Ильина, А.О. Кальченко, А.О. Недосекина.

3. Работы по венчурному финансированию зарубежных и российских исследователей: К. Волонте, П. Гантенбайна, А. Кинда, Т. Мбхеле, А. Метрик, А. Ясуда, А.И. Каширина, Е.М. Роговой, А.С. Семенова, Е.А.Ткаченко, Э.А. Фиякселя.

4. Работы по оценке эффективности инвестиционных и инновационных проектов: Р. Брейли, П. Верниммена, А. Дамодарана, С. Майерса, Д. Монтани, П.Л. Виленского, В.Н. Лившица, М.А. Лимитовского, Т.С. Новиковой, С.А. Смоляка, В.И. Сулова, Н.И. Сулова.

Методология исследования основывается на принципах проектного подхода, методах анализа эффективности инвестиционных и инновационных проектов, методе реальных опционов и методе нечетких множеств.

Информационную базу исследования составляют статистические данные Российской ассоциации венчурного инвестирования (РАВИ), а также информация, предоставленная компаниями, реализующими инновационные проекты.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Предложена новая авторская модификация концепции реальных опционов в нечетко-множественной постановке в направлении ее приложения к венчурному финансированию инновационных проектов. Применение нечетко-множественного подхода к оценке стоимости составного опциона колл по модели Геске-Хсу, элементы которой проинтерпретированы с учетом особенностей венчурного финансирования, расширяет аналитические возможности венчурного инвестора при принятии решения о финансировании инновационного проекта. Появляется возможность оценить следующие дополнительные показатели: надежность и устойчивость оценки стоимости составного опциона колл; надежность и устойчивость оценки стоимости акций инвестируемой

компания в момент времени, когда венчурным фондом принимается решение о вложении основной суммы инвестиций; надежность и устойчивость стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании, что *выступает развитием по отношению к существующей классической теории реальных опционов и обогащает результаты аналитического исследования.*

2. Разработана новая содержательная финансово-экономическая интерпретация экзотического составного опциона колл в нечетко-множественной постановке на основе финансовых потоков венчурного фонда в нечетком виде с учетом особенностей процесса венчурного финансирования инновационного проекта, что позволяет повысить адекватность отображения процессов венчурного финансирования и оценки неопределенности в теории и методиках анализа эффективности инновационных проектов.

3. Разработана новая методика оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов с использованием модели Геске-Хсу и нечетко-множественного подхода. Разработанная методика позволяет учесть и количественно оценить управленческую гибкость при принятии решений о дальнейшей реализации инновационного проекта. Это помогает преодолеть недостатки традиционных подходов к оценке эффективности инвестиционных проектов, ограничивающих их применение для целей анализа инновационных проектов, а также позволяет повысить точность оценки стоимости проекта венчурными фондами по сравнению с имеющимися в теории и практике подходами и принимать более обоснованные решения по финансированию проектов. В стандартном инвестиционном анализе эффективности инвестиционных (в том числе инновационных) проектов с помощью имитационных финансовых моделей влияние вариации экзогенных параметров (цены на продукцию инвестируемой компании, цены на сырье и т.д.) проводится с помощью анализа чувствительности проекта к изменению этих переменных. В результате получается «вилка», в рамках которой меняются основные показатели эффективности проекта (чистый приведенный доход (NPV) и внутренняя норма доходно-

сти (*IRR*) при колебании экзогенных параметров. Появляется возможность количественно оценить *устойчивость* различных характеристик эффективности инновационного проекта к изменению экзогенных переменных. Это может быть весьма полезным при определении «узких» мест проекта. Помимо этого, появляется возможность количественно оценить *надежность* получаемых расчетных показателей эффективности проекта. Низкая или высокая надежность полученных показателей эффективности послужит дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта, что позволит венчурному фонду более рационально распределять свои ограниченные ресурсы. Использование нечетко-множественных методов позволяет синтезировать традиционный инвестиционный анализ с нечетко-множественным подходом. Появляется возможность количественно оценить такие дополнительные характеристики, как *надежность* и *устойчивость* основных показателей эффективности инновационного проекта, что является *существенным развитием традиционного инвестиционного анализа* и позволяет расширить инструментарий венчурного инвестора, используемый им для обоснования решений по финансированию проектов. Такие оценки не могут быть выполнены на основе традиционных методов инвестиционного анализа.

4. Предложен оригинальный алгоритм практической реализации разработанной методики оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов с применением теории нечетких множеств. Этот алгоритм впервые апробирован на примере реальных инновационных проектов, реализуемых в России, в различных отраслях промышленности: в фармацевтической промышленности, нефтехимической промышленности и биотопливной индустрии.

5. Дана финансово-экономическая интерпретация применения нечетких методов к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, содержащих в себе реальные опционы. Иными словами, разработана не только методика расчета стоимости реальных опционов в нечетко-множественной постановке, но, что особенно важно с теоретической и практической точки зрения, дана содержательная интерпретация полученных результатов и описаны полученные допол-

нительные характеристики инновационных проектов (надежность и устойчивость), которые позволят инвесторам принимать более обоснованные решения по их финансированию.

Результаты по оценке эффективности инновационных проектов с позиции венчурных фондов с применением метода реальных опционов в нечетко-множественной постановке являются пионерными.

Применение метода нечетких множеств в рамках методики оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием в промышленности на основе метода реальных опционов выполнено впервые и не описывается в мировой экономической литературе. Таким образом, полученные в ходе выполнения данного исследования научные результаты могут быть охарактеризованы как новые.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость исследования состоит в повышении адекватности отображения процессов венчурного финансирования высокорисковых инновационных проектов на основе разработанной модификации классической теории реальных опционов, а также теории традиционного инвестиционного анализа в нечетко-множественной постановке и оценке неопределенности в теории и методиках анализа эффективности инновационных проектов.

Теоретическая значимость исследования заключается и в содержательной финансово-экономической интерпретации результатов применения нечетких методов в оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов на основе реальных опционов, что существенно расширяет инструментарий венчурных фондов, используемый ими при оценке и отборе проектов для финансирования. Описаны полученные в результате расчетов дополнительные характеристики инновационных проектов, которые позволяют инвесторам принимать более обоснованные решения по их финансированию, а именно дана содержательная финансово-экономическая интерпретация таких дополнительных характеристик, как *надежность* и *устойчивость*, расширяющих круг аналитических показателей, которые могут послужить дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта.

Практическая значимость исследования заключается в разработке методического подхода, позволяющего оценивать инновационные проекты с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов и метода нечетких множеств. Действенность авторской методики подтверждается результатами ее апробации применительно к реальным инновационным проектам, реализуемым в различных отраслях промышленности России: в фармацевтической промышленности, нефтехимической промышленности и биотопливной индустрии.

Зачастую в соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков инновационный проект, обладающий высокой степенью неопределенности, не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут. Использование методологии реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом позволяет более адекватно оценивать неопределенность, характерную для инноваций, и проекты, которые должны быть отклонены инвестиционным комитетом венчурного фонда согласно традиционным методам инвестиционного анализа, смогут получить финансирование. Иными словами, применение методики оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием с позиции венчурного фонда на основе метода реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств может оказать содействие в развитии венчурного финансирования в России.

Глава 1

ВЕНЧУРНОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ: МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

1.1. Механизм венчурного финансирования инновационной деятельности: мировой опыт

Основные понятия. Слово «венчурный» (англ. «venture») переводится с английского как «рискованный, авантюрный». Венчурные инвесторы, вкладывая деньги в инновационную компанию и содействуя тем самым ее росту, получают определенную долю в уставном капитале, как правило, без цели получения контрольного пакета акций для сохранения у первоначальных собственников стимула развивать бизнес. Срок участия венчурного инвестора в проекте обычно ограничен периодом от двух до пяти лет. В данный период он принимает активное участие в развитии проинвестированной компании путем разработки и принятия значимых решений в Совете директоров, консалтинга команды управляющих проектом, выделения дополнительного финансирования в случае необходимости и пр. Затем венчурный инвестор старается продать принадлежащую ему долю в уставном капитале профинансированной компании за большую сумму, чем он вложил в эту компанию, чтобы получить прибыль [Баранов, Музыко, 2013, с. 8].

В 1957 г. американский бизнесмен Артур Рок и инженер Юджин Клейнер создали компанию Fairchild Semiconductors в Кремниевой долине, в том числе при поддержке Шермана Фэрчайлда. Эта компания явилась одной из первых компаний в мире, проинвестированных с помощью механизма венчурного финансирования. Таким образом, принято считать, что родиной венчурного инвестирования являются США, а Артур Рок, который стал венчурным инвестором таких компаний, как Intel и Apple Computer, – автором понятия «венчурное финансирование». Спустя четыре года после создания компании Fairchild Semiconductors он основал первый в мире венчурный фонд. Для Кремниевой долины был характерен синергетический эффект от взаимодействия технических и финансовых инноваций. К аме-

риканским компаниям в области высоких технологий, которые были созданы при финансовой поддержке венчурных фондов, относятся следующие: Compaq Computer Corporation, Sun Microsystems, Microsoft, Lotus Cisco Systems [Баранов, Музыко, 2013, с. 9].

Е.М. Рогова, Е.А. Ткаченко, Э.А. Фияксель, опираясь на Национальную ассоциацию венчурного капитала США, приводят следующее определение понятия «венчурный капитал»: «*венчурный капитал* – это финансовые ресурсы, предоставляемые профессиональными инвесторами, которые инвестируют в молодые, быстро растущие компании, обладающие потенциалом превращения в компании, вносящие значительный вклад в экономику. Венчурный капитал является важным источником собственных средств для начинающих компаний» [цит. по Рогова и др., 2011, с. 147].

Объектом нашего внимания выступает именно венчурный капитал как один из наиболее эффективных источников финансирования инноваций. Другие же способы финансирования, по мнению автора, в меньшей степени подходят для высокорисковых инновационных проектов, денежные потоки по которым отличаются высокой степенью неопределенности. Так, например, государственное финансирование более характерно для крупномасштабных инфраструктурных проектов, а также проектов в сфере военно-промышленного комплекса, различных социальных проектов.

Кредиты коммерческих банков являются весьма распространенным способом финансирования компаний, однако инновационные проекты являются высокорисковыми и имеют длительный период окупаемости, что делает их непривлекательными для банковского сектора, поскольку российские коммерческие банки не обладают большим объемом «длинных» денег. К тому же, банки требуют обеспечения по предоставляемым кредитам, а инновационные компании, как правило, не имеют ликвидного обеспечения и не имеют возможности предоставить гарантии по кредитам.

Лизинговое финансирование в основном используется для приобретения оборудования и доступно для компаний, имеющих хорошее финансовое положение. Привлечение средств путем эмиссии облигаций также весьма затруднительно для инновационных компаний. Компания, планирующая выпуск и размещение

облигаций, должна иметь хорошее финансовое состояние, а облигационный займ должен быть обеспечен активами этой компании. Помимо этого, существует высокий риск того, что размещение облигаций на финансовом рынке не будет успешным [Баранов, Музыка, 2020б].

Стадии развития инновационной компании. А.И. Каширин, А.С. Семенов в работе [Каширин, Семенов, 2007] выделяют несколько стадий развития инновационной компании, на каждой из которых возможно привлечение венчурного финансирования для развития:

«Seed («посевная») (1) – компания находится в стадии формирования, имеется лишь проект или бизнес-идея, идет процесс создания управленческой команды, проводятся НИОКР и маркетинговые исследования.

Startup («стартап») (2) – компания недавно образована, обладает опытными образцами, пытается организовать производство и выход продукции на рынок.

Early stage, early growth («ранний рост») (3) – компания осуществляет выпуск и коммерческую реализацию готовой продукции, хотя пока не имеет устойчивой прибыли.

Expansion («расширение») (4) – компания занимает определенные позиции на рынке, становится прибыльной, ей требуется расширение производства и сбыта, проведение дополнительных маркетинговых исследований, увеличение основных фондов и капитала.

Exit («выход») (5) – этап развития компании, на котором происходит продажа доли инвестора другому стратегическому инвестору, их первичное размещение на фондовом рынке (IPO) или выкуп менеджментом (MBO). Продажа происходит по ценам, намного превышающим вложения, что позволяет инвесторам получить значительные объемы прибыли. Иногда перед «выходом» выделяют промежуточную «мезонинную» (*mezzanine*) (6) стадию, на которой привлекаются дополнительные инвестиции для улучшения краткосрочных показателей компании, что влечет общее повышение ее капитализации» [Каширин, Семенов, 2007, с. 20].

В работе [Каширин, Семенов, 2014] представлена схема изменения финансового состояния инновационной компании в зависимости от стадии ее развития (рис.1.1).

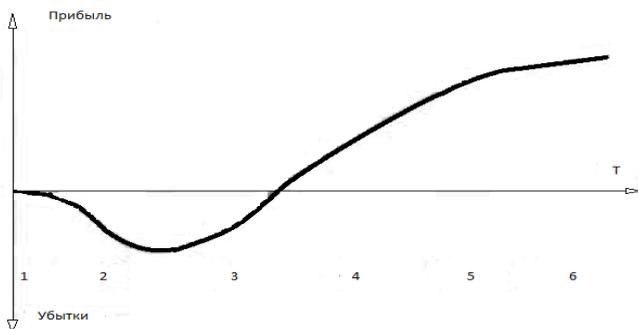


Рис. 1.1. Схема изменения финансового состояния инновационной компании в зависимости от стадии развития

Источник: [Каширин, Семенов, 2014, с. 23].

А.И. Каширин, А.С. Семенов в своей работе отмечают, что «пик “долины смерти” приходится на период перехода от стадии “стартап” к “раннему росту”. Это связано с началом устойчивого выпуска продукции и возрастающей необходимостью не только в инвестициях, но и в оборотных средствах. Именно этот этап развития и является периодом особого риска и наиболее “узким местом” развития компании» [Каширин, Семенов, 2014, с. 23].

Процесс венчурного финансирования. На рисунке 1.2 представлена схема процесса венчурного финансирования. На данной схеме в общем виде отображены финансовые потоки при инвестировании венчурного капитала. Участниками процесса венчурного финансирования являются инвесторы и компании, нуждающиеся в финансировании; управляющая компания и венчурный фонд. Венчурный фонд сосредотачивает финансовые средства инвесторов. Управление этими средствами осуществляет управляющая компания, являющаяся посредником между венчурными инвесторами и компаниями, нуждающимися в финансировании. Для нивелирования рисков венчурный фонд вкладывает средства инвесторов в несколько компаний [Баранов, Музыко, 2013, с. 10–11].

Венчурное финансирование осуществляется в виде приобретения пакета акций либо доли в уставном капитале компании. Нижней границей доли венчурного инвестора, как правило, выступает блокирующий пакет акций (25% + 1 акция) инвестируе-

мой компании. Верхней границей выступает 49%, что обусловлено желанием инвесторов венчурного капитала сохранить у инициаторов проекта заинтересованность в эффективности дальнейшей работы компании, оставляя за ними контрольный пакет акций [Баранов, Музыка, 2013, с. 11].

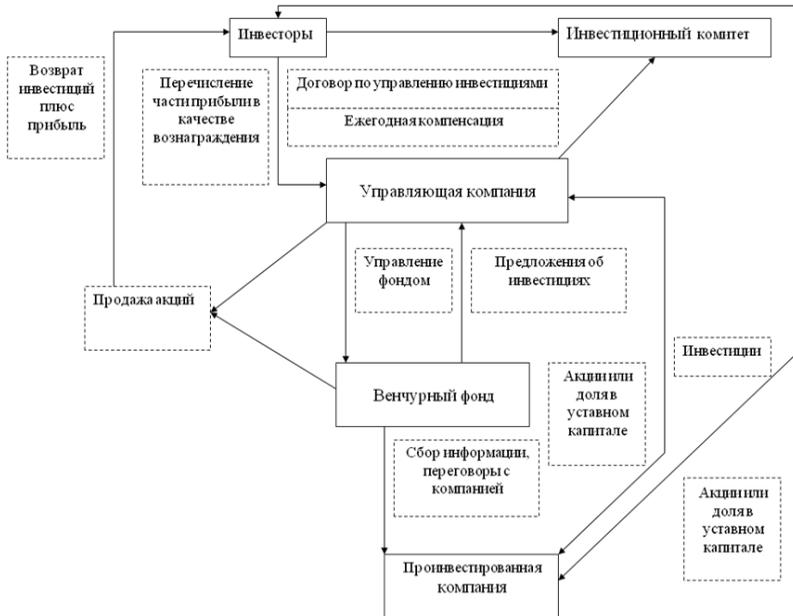


Рис. 1.2. Схема процесса венчурного финансирования

Источник: [Баранов, Музыка, 2013, с. 11].

Как правило, процесс финансирования компании осуществляется в несколько этапов, что дает возможность венчурному инвестору обнаружить провальные проекты на начальном этапе инвестирования и прекратить вложение средств в подобные проекты [Каширин, Семенов, 2014, с. 46].

На первоначальном этапе происходит отбор и исследование потенциальных компаний, нуждающихся в финансировании, который включает в себя две фазы: «быструю» оценку предложений («deal flow») и дальнейший «комплексный анализ проекта» («due diligence»). Для выявления наиболее перспективных компаний

для финансирования в рамках проведения этих двух фаз управляющая компания может приглашать сторонних экспертов [Каширин, Семенов, 2014, с. 47].

В организационную структуру венчурного бизнеса может быть включен также и инвестиционный комитет с целью осуществления контроля деятельности управляющей компании со стороны инвесторов. Управляющая компания принимает решения относительно отбора потенциальных компаний для финансирования, объема инвестируемых средств, распределения прибыли, времени и способов «выхода» из бизнеса проинвестированной компании. Решения управляющей компании подлежат утверждению инвестиционным комитетом. Распределение полномочий между управляющей компанией и инвестиционным комитетом закрепляется в специальном документе [Каширин, Семенов, 2014, с. 50]. В процессе нахождения в бизнесе проинвестированной компании венчурный фонд стремится способствовать увеличению ее капитализации с целью получения прибыли от продажи доли в этой компании, полученной в обмен на инвестиции, при «выходе» [Баранов, Музыко, 2013, с. 12].

Опыт США в организации венчурного финансирования на примере штата Калифорния. Когда венчурные капиталисты в США принимают решение об инвестировании, они, как правило, выбирают штат Калифорния. Для того чтобы разобраться, какие факторы способствуют успешному привлечению венчурного капитала в штат Калифорния, проанализируем инфраструктуру венчурного финансирования, благодаря которой осуществляется поддержка создания и развития высокотехнологичных стартапов.

В штате Калифорния инфраструктура венчурного бизнеса представляет собой сложную инновационную сеть, состоящую из разнородных по составу агентов, взаимодействующих на разных уровнях. В создании и развитии успешных стартапов участвуют не менее двенадцати различных агентов: университеты, крупные фирмы, исследовательские лаборатории, венчурные фирмы, юридические фирмы, инвестиционные банки, коммерческие банки, сертифицированные бухгалтеры, консалтинговые группы, кадровые агентства, агентства по связям с общественностью и СМИ. Каждый из этих двенадцати агентов формирует систему венчурного финансирования и вносит свой вклад в жизненный цикл появляющихся инновационных проектов. Например, в главном инновационном кластере штата – Кремниевой долине – базируется

10 университетов, около 40 частных или государственных научно-исследовательских центров, 8718 крупных компаний с более чем 100 сотрудниками, 180 венчурных компаний, 3152 юридических фирм, 329 рекрутинговых компаний, 1913 сертифицированных бухгалтерских фирм, 311 PR-компаний, около 700 коммерческих банков, 47 инвестиционных банков и около 100 газет, в которых трудятся около 500 журналистов. Основываясь только на экономических взаимодействиях, названные выше, двенадцать агентов могут потенциально иметь шестьдесят шесть типов взаимодействий $((12 \cdot 11) / 2)$ в процессе создания и развития одного инновационного проекта [Ferrary, Granovetter, 2009, с. 335].

На рисунке 1.3 представлена схема, иллюстрирующая связи, составляющие инфраструктуру венчурного бизнеса в Калифорнии.



Рис. 1.3. Взаимосвязь агентов, принимающих участие в венчурном финансировании, штат Калифорния, США

Источник: построено автором на основе [Ferrary, Granovetter, 2009, с. 336].

В работе [Ferrary, Granovetter, 2009] отмечается, что устойчивая инновационность штата Калифорния, в том числе Кремниевой долины, заключается в полноте взаимосвязей между агентами. Вся система начнет разрушаться, если будет отсутствовать хотя бы один из ее элементов. Не все агенты одинаково важны, но все они вносят свой вклад в систему, прямо или косвенно способ-

ствуя созданию и развитию инновационных проектов. Например, прямой вклад – это когда юридическая фирма помогает стартапу защитить свою интеллектуальную собственность; когда консалтинговая группа предоставляет свою экспертизу. Косвенный вклад вносят университеты, когда готовят предпринимателей [Ferrary, Granovetter, 2009, с. 336].

В таблице 1.1 представлены агенты, участвующие в венчурном финансировании в Калифорнии, их формальные и неформальные функции.

Таблица 1.1

Функции агентов, участвующих в организации венчурного бизнеса, штат Калифорния, США

Наименование агента	Формальные функции	Неформальные функции
1	2	3
Университеты	1) содействие инновациям; 2) накопление экспертных знаний; 3) подготовка специалистов	1) содействие развитию инновационных компаний; 2) социализация агентов
Крупные фирмы	1) содействие инновациям; 2) развитие инноваций; 3) накопление экспертных знаний	1) содействие развитию инновационных компаний; 2) приобретение инновационных компаний; 3) сотрудничество с инновационными компаниями; 4) обеспечение квалифицированными сотрудниками инновационных компаний
Исследовательские лаборатории	1) содействие инновациям; 2) накопление экспертных знаний	1) содействие развитию инновационных компаний; 2) социализация агентов
Венчурные фонды	финансирование проектов	1) отбор эффективных проектов; 2) накопление предпринимательского опыта; 3) запуск проектов
Юридические фирмы	1) накопление правового опыта; 2) рассмотрение юридических вопросов	1) отбор проектов; 2) налаживание связей между участниками венчурного финансирования

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3
Кадровые агентства	обеспечение кадрами	налаживание связей между участниками венчурного финансирования
Агентства по связям с общественностью	популяризация инновационных проектов	налаживание связей между участниками венчурного финансирования
СМИ	распространение информации	популяризация инновационных проектов
Консалтинговые группы	1) разработка бизнес-планов; 2) предоставление экспертной помощи инновационным компаниям	поиск квалифицированных специалистов для инновационных компаний
Сертифицированные бухгалтеры	ведение бухгалтерского учета инновационных компаний	—
Инвестиционные банки	1) организация IPO для проинвестированных компаний; 2) организация приобретения проинвестированных компаний	демонстрация проинвестированных инновационных компаний
Коммерческие банки	обеспечение финансовых операций	—

Источник: составлено на основе [Ferrary, Granovetter, 2009, с. 338].

На основе данных таблицы 1.1 можно сделать вывод о том, что успех в сфере венчурного финансирования инновационных проектов в штате Калифорния является результатом взаимодействия целого комплекса взаимосвязанных агентов венчурного бизнеса.

Далее рассмотрим, каким образом осуществляется государственное регулирование венчурного бизнеса в США. Деятельность венчурных капиталистов и фондов прямых инвестиций регулируется Комиссией по ценным бумагам и биржам (SEC). Фонды прямых инвестиций, предоставляющие венчурный капитал, должны зарегистрироваться в SEC. Инвестирование венчурного капитала регулируется теми же основными положениями, что и другие формы инвестиций в ценные бумаги. Главное отличие в регулировании, характерное только для венчурных капиталистов, заключается в том, что им запрещается распространять рекламу [Ross, 2020].

Сегодня правительство США продолжает поддерживать малый бизнес. Например, в городе Сан-Хосе в «зоне предпринимательства» для компаний предоставляются следующие льготы: освобождение от налогообложения заработной платы сотрудников; возмещение налога с продаж; активные венчурные фирмы первые пять лет могут финансироваться из государственного бюджета; наукоемкие исследования, доказавшие свою эффективность, государство может финансировать полностью; субсидирование фирм, отделившихся от лабораторий промышленных корпораций, университетов. Калифорнийская программа доступа к капиталу (CalCAP) призывает банки и другие финансовые учреждения предоставлять кредиты малым предприятиям, которые испытывают трудности с получением финансирования. Владельцы малого бизнеса, испытывающие трудности с получением обычного финансирования, могут претендовать на получение кредита CalCAP.

В США венчурные фонды, бизнес-ангелы и государство – не единственные источники финансирования инновационных проектов. Популярность набирают краудфандинговые площадки, где любой основатель стартапа может представить свой проект, и сотни людей могут отправить ему «пожертвования» для реализации проекта.

Венчурные предприниматели США внесли большой вклад в инновационное развитие не только своей страны. Именно там появились первые формы венчурного финансирования, которые позднее были усовершенствованы. Венчурный рынок США повлиял на становление рынков в Китае, Европе, России. На сегодняшний день инвесторы пристально следят за происходящим в Кремниевой долине и готовы вкладывать средства в ее проекты. У основателей стартапов имеются большие возможности получения средств и поддержки: венчурные фонды, бизнес-ангелы и их объединения, государственные фонды, краудфандинговые площадки, а также бизнес-акселераторы [Музыка, 2020б].

1.2. Состояние венчурной индустрии в России

Анализ статистических показателей рынка венчурного инвестирования в России проводился на основе статистических данных, представленных Российской ассоциацией венчурного инве-

стирования (РАВИ) [Обзор рынка..., 2018а; Обзор рынка..., 2018б]. В таблице 1.2 представлены используемые основные термины и определения. В исследование вошли данные о деятельности российских и зарубежных PE и VC фондов, инвестирующих в российские компании, рассматриваются PE и VC инвестиции, осуществленные с участием PE и VC фондов исключительно в российские компании, а также данные о «выходах» PE и VC фондов из российских компаний. Следует отметить, что аналитические сборники РАВИ публикуются с некоторой задержкой.

Таблица 1.2

Основные термины и определения, используемые при анализе рынка венчурного инвестирования в России

Термин	Определение
VC инвестиция	Инвестиция в компанию на венчурных стадиях (посевная, начальная, ранняя и в некоторых случаях расширение). Объем инвестиции – менее 100 млн долл.
PE инвестиция	Инвестиция в компанию на зрелых стадиях (расширение, реструктуризация, поздняя). Без ограничения объема инвестиций
VC фонд	Фонд, в портфеле которого не менее 90% объема инвестиций, являются VC инвестициями
PE фонд	Фонд, в портфеле которого не менее 90% объема инвестиций, являются PE инвестициями
ИКТ отрасли	Отрасли, связанные с информационно-коммуникационными технологиями
Реальные отрасли	Отрасли, занимающиеся производством материальной и нематериальной продукции
Смешанные отрасли	Отрасли, оказывающие рыночные и нерыночные услуги

Источник: [Обзор рынка..., 2018а, с. 5; Обзор рынка..., 2018б, с. 4–5].

С 2006 до 2013 года наблюдается тренд роста объема и количества PE и VC фондов. С 2013 по 2016 год, в кризисные периоды, появляется отрицательная динамика, но после 2016 г. и капитализация фондов, и число фондов показывает рост в 2017 г. и в первом полугодии 2018 г., как это видно на рисунке 1.4. Капитализация фондов в период с 2017 г. по I полугодие 2018 г. увеличилась на 5%, количество фондов приросло на 3%.



Рис. 1.4. Действующие РЕ и VC фонды
(2006 – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

До 2016 г. отраслевые предпочтения VC и РЕ фондов были отданы смешанным отраслям, после 2016 г. предпочтения стали отдаваться сектору информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) (рис. 1.5). Предпочтение реальных отраслей занимает наименьшую долю и имеет тенденцию к снижению. В первой половине 2018 г. изменений в предпочтениях не произошло. Перевес продолжается в сторону ИКТ сектора и смешанных отраслей.

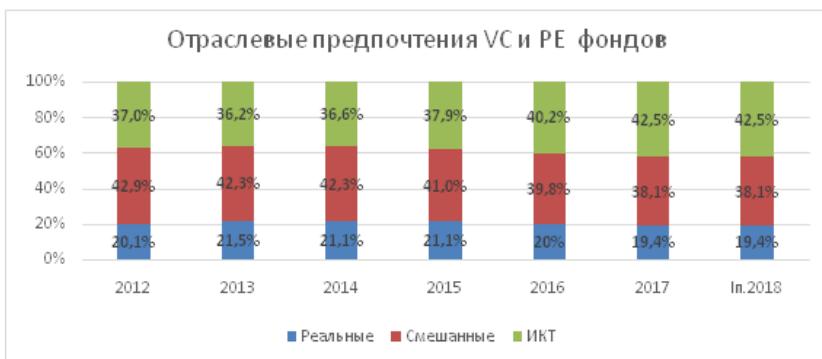


Рис. 1.5. Отраслевые предпочтения VC и РЕ фондов
(2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Особое внимание уделим анализу VC фондов (фондов, в портфеле которых не менее 90% объема инвестиций являются VC инвестициями, т.е. инвестициями в компанию на венчурных стадиях: посевная, начальная, ранняя и в некоторых случаях расширение) (рис. 1.6 и рис. 1.7). Доля частных фондов наиболее высокая. С 2012 г. доля частных фондов в общем объеме VC фондов продолжала расти, но к первой половине 2018 г. упала на 4% относительно 2017 г. Как видно из рисунка 1.7, государство – один из активных игроков рынка венчурного инвестирования [Обзор рынка..., 2018б].

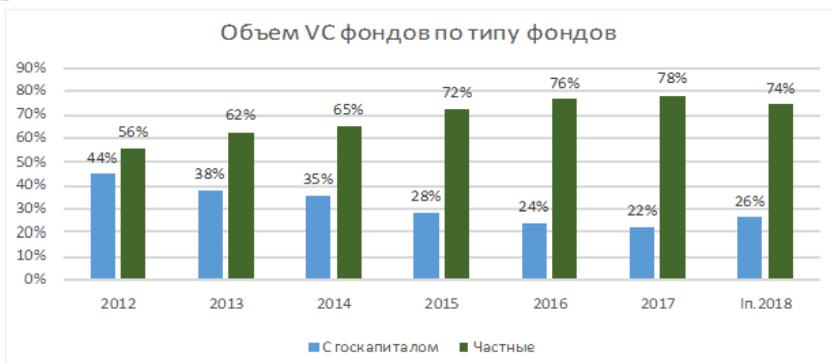


Рис. 1.6. Объем VC фондов по типам фондов (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.



Рис. 1.7. Число VC фондов по типам фондов (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Объем РЕ и VC инвестиций в первой половине 2018 г. составил практически четвертую часть всех инвестиций 2017 г. (23%), число инвестиций составляет 42% от числа инвестиций 2017 г. (рис. 1.8). В последние четыре года заметен тренд на снижение количества инвестиций, а объем инвестиций в 2014, 2015 и 2016 годах находился практически на одном уровне. С 2017 г. заметен рост на 63% относительно объема инвестиций 2016 г.



Рис. 1.8. Объем и число РЕ и VC инвестиций (2008 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

На рисунке 1.9 четко виден убывающий тренд изменения числа РЕ инвестиций в период с 2012 по 2016 год. В 2017 г. наблюдается рост: и объем, и количество инвестиций были выше почти в 2 раза уровня 2016 г. В первом полугодии 2018 г. осуществлено пять инвестиций в размере 0,31 млрд долл., что составляет 33% и 23% от уровня 2017 г. соответственно.



Рис. 1.9. Объем и число PE инвестиций (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

По состоянию на конец первой половины 2018 г. объем VC инвестиций составляет 23% от объема 2017 г., а количество – 43% (рис. 1.10). С 2014 по 2017 год объем PE инвестиций был примерно на одном и том же уровне. Ожидается, что объем VC инвестиций в 2018 г. будет сопоставим с предыдущим годом [Обзор рынка..., 2018б].

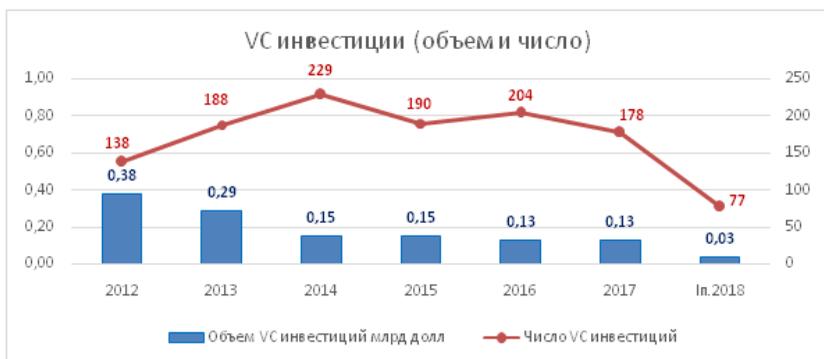


Рис. 1.10. Объем и число VC инвестиций (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Доля VC инвестиций в общем объеме инвестиций в 2017 г. и в первой половине 2018 г. держится на уровне примерно 10% (рис. 1.11). В предыдущие три года доля была выше более чем в 1,5 раза. PE инвестиции занимают практически весь основной объем инвестиций фондов.



Рис. 1.11. Соотношение объемов PE и VC инвестиций (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

По количеству инвестиций преобладают VC инвестиции. За первую половину 2018 г. произошел рост на 2 п.п. относительно доли VC инвестиций 2017 г. (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Соотношение числа PE и VC инвестиций (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Как видно из рисунка 1.13, лидером направления VC инвестиций является сектор информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), но его доля последние три года падает. На первое полугодие 2018 г. доля инвестиций в ИКТ составила 48%. Доля инвестиций в промышленные технологии в 2017 г. превышает долю 2016 г. более чем в 2,5 раза. В первом полугодии 2018 г. общая доля сектора биотехнологий и промышленных технологий составила 16% от общего объема VC инвестиций. В [Обзор рынка..., 2018б] отмечается, что поддержка секторов, не связанных с ИКТ, определялась в первую очередь инвестиционной активностью фондов с участием государственного капитала. Доля таких фондов в поддержке отраслей, связанных с промышленными и биотехнологиями, составила 82% [Обзор рынка..., 2018б].

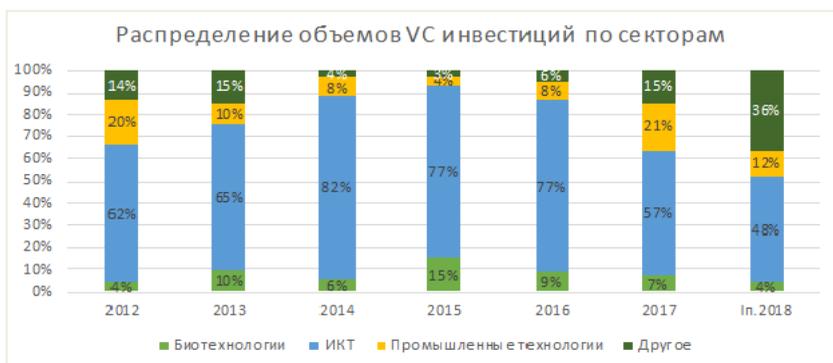


Рис. 1.13. Распределение объема VC инвестиций по секторам (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Уделим особое внимание анализу VC инвестиций в компанию на венчурных стадиях (посевная, начальная, ранняя и в некоторых случаях – расширение). С 2015 г. большая доля VC инвестиций начала приходиться на стадию расширения: в 2017 г. – 52%, 70% – в первой половине 2018 г. До 2015 г. наибольший объем инвестиций приходился на раннюю стадию (рис. 1.14). В первой половине 2018 г. доля VC инвестиций на ранней стадии составляла 11%.

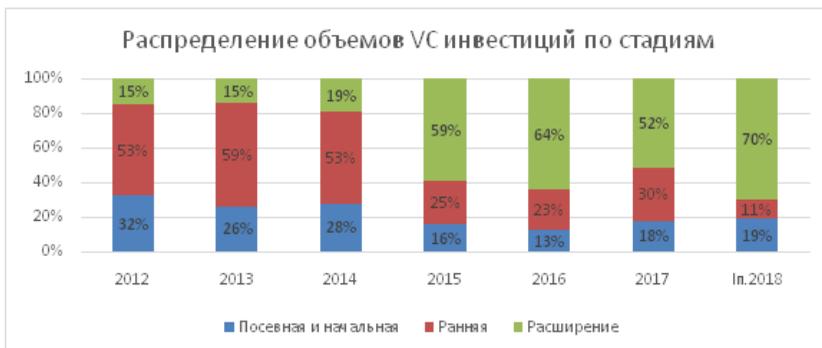


Рис. 1.14. Распределение объема VC инвестиций по стадиям
(2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Наибольшая доля VC инвестиций приходится на Центральный федеральный округ (ФО): 81% – в первой половине 2018 г., 71% – в 2017 г. На втором месте находится Северо-Западный федеральный округ: 14% VC инвестиций в первом полугодии 2018 г., 5% – в 2017 г. (рис. 1.15).

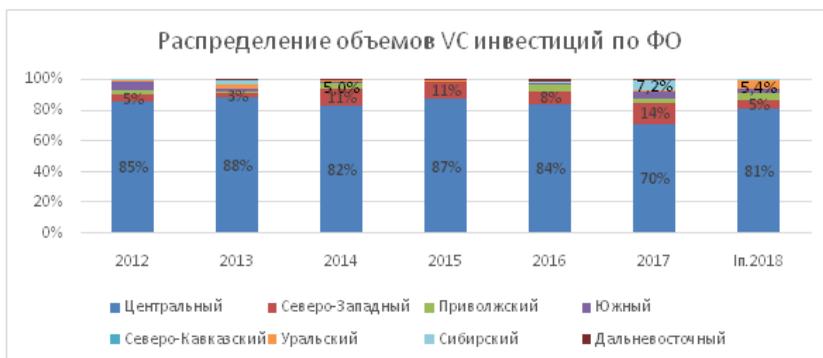


Рис. 1.15. Распределение объемов VC инвестиций по ФО
(2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Число «выходов» с участием PE и VC фондов представлено на рисунке 1.16.

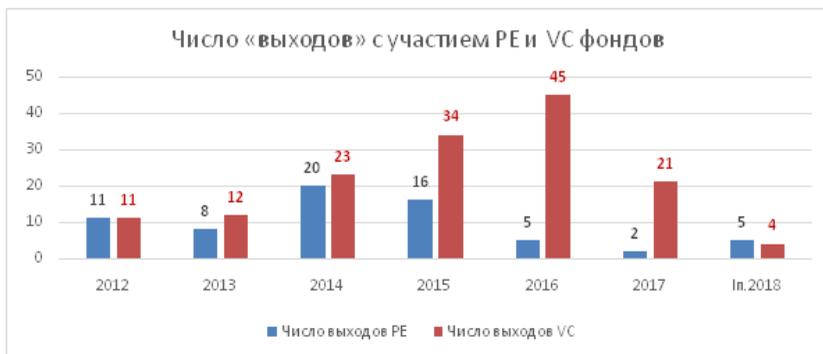


Рис. 1.16. Число «выходов» с участием PE и VC фондов (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Сектор-лидер по числу «выходов» – это сектор ИКТ (50–70% всех «выходов» приходится именно на него, как видно на рисунке 1.17).

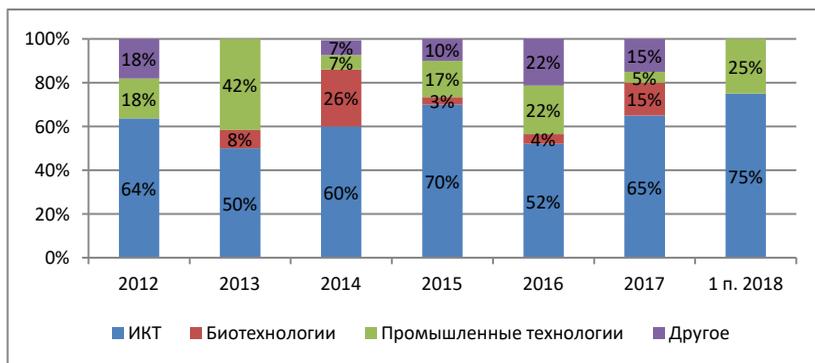


Рис. 1.17. Распределение числа «выходов» с участием VC фондов по секторам (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Самым популярным способом «выхода» в период с 2013 по 2017 год является продажа стратегическому инвестору (рис. 1.18).



Рис. 1.18. Распределение числа «выходов» с участием VC фондов по способам «выхода» (2012 г. – I полугодие 2018 г.)

Источник: построено автором на основе данных РАВИ.

Таким образом, проанализировав представленные Российской ассоциацией венчурного инвестирования статистические данные, можно выделить следующие основные особенности российского рынка венчурного инвестирования:

1. PE фонды в течение рассматриваемого периода стабильно занимают большую долю по объему инвестирования, чем VC фонды. Иными словами, преобладает инвестирование в компании на поздних стадиях (расширение, реструктуризация), а инновационные компании на более ранних, так называемых «венчурных стадиях» (посевная, начальная, ранняя), остаются недофинансированными.

2. Среди фондов, занимающихся инвестированием в компании на венчурных стадиях, т.е. VC фондов, наибольшую долю занимают частные фонды.

3. Наибольший объем инвестиций венчурного капитала осуществляется в сектор информационно-коммуникационных технологий, т.е. в IT-компании.

4. Венчурное инвестирование в так называемые «реальные отрасли» (в терминологии РАВИ), осуществляющие производство материальной и нематериальной продукции, занимает наименьшую долю в отраслевых предпочтениях VC и PE фондов. Иными

словами, инновационные проекты в данных отраслях национальной экономики остаются недофинансированными.

5. Большинство венчурных инвестиций направлено в Центральный федеральный округ, остальные регионы не принимают активного участия в формировании национальной венчурной среды.

6. Венчурной индустрии в России присуще небольшое количество прибыльных «выходов» через IPO, что связано с неразвитостью фондового рынка. В большинстве случаев венчурный инвестор осуществляет «выход» из бизнеса проинвестированной компании посредством продажи своего пакета акций стратегическому инвестору. Отрицательным моментом такого типа «выхода» является то, что зачастую таким инвестором выступает не российская компания, а иностранная, что может не всегда устраивать первоначальных собственников – инициаторов проекта [Баранов, Музыко, 2020а; Баранов, Музыко, 2020в].

1.3. Проблемы и перспективы развития венчурного финансирования в России

Доля венчурных инвестиций в валовом накоплении капитала (в терминологии, используемой Мировым банком, «gross capital formation») в России в 2018 г. составила около 0,23%. В таких странах, как Польша и Бразилия, с которыми принято сравнивать Россию, данный показатель составил 0,03% и 0,45% соответственно. В США доля венчурных инвестиций в валовом накоплении капитала в 2018 году была существенно выше – 2,62% (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Доля венчурных инвестиций в валовом накоплении капитала в 2018 г. по странам

Страна	Венчурные инвестиции, млн долл.	Валовое накопление капитала, млн долл.	Венчурные инвестиции в валовом накоплении капитала, %
Россия	863	376 765,85	0,23
Бразилия	1 300	288 193,11	0,45
Польша	42,17	121 248,72	0,03
США	113 142,86	4 315 457	2,62

Источник: рассчитано автором на основе [Обзор рынка..., 2018в; Venture Funding...; Venture capital...; Gross capital...].

Таким образом, венчурные инвестиции в России занимают весьма небольшую долю в общем объеме инвестиций. Тем не менее, *проблема финансирования инновационных проектов имеет важное народнохозяйственное значение*. Решение этой проблемы позволит диверсифицировать экономику России и снизить ее зависимость от конъюнктурных колебаний мирового рынка энергоносителей, что будет содействовать усилению экономической безопасности страны и соответствует национальной стратегии развития экономики в сторону импортозамещения и создания новых эффективных производств на основе современных технологий. Решение проблемы финансирования инновационных проектов будет способствовать повышению технологической независимости нашей страны, что приобретает особое значение в условиях санкционного давления геополитических конкурентов [Баранов, Музыка, 2020б]. Венчурный капитал является одним из наиболее эффективных источников финансирования инновационного бизнеса в развитых странах. Российская венчурная индустрия достаточно молодая и сейчас находится на стадии становления. На данном этапе можно говорить об отсутствии четкого механизма взаимодействия между потенциальными венчурными инвесторами, инициаторами инновационного проекта и надзорными органами. Иными словами, можно констатировать неразвитость институтов венчурного бизнеса.

Существует ряд нерешенных проблем, сдерживающих развитие венчурного бизнеса в России. Проблемы развития венчурного финансирования инновационных проектов в нашей стране принято разделять на две группы: внешние проблемы, связанные с изменениями внешнеполитической обстановки, и внутренние проблемы, которые возможно решить только внутри страны (см. рисунок 1.19) [Баранов и др., 2018а].

Рассмотрим *внешние проблемы* развития венчурного финансирования инновационных проектов в России. К этой группе проблем относится нестабильная геополитическая обстановка в мире, которая привела к возникновению санкций в отношении нашей страны. Вследствие действия ограничительных мер, российские компании теперь лишены финансовых ресурсов, которые могли бы быть вложены в реализуемые ими инновационные проекты венчурными инвесторами из США и стран Евросоюза. До тех пор, пока обстановка не стабилизируется, российскому рынку венчурного бизнеса придется решать проблемы, связанные с потерей венчурного капитала и предпринимать усилия по привлечению новых потенциальных венчурных инвесторов на рынок, например из Китая.

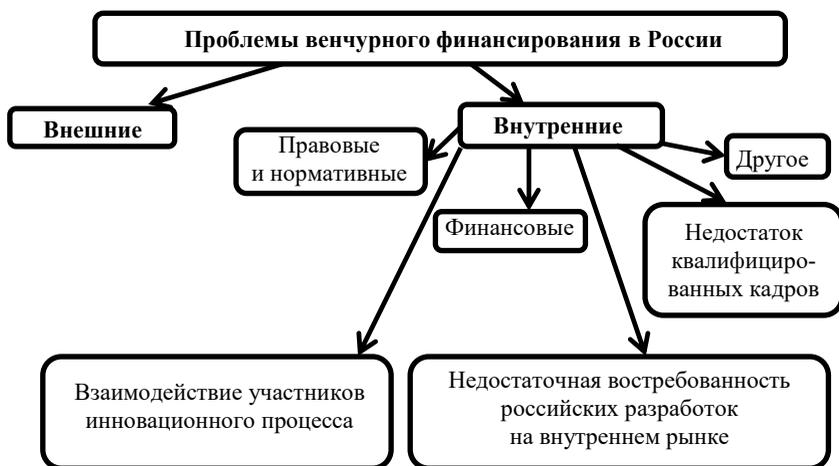


Рис. 1.19. Проблемы развития венчурного финансирования в России

Источник: построено автором на основе [Диккуль, 2011; Маслов, 2011; Низамова, 2014; Кривошей, Пенчукова, 2014].

Еще одной серьезной проблемой стало сокращение стоимости портфелей многих венчурных фондов из-за падения курса национальной валюты. Причиной данной ситуации является то обстоятельство, что финансовые показатели проинвестированных российских компаний, включенных в такие портфели, исчисляются в рублях, несмотря на то что многие венчурные фонды привлекают средства инвесторов в иностранной валюте [Баранов и др., 2018a].

Проанализируем *внутренние проблемы* развития венчурного финансирования в России.

1. Проблемы, связанные с нормативно-правовым обеспечением.

Для успешного функционирования венчурной индустрии необходимо, чтобы в ее основе лежала развитая нормативно-правовая база, которая позволяла бы решать вопросы, связанные с защитой прав на интеллектуальную собственность, разрешать споры, связанные с заключенными договорами и пр. [Диккуль, 2011, с. 278]. В российском законодательстве данным вопросам уделяется недостаточное внимание, вследствие чего при создании нового объекта интеллектуальной собственности возникает ряд определенных сложностей, к примеру, относительно вопросов за-

крепления на него авторских прав, продвижения инновации на рынок. Следует отметить, что регистрация венчурного фонда в России представляет собой весьма сложный и запутанный процесс [Дикуюль, 2011, с. 280; Кривошей, Пенчукова, 2014, с. 56].

2. Проблемы взаимодействия участников инновационного процесса.

В России на настоящий момент еще не проработан четкий механизм взаимодействия между изобретателем и потенциальным венчурным инвестором. Процесс установления прав на объекты интеллектуальной собственности, созданные с участием государства, остается достаточно запутанным [Дикуюль, 2011, с. 279]. Также авторам идеи бывает сложно правильно оценить, какую сумму средств необходимо запросить у венчурного инвестора для финансирования разработки и ее продвижения на рынок [Баранов и др., 2018а].

3. Недостаток квалифицированных кадров.

Зарождение венчурного бизнеса в России происходило в условиях отсутствия опыта в этой сфере. Инновационные компании создавались людьми, которые зачастую не имели никакого представления ни о разработке бизнес-планов, ни о ведении бизнеса, ни о работе с потенциальными инвесторами. Многие проекты не были профинансированы ввиду отсутствия грамотно созданного бизнес-плана, проекты же, получившие финансирование, оказались неудачными ввиду низкой квалификации команды управляющих. Ведь недостаток квалифицированных кадров не позволяет эффективно управлять полученными финансовыми ресурсами. Немаловажное значение имеет и уровень подготовки аналитиков, работающих в венчурных фондах [Баранов и др., 2018а].

4. Финансовые проблемы.

Одной из основных проблем российского венчурного бизнеса является недостаток финансовых ресурсов для инвестирования в новые высокотехнологичные компании и разработки. Выделяемые государством на эти цели средства зачастую расходуются неэффективно. Если венчурные фонды осуществляют инвестиции в виде так называемой «смешанной» сделки, когда часть средств предоставляется инвестируемой компании в виде прямых инвестиций, а часть – в форме кредита, возникает проблема высокой стоимости денег в России. Российский рынок венчурного бизнеса является незрелым. Он характеризуется низкой капитализацией. Венчурной

индустрии в России присуще небольшое количество прибыльных «выходов» через IPO, что связано с неразвитостью фондового рынка. В большинстве случаев венчурный инвестор осуществляет «выход» из бизнеса проинвестированной компании посредством продажи своего пакета акций стратегическому инвестору. Отрицательным моментом такого типа «выхода» является то, что зачастую таким инвестором выступает не российская компания, а иностранная, что может не всегда устраивать первоначальных собственников – инициаторов проекта [Баранов и др., 2018a].

5. Недостаточная востребованность российских разработок на внутреннем рынке.

Малая востребованность российских разработок на внутреннем рынке негативно сказывается на развитии венчурного бизнеса в нашей стране. Слабая включенность России в мировую экономику приводит к тому, что российские предприятия не конкурируют на мировом рынке, а значит, у них отсутствуют стимулы к постоянному совершенствованию технологий производства, внедрению новых разработок в целях повышения эффективности деятельности. Еще одна причина такого положения дел заключается в высокой степени износа основных фондов: весьма проблематично внедрять новые технологии, используя устаревшее оборудование. Диспропорции в российской промышленности также являются существенной проблемой. Для повышения спроса на российские разработки внутри страны необходима глубинная трансформация различных отраслей экономики, что требует больших государственных и частных инвестиций [Дикуль, 2011, с. 279].

6. Другие.

В данной группе собраны все остальные проблемы, которые не вошли ни в одну из вышеперечисленных групп, но также оказывающие негативное влияние на развитие венчурного финансирования инновационных проектов в России. Отметим две из них. Во-первых, это отсутствие у российских предпринимателей культуры ведения венчурного бизнеса, незнание корпоративных правил и обычаев ведения такого бизнеса [Дикуль, с. 278]. Во-вторых, недостаточно развито информационное обеспечение венчурного бизнеса. Эта проблема связана с трудностями поиска перспективных разработок для финансирования потенциальными венчурными инвесторами [Дикуль, 2011, с. 280; Кривошей, Пенчукова, 2014, с. 56]. Необходимо создание единой базы, в которой потенциальный

инвестор венчурного капитала мог бы ознакомиться с перспективными разработками и инновационными проектами, а также связаться с разработчиками. Хорошей практикой могло бы стать наличие в этой единой базе уже профинансированных проектов, получивших успешную коммерческую реализацию. Такие проекты могли бы стать неким ориентиром для будущих инвесторов и инициаторов новых проектов [Баранов и др., 2018а].

Проблемы развития венчурного финансирования инновационных проектов в России, а также возможные пути их решения представим в таблице 1.4.

Таблица 1.4

**Проблемы развития венчурного финансирования
в России и возможные пути их решения**

Причины появления проблемы	Возможные решения и рекомендации	Эффект от осуществления рекомендаций
1	2	3
<i>Внешние проблемы</i>		
Введение санкций; падение курса национальной валюты	Снижение налоговых ставок для иностранных инвесторов; принятие мер по укреплению курса национальной валюты	Приток средств иностранных инвесторов; рост рыночной стоимости российских компаний
<i>Внутренние проблемы</i>		
<i>1. Проблемы, связанные с нормативно-правовым обеспечением</i>		
Отсутствие развитой нормативно-правовой базы, регулирующей инновационный бизнес и венчурную индустрию; сложная и запутанная система регистрации венчурных фондов	Доработка нормативно-правовой базы; упрощение процедуры регистрации венчурных фондов	Создание благоприятных условий для ведения венчурного бизнеса; повышение числа венчурных фондов в России
<i>2. Проблемы взаимодействия участников инновационного процесса</i>		
Наличие большого числа надзорных органов; отсутствие четких правил установления прав на объекты интеллектуальной собственности, созданные с участием государства	Определение четких правил установления прав на объекты интеллектуальной собственности; упорядочение некоторых проверяющих органов, сокращение проверок	Увеличение количества новых разработок

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
<i>3. Недостаток квалифицированных кадров</i>		
Отсутствие опыта в венчурном бизнесе	Разработка и проведение специальных курсов для студентов и предпринимателей; организация семинаров, проводимых зарубежными специалистами-практиками, имеющими опыт работы в венчурных фондах, а также успешными бизнес-ангелами	Рост числа квалифицированных кадров, способных объективно оценить предлагаемые инновационные проекты; повышение скорости продвижения новых разработок на рынок
<i>4. Финансовые проблемы</i>		
Недостаток финансовых ресурсов для инвестирования в новые высокотехнологичные компании; неэффективное расходование государственных средств, выделяемых на эти цели; неразвитость российского фондового рынка	Создание новых венчурных фондов в России; введение налоговых льгот для венчурных инвесторов; разработка программ по поддержке венчурного финансирования; развитие национального фондового рынка	Приток средств для венчурного финансирования; стимулирование роста числа инновационных разработок
<i>5. Недостаточная востребованность российских разработок на внутреннем рынке</i>		
Слабая включенность России в мировую экономику; высокая степень износа основных фондов; диспропорции в российской промышленности	Обеспечение выхода российских компаний на мировые рынки; создание системы государственных заказов; стимулирование конкуренции; масштабное обновление оборудования в отраслях национальной экономики	Создание стимулов и возможностей внедрения новых технологий; рост числа инновационных проектов
<i>6. Другие</i>		
Отсутствие у российских предпринимателей культуры ведения венчурного бизнеса; неразвитость информационного обеспечения	Создание информационной базы инновационных проектов	Ускорение процесса поиска перспективного инновационного проекта; появление возможности «учиться» на уже профинансированных и успешно реализованных проектах

Источник: составлено автором на основе [Дикуюль, 2011; Маслов, 2011; Низамова, 2014; Кривошей, Пенчукова, 2014].

Решение выявленных проблем развития венчурного финансирования инновационных проектов позволило бы венчурной индустрии России выйти на качественно иной уровень [Баранов, Музыко, 2020в].

1.4. Подход к развитию инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в регионах России

Представим разработанные *рекомендации по улучшению инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов* в регионах России, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала.

1. В настоящее время деятельность различных структур, оказывающих содействие инновационному процессу на уровне регионов, не скоординирована. Необходимо создание единого центра, координирующего инновационную деятельность в конкретном регионе, включая деятельность, связанную с привлечением венчурных фондов и инвестированием их средств в объекты в данном регионе. При этом речь идет именно о координации деятельности различных структур, участвующих в венчурном инвестировании или обеспечивающих поддержку этому процессу, а не о непосредственном участии в инвестиционном процессе.

2. Создание для потенциальных инвесторов единого «окна», где они могут получить информацию об инновационных проектах на территории данного региона, что существенно упростит поиск компаний или проектов для инвестиций. В таком «окне» должна быть сконцентрирована краткая информация об инновационных проектах, реализующихся на территории данного региона, с дифференциацией их по видам экономической деятельности и стадиям реализации: посевная стадия, стартапы и т.д. Необходимо разработать форму предоставления информации об инновационных проектах и правила взаимодействия венчурных фондов и инновационных компаний (или инициаторов инновационных проектов) через единое «окно», имея в виду конфиденциальность коммерческой информации.

3. Ключевым элементом инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в регионах РФ должны стать квалифицированные кадры. Необходимо развернуть подготовку

кадров аналитиков для работы в венчурных фондах на базе экономических факультетов ведущих ВУЗов страны. Принципиальным моментом является привлечение для обучения специалистов, имеющих опыт реальной работы в венчурных фондах в России и (или) за рубежом.

4. Целесообразно введение налогового стимулирования инвестиций в инновационную сферу по примеру республики Татарстан путем использования инвестиционного налогового кредита в случае инвестирования в инновационные проекты и налоговых льгот, стимулирующих инновационную деятельность.

5. Дополнительной формой поддержки венчурного финансирования инновационных проектов может стать гарантирование кредитов Правительством региона в случае, если венчурные фонды осуществляют инвестиции в виде так называемой «смешанной» сделки, когда часть средств предоставляется инвестируемой компании в виде прямых инвестиций, а часть – в форме кредита. Такая форма стимулирования инновационного бизнеса уже давно используется в США в Калифорнии.

6. Привлечение венчурных фондов крупных банков (ПАО Сбербанк и Банк ВТБ (ПАО)) для финансирования интересных инновационных проектов, которые могут быть внедрены в самих этих банках.

7. Создание краудфандинговых компаний в различных формах. При этом необходимо определить наиболее удобную для инвесторов и инвестируемых компаний юридическую форму таких компаний.

8. Необходимо создавать новые венчурные фонды в регионах в форме инвестиционного товарищества. Эта юридическая форма специально была введена в России с целью создания венчурных фондов ([Об инвестиционном..., 2011]). Договор инвестиционного товарищества заключается на определенный срок, например, на десять лет.

9. Необходимо расширение источников финансирования для венчурных инвестиций, как на региональном, так и на национальном уровне. Например, пенсионные фонды США играют очень важную роль в венчурном бизнесе, поскольку они вкладывают большие объемы средств, которые в последующем направляются на инновационную деятельность. В России данный способ инвестирования запрещен законом № 111-ФЗ, ст. 26 [Об инвестировании..., 2002]. Схожее ограничение существовало и в

правовой базе США, но после 1978 г. вступил в силу закон о том, что допускается инвестирование до 5% средств в венчурные проекты. Предложения об использовании части (в пределах 5%) пенсионных накоплений россиян для инвестирования в венчурный капитал неоднократно выдвигались и в России, но до сих пор этот вопрос не решен [Баранов, Музыка, 2020а].

Автором данного исследования совместно с научным консультантом д.э.н., проф. А.О. Барановым был разработан подход к развитию региональной инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов на примере Новосибирской области в рамках работ по договору № 143 от 06 ноября 2018 г. между Государственным автономным учреждением Новосибирской области «Агентство формирования инновационных проектов «АРИС» (ГАУ НСО «АРИС») и ФГБУН ИЭОПП СО РАН (Отчет о выполнении работ по теме «Концепция развития региональной инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов Новосибирской области», где автор данного исследования выступает ответственным исполнителем). Данный подход основывается на ранее разработанных рекомендациях по улучшению инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в регионах России, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала (см. работу [Баранов, Музыка, 2020а]).

Представим подход к развитию региональной инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов на примере Новосибирской области.

1. В настоящее время деятельность различных структур, оказывающих содействие инновационному процессу в НСО (Новосибирская область), не скоординирована. Активную работу по развитию инновационного бизнеса и венчурного финансирования бизнеса ведет «Академпарк», Президиум СО РАН, НГУ, НГТУ, Правительство Новосибирской области и некоторые другие организации. Опыт общения с представителями названных структур свидетельствует о том, что не всегда они имеют полную информацию о соответствующей деятельности друг друга. Это приводит к несогласованности усилий по развитию инновационной деятельности в Новосибирской области и, в конечном итоге, к снижению их эффективности. Необходимо создание единого центра, координирующего инновационную деятельность в области, включая деятельность, связанную с привлечением венчурных фондов и инвестированием их средств в объекты в НСО. По нашему мнению,

для координации усилий в области поддержки инновационного бизнеса и венчурного финансирования необходимо использовать уже имеющиеся в области организации, которые имеют определенный опыт работы в данных сферах деятельности. Роль такого единого центра, например, может взять на себя Новосибирский областной фонд поддержки науки и инновационной деятельности или ГАУ НСО «АРИС» при условии уточнения видов их деятельности и формирования штата из высококвалифицированных специалистов, имеющих опыт работы в сфере развития инноваций и их финансирования. В данном случае можно воспользоваться опытом организации венчурного бизнеса в штате Калифорния, США, а именно обобщением формальных и неформальных функций агентов, участвующих в организации венчурного бизнеса, описанным в работе [Ferrary, Granovetter, 2009, с. 338]. (Функции агентов, которые могут участвовать в процессе венчурного инвестирования в НСО, представлены в таблице 1.1 данной монографии.)

2. Формирование единого «окна», где потенциальный инвестор может получить информацию об инновационных проектах на территории НСО. Такое «окно» может быть создано в рамках Новосибирского областного фонда поддержки науки и инновационной деятельности (ГАУ НСО «АРИС») или иного юридического лица, которое возьмет на себя координацию инновационной деятельности в НСО (рис. 1.20).

3. Поскольку ключевым элементом инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в регионе должны быть квалифицированные кадры, необходимо развернуть подготовку аналитиков для работы в венчурных фондах на базе экономического факультета НГУ или ГАУ НСО «АРИС». Возможно взаимодействие этих двух организаций в процессе обучения.

4. Содействие созданию консалтинговой компании (сети компаний), которая обеспечит разработку качественных бизнес-планов инновационных проектов. Одной из таких компаний может стать ИЭОП СО РАН при условии создания в этом институте специального подразделения, занимающегося разработкой бизнес-планов не только для институтов СО РАН, но и для сторонних организаций. Работа по созданию такой лаборатории в ИЭОП СО РАН уже начата. Подготовка аналитиков для работы в консалтинговых компаниях может проводиться на базе экономического факультета НГУ.

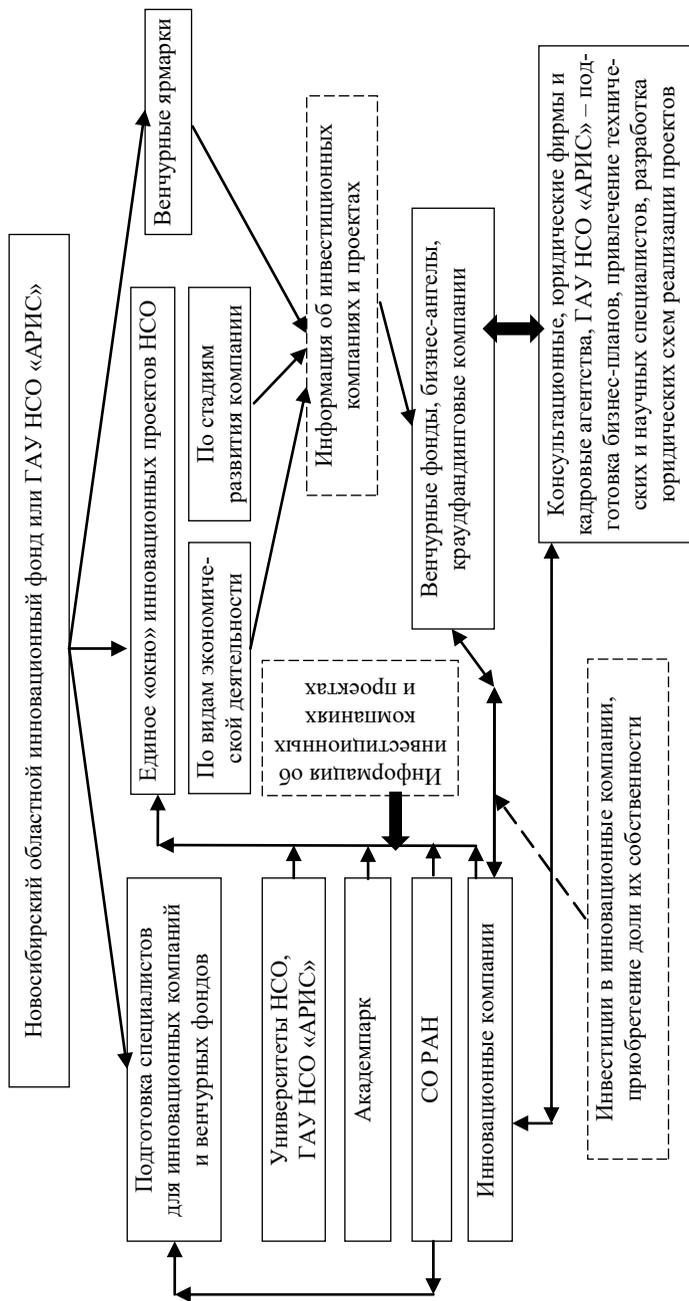


Рис 1.20. Перспективная схема взаимодействия агентов инфраструктуры венчурного финансирования в Новосибирской области

Источник: [Развитие инновационной..., 2020, с. 426].

5. Целесообразно введение налогового стимулирования инвестиций в инновационную сферу в НСО по примеру Республики Татарстан путем использования инвестиционного налогового кредита в случае инвестирования в инновационные проекты и налоговых льгот, стимулирующих инновационную деятельность.

6. Другим вариантом стимулирования венчурных инвестиций в НСО может стать присвоение Академгородку вместе с некоторыми другими территориями (Кольцово, Краснообск) статуса особого территориального образования типа Сколково с освобождением резидентов этого особого территориального образования от уплаты налогов сроком на 10 лет. Такая налоговая среда создаст существенный импульс для развития инновационных компаний, которые станут намного более привлекательными для венчурных фондов. Необходимо добиться решения вопроса о присвоении статуса особого территориального образования Академгородку на федеральном уровне в рамках проекта «Академгородок 2».

7. Дополнительной формой поддержки венчурного финансирования инновационных проектов может быть гарантирование кредитов Правительством НСО в случае, если венчурные фонды осуществляют инвестиции в виде так называемой «смешанной» сделки.

8. Перечисленные выше формы (или их сочетание) льготирования инновационного бизнеса в НСО целесообразно включить в документы, обеспечивающие имплементацию решений по реализации проекта пилотного региона Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [Указ Президента..., 2016] (НСО входит в Стратегию как пилотный регион) и по реализации проекта «Академгородок 2.0». Необходимо довести эти документы до принятия решений Правительством РФ и Правительством НСО.

9. Привлечение венчурных фондов крупных банков (ПАО Сбербанк и ВТБ (ПАО)), а также создание краудфандинговых компаний для финансирования интересных инновационных проектов на территории НСО.

10. По информации представителей Правительства НСО, «Фонд содействия развитию венчурных инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Новосибирской области» обладает в настоящее время средствами в размере 60 млн руб. Этих средств недостаточно для продолжения его деятельности.

Поэтому представляется целесообразным дофинансировать Фонд и объявить новый конкурс по отбору управляющей компании, которая также должна привлечь дополнительные инвестиции. Помимо этого, в каждый проект управляющая компания должна вкладывать не менее 10% своих собственных средств от общей суммы инвестиций. Такой опыт применялся Европейским банком реконструкции и развития при создании сети венчурных фондов в России в период 1995–2005 гг. Последнее требование резко повышает ответственность управляющей компании при принятии решений об инвестировании. По нашему мнению, новый фонд должен быть создан в размере не менее 650 млн руб.

11. Процедура отбора проектов венчурным фондом является весьма сложной и обычно длится несколько месяцев. Поэтому ключевым является вопрос о компетентности директора и инвестиционных менеджеров, которые будут заниматься работой по поиску подходящих для инвестирования компаний. Директор фонда должен обладать успешным опытом работы в венчурной индустрии не менее 10 лет.

12. Новосибирская область в лице Законодательного собрания может выступить с законодательной инициативой о решении вопроса об использовании части (в пределах 5%) пенсионных накоплений россиян для инвестирования в венчурный капитал, неоднократно выдвигаемого в России, привлекая для скорейшего рассмотрения этой инициативы депутатов Государственной Думы и членов Совета Федерации, представляющих НСО. При этом можно будет заручиться поддержкой РАВИ (Российской ассоциации венчурного инвестирования) в решении этого вопроса, а также других регионов (Томская область, Красноярский край и др.), используя возможности аппарата Полномочного представителя Президента РФ в Сибирском федеральном округе [Развитие инновационной..., 2020, с. 423].

На основе проведенного в *первой главе* исследования можно сделать следующие *выводы*.

1. Венчурные инвестиции в России занимают весьма небольшую долю в общем объеме инвестиций (по состоянию на 2018 год доля венчурных инвестиций в валовом накоплении капитала составляла около 0,23%). Венчурный капитал является одним из наиболее эффективных источников финансирования инновационного бизнеса в развитых странах. Проблема финанси-

рования инновационных проектов имеет важное народнохозяйственное значение. Решение данной проблемы позволит диверсифицировать экономику России и снизить ее зависимость от конъюнктурных колебаний мирового рынка энергоносителей, что будет содействовать усилению экономической безопасности страны и соответствует национальной стратегии развития экономики в сторону импортозамещения и создания новых эффективных производств на основе современных технологий.

2. Анализ статистических показателей рынка венчурного инвестирования в России на основе статистических данных, представленных Российской ассоциацией венчурного инвестирования (РАВИ), позволил выявить следующие основные особенности российского рынка венчурного инвестирования:

2.1. РЕ фонды в течение рассматриваемого периода стабильно занимают большую долю по объему инвестирования, чем VC фонды. Иными словами, преобладает инвестирование в компании на поздних стадиях (расширение, реструктуризация), а инновационные компании на более ранних, так называемых «венчурных стадиях» (посевная, начальная, ранняя), остаются недофинансированными.

2.2. Среди фондов, занимающихся инвестированием в компании на венчурных стадиях, т.е. VC фондов, наибольшую долю занимают частные фонды.

2.3. Наибольший объем инвестиций венчурного капитала в России осуществляется в сектор информационно-коммуникационных технологий, т.е. в IT-компании.

2.4. Венчурное инвестирование в так называемые «реальные отрасли» (в терминологии РАВИ), осуществляющие производство материальной и нематериальной продукции, занимает наименьшую долю в отраслевых предпочтениях VC и РЕ фондов. Иными словами, инновационные проекты в данных отраслях национальной экономики остаются недофинансированными.

2.5. Большинство венчурных инвестиций направлено в Центральный федеральный округ, остальные регионы РФ не принимают активного участия в формировании национальной венчурной среды.

2.6. Венчурной индустрии в России присуще небольшое количество прибыльных «выходов» через IPO, что связано с неразвитостью фондового рынка. В большинстве случаев венчурный инвестор осуществляет «выход» из бизнеса проинвестированной

компании посредством продажи своего пакета акций стратегическому инвестору. Отрицательным моментом такого типа «выхода» является то, что зачастую таким инвестором выступает не российская компания, а иностранная, что может не всегда устраивать первоначальных собственников – инициаторов проекта.

3. Российская венчурная индустрия достаточно молодая и сейчас находится на стадии становления. На данном этапе можно говорить об отсутствии четкого механизма взаимодействия между потенциальными венчурными инвесторами, инициаторами инновационного проекта и надзорными органами. Иными словами, можно констатировать неразвитость институтов венчурного бизнеса.

4. В настоящее время деятельность различных структур, оказывающих содействие инновационному процессу на уровне регионов, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала, не скоординирована. Необходимо создание единого центра, координирующего инновационную деятельность в конкретном регионе, включая деятельность, связанную с привлечением венчурных фондов и инвестированием их средств в объекты в данном регионе.

5. По нашему мнению, необходимо создание для потенциальных инвесторов единого «окна», где они могут получить информацию об инновационных проектах на территории данного региона, что существенно упростит поиск компаний или проектов для инвестиций. В таком «окне» должна быть сконцентрирована краткая информация об инновационных проектах, реализующихся на территории данного региона, с дифференциацией их по видам экономической деятельности и стадиям реализации: посевная стадия, стартапы и т.д.

6. Ключевым элементом инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в регионах РФ должны стать квалифицированные кадры. Необходимо развернуть подготовку аналитиков для работы в венчурных фондах на базе экономических факультетов ведущих ВУЗов страны. Принципиальным моментом является привлечение для обучения специалистов, имеющих опыт реальной работы в венчурных фондах в России и (или) за рубежом.

7. Целесообразно введение налогового стимулирования венчурных инвестиций в инновационную сферу в регионах России, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала, по примеру Республики Татарстан путем использования инвестици-

онного налогового кредита в случае инвестирования в инновационные проекты и налоговых льгот, стимулирующих инновационную деятельность.

8. По нашему мнению, дополнительной формой поддержки венчурного финансирования инновационных проектов может стать гарантирование кредитов Правительством региона в случае, если венчурные фонды осуществляют инвестиции в виде так называемой «смешанной» сделки, когда часть средств предоставляется инвестируемой компании в виде прямых инвестиций, а часть – в форме кредита.

9. Целесообразно привлечение венчурных фондов крупных банков (ПАО Сбербанк и Банк ВТБ (ПАО)) для финансирования перспективных инновационных проектов, которые могут быть внедрены в самих этих банках; создание краудфандинговых компаний, а также организация новых венчурных фондов в форме инвестиционного товарищества в регионах России, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала.

10. Пенсионные фонды США играют очень важную роль в венчурном бизнесе, поскольку они вкладывают большие объемы средств, которые в последующем направляются на инновационную деятельность. В России данный способ инвестирования запрещен законом № 111-ФЗ, ст. 26. По нашему мнению, необходимо расширение источников финансирования для венчурных инвестиций, как на региональном, так и на национальном уровне посредством реализации неоднократно выдвигаемого в России предложения об использовании части (в пределах 5%) пенсионных накоплений россиян для инвестирования в венчурный капитал.

Глава 2

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

2.1. Методы и модели оценки эффективности инвестиционных проектов: истоки и современность

Выполним обзор методов и моделей, используемых для оценки целесообразности финансирования инвестиционных, и в том числе инновационных проектов, получивших широкое распространение в экономической литературе. Однако прежде чем приступить к анализу применяемых в настоящее время методов и моделей, обратимся к рассмотрению *теоретических подходов и концепций, лежащих в основе оценки инвестиционных и инновационных проектов.*

Обратимся к исследованиям, объясняющим происхождение экономической категории «процент». Так, наиболее известными теориями происхождения процента являются *теория предпочтения ликвидности* и *теория предпочтения текущих потребностей*. Первая концепция связывает происхождение процента с существованием различия активов по степени ликвидности. Наиболее ликвидным активом являются деньги, поскольку именно деньги в любой момент времени могут быть обменены на какой-либо товар и (или) услугу. Из этого фундаментального предположения следует, что любой индивид, отдавший часть своих денежных средств во временное пользование другому индивиду, хочет получить определенную компенсацию за временный отказ от своего высоколиквидного актива. Другими словами, происходит замена краткосрочной потери ликвидности на процент, который и является в данном случае компенсацией, выплачиваемой заемщиком кредитору. Впервые эта концепция была описана в книге Джона Мейнарда Кейнса «Общая теория занятости, процента и денег» [Keynes, 1936, с. 84].

Вторая концепция основана на предположении о том, что в первую очередь каждый индивид стремится как можно быстрее удовлетворить свои текущие потребности. В связи с таким предположением можно сказать, что если индивид становится креди-

тором, дает займы другому индивиду определенную сумму денег на определенный срок, то он лишается возможности удовлетворять часть своих потребностей здесь и сейчас. Краткосрочная потеря частичной возможности удовлетворять какие-либо потребности приводит к тому, что кредитор назначает компенсацию за такого рода издержки в виде процентных выплат со стороны заемщика. Что же касается заемщика, то он выплачивает назначенные проценты, потому что заемные средства предоставляют ему возможность удовлетворить свои потребности раньше, чем он мог это сделать в случае отсутствия таких средств. Родоначальником данной теории, вытекающей из «теории воздержания», является австрийский экономист Ойген фон Бём-Баверк, представитель школы маржинализма [Мамонтов, 2019, с. 35, 37].

Остановимся более подробно на учении Ойгена фон Бём-Баверка. Одними из его самых популярных произведений являются: «Капитал и процент», «Критика теории Маркса» и «Основы теории ценности хозяйственных благ» [Мамонтов, 2019, с. 31].

Происхождение процента Ойген фон Бём-Баверк связывает с различием ценности текущих и будущих благ. Другими словами, ценность текущего потребления товаров и услуг гораздо выше для индивида, нежели ценность аналогичного потребления такого же количества и качества товаров и услуг в будущем. Такое утверждение О. Бём-Баверк стремится доказать с помощью трех мотивов, побуждающих индивида ценить удовлетворение своих потребностей в текущий момент выше, нежели чем в обозримом будущем [Cohen, 2011, с. 7].

Первый мотив он связывает с тем фактом, что предельная полезность дохода уменьшается с течением времени. Именно поэтому разумный индивид, максимизирующий свою индивидуальную полезность на протяжении всей жизни, готов заплатить за сегодняшнее потребление цену выше, чем за потребление в будущем, так как у него имеются высокие ожидания относительно будущих доходов [Cohen, 2011, с. 7]. Иными словами, рост текущего потребления обеспечивает более высокие темпы прироста полезности, чем рост будущего потребления. Однако существует критика этого мотива, заключающаяся в том, что с возрастом люди объективно прогнозируют сокращение своих доходов, поэтому удовлетворение своих потребностей в будущем они оценивают выше, чем в данный конкретный момент времени. Автором этого аргумента является шведский экономист К. Виксель [Блауг, 1994, с. 463].

Второй мотив основывается на предположении отсутствия у некоторой группы индивидов такого качества, как сила воли. Все это, по мнению О. Бём-Баверка, порождает неопределенность относительно будущего и продолжительности жизни [Cohen, 2011, с. 7]. Такая группа индивидов обладает «врожденной близорукостью» и оценивает текущее потребление выше, чем будущее. Многие ученые-экономисты подвергают этот мотив критике. Так, по словам Альфреда Маршалла, слабОВОлие и относительная неразвитость воображения может быть заменена такими человеческими инстинктами, как забота о последующих поколениях (детях, внуках) и накопление средств на «черный день» [Блауг, 1994, с. 465].

И наконец, третий мотив, побуждающий человека сделать выбор в пользу текущего потребления, добавляет к анализу производственную сферу [Cohen, 2011, с. 7]. Согласно О. Бём-Баверку, с помощью инвестирования сегодняшних благ в «окольное» производство удастся добиться большего объема производимого продукта в будущем, чем при инвестировании того же количества благ в сферу «непосредственного» производства [Блауг, 1994, с. 466].

Критике подвергся и этот мотив, выдвинутый Ойгеном фон Бём-Баверком. Основанием для критики стал тот факт, что данный мотив объясняется только со стороны спроса на производственные кредиты, в то время как два других мотива затрагивают еще и предложение на рынке кредитования. Именно из-за этого существенного недостатка третьего мотива при отсутствии двух других дополнительная ценность благ не появляется из-за большей производительности «окольного» производства [Блауг, 1994, с. 466]. Однако при комбинации всех вышеуказанных мотивов можно получить объяснение возникновения процента [Блауг, 1994, с. 467].

Обратимся к трактовке *капитала* О. Бём-Баверком. Так, по его мнению, под *капиталом* следует понимать лишь совокупность материальных благ. Для О. Бём-Баверка капитал – это ткацкие станки, мельницы и любые другие материально-технические средства, используемые в производстве и создающие стоимость. О. Бём-Баверк выделяет понятия «социальный капитал» и «частный капитал». В трактовке Ойгена фон Бём-Баверка «социальный капитал» – это некий «естественный запас» производственных средств, включающий в себя совокупность промежуточных това-

ров. Что касается определения «частного капитала», то он подразумевает под собой группу товаров длительного пользования [Endres, 1987, с. 302].

Среди исследователей, которые продолжили развивать *теорию процента и капитала* и пытались обосновать ее математически, отметим Ирвинга Фишера [Томо, 1997, с. 1]. Ирвинг Фишер – американский ученый-экономист, представитель неоклассической школы. Учение И. Фишера на сегодняшний день является основой большинства современных концепций, посвященных капиталу и проценту, а также проблеме межвременного выбора [Irving Fisher ... , 2005, с. 19–20]. Основными произведениями Ирвинга Фишера являются следующие работы: «Теория процента», «Природа капитала и дохода» и «Покупательная сила денег» [Dimand, Geanakoplos, 2005, с. 5, 7].

Перейдем к рассмотрению концепций, предложенных Ирвингом Фишером относительно капитала и процента. *Теория процента* занимает одно из центральных мест в исследованиях Фишера. Положения данной теории на сегодняшний день определяют часть основных микроэкономических принципов. Ее развитие плавно вытекает из положений концепции процента Ойгена фон Бём-Баверка, некоторые из которых критикуются и оспариваются И. Фишером, а некоторые дорабатываются им и дополняются математическими выкладками [Gootzeit, 1999, с. 7–8].

В книге «Теория процента» И. Фишер развивает то, что сегодня называют теорией межвременного выбора. В *теории процента* И. Фишера рассматриваются базовые факторы временного предпочтения (т.е. предпочтения экономических благ в данное время по отношению к таким же благам в будущем) или так называемого «нетерпения». Это экономические факторы (доход) и так называемые «личные» факторы (связанные с психологическими особенностями того или иного индивида). Согласно Фишеру, временное предпочтение индивида зависит от четырех характеристик потока его доходов: величина, распределение во времени, состав и уровень риска [Thaler, 1997, с. 439]. И. Фишер в работе [Fisher, 1930] характеризует влияние величины дохода на временные предпочтения индивида следующим образом: «В целом можно сказать, что при прочих равных условиях, чем меньше доход, тем выше предпочтение настоящего дохода над будущим, то есть тем сильнее нетерпение иметь доход как можно раньше» [Fisher, 1930, с. 72].

И. Фишер уверен, что влияние дохода на «нетерпение» отчасти рационально, а отчасти иррационально. К «личным» факторам, оказывающим влияние на временные предпочтения индивида, он относит: предвидение, самоконтроль, привычки, предполагаемую продолжительность жизни, заботу о жизни других людей (мотив оставить наследство) и моду. «Личные» факторы являются иррациональными [Thaler, 1997, с. 439].

Обратимся к понятиям *капитала* и *дохода* в трактовке И. Фишера. Под *капиталом* он понимает запасы материальных благ. Другими словами, в данное понятие включается земля и другие природные ресурсы, воспроизводимые блага, объекты, находящиеся в собственности государства, фирм и домашних хозяйств, жилье, потребительские товары длительного пользования, товары длительного пользования производственного назначения [Fisher's "The Nature ...", 2005, с. 211].

В работе [Fisher's "The Nature ...", 2005] отмечается, что трактовка И. Фишером дохода является достаточно дискуссионной. Под *доходом* он понимает «потребление» или «расходование». Предполагается, что богатое домохозяйство или общество имеет низкий «доход» в периоды, когда оно решает жить экономно и приумножать капитал, и высокий «доход» – в периоды, когда оно расходует свой капитал [Fisher's "The Nature ...", 2005, с. 212].

Норму процента И. Фишер называет связующим элементом между доходом и капиталом [Fisher, 1930, с. 13]. В работе [Fisher, 1930] он дает формальное описание *принципа дисконтирования*. Данный принцип И. Фишер называет фундаментальным при инвестировании. Он отмечает, что процентная ставка может использоваться любым из следующих двух способов: при проведении расчетов от текущей к будущей стоимости, и наоборот, от будущей стоимости к текущей. Последний способ И. Фишер именует *дисконтированием* и подчеркивает, что данный процесс из двух вышеописанных является наиболее важным. Главная проблема, которая при этом возникает, состоит в том, как «перевести будущее в настоящее», иными словами, проблема определения дисконтированной стоимости будущих доходов [Fisher, 1930, с. 14].

Текущая стоимость любой вещи представляет собой то, что покупатели готовы отдать за нее, а продавцы – взять за нее. Для того чтобы каждый индивид смог принять разумное решение относительно того, что он хочет отдать или взять, этот индивид должен, во-первых, иметь представление о стоимости будущих

выгод, которые эта вещь принесет, и, во-вторых, иметь представление о процентной ставке, с помощью которой эта будущая стоимость может быть приведена к текущему моменту времени с помощью *дисконтирования* [Fisher, 1930, с. 15].

Говоря о сфере применения *принципа дисконтирования*, И. Фишер в книге [Fisher, 1930] подчеркивает, что область применения данного принципа не ограничивается только облигациями, он применим на любом рынке ко всему имуществу: акциям, земле, зданиям, машинам и оборудованию или к чему бы то ни было. Каждый из перечисленных активов имеет свою рыночную стоимость, которая зависит от выгод, ожидаемых инвестором, и рыночной процентной ставки, с помощью которой эти выгоды дисконтируются [Fisher, 1930, с. 17–18]. В настоящее время принцип дисконтирования широко используется при оценке стоимости финансовых и реальных активов, а также при анализе эффективности финансирования тех или иных инвестиционных проектов.

Следует особо остановиться на *теории риска и неопределенности* Фрэнка Найта, являющегося представителем чикагской экономической школы. В своей работе «Риск, неопределенность и прибыль» Ф. Найт с целью разграничения понятий «риск» и «неопределенность» предлагает выделять три типа вероятностей. Первый тип – это так называемая «априорная вероятность». Она предполагает «однородную классификацию идентичных случаев», и подобные вероятностные суждения рассматриваются Ф. Найтом как «индуцированные из опыта». Второй тип – это «статистическая вероятность», которая «основана на эмпирической классификации случаев». И, наконец, третий тип вероятности – это «оценки», когда не существует «критерия для классификации случаев» [Фрэнк Найт ..., 1994, с. 21–22].

Этот третий особый тип вероятности Ф. Найт называет *неопределенностью*. В работе «Риск, неопределенность и прибыль» он подчеркивает, что решения, принимаемые в бизнесе, не могут быть «подвергнуты статистической группировке для определения вероятности исхода», поскольку, по мнению Ф. Найта, такие решения являются уникальными. Он отмечает, что индивид часто стремится определить «обоснованность или надежность» своей оценки, что схоже с «вероятностным суждением». Однако в реальности, по мнению Ф. Найта, говорить о существовании какой-либо «объективной вероятности» истинности этой оценки или суждения не приходится. Термином «*риск*» Фрэнк Найт обознача-

ет ту неопределенность, которую можно измерить. Неопределенность же, которая, по мнению Ф. Найта, не может быть измерена, он называет *истинной неопределенностью* и видит в ней источник предпринимательской прибыли [Фрэнк Найт ... , 1994, с. 26]. Согласно Ф. Найту именно риск подлежит страхованию [Фрэнк Найт ... , 1994, с. 27].

Выполним обзор публикаций, в которых представлены методы и модели, используемые в настоящее время для оценки целесообразности финансирования инвестиционных, и в том числе инновационных проектов, а также обобщим их достоинства и недостатки (табл. А.1 Приложения А).

Метод дисконтированных денежных потоков (метод NPV). Данный подход лежит в основе *методик Всемирного банка и ЮНИДО* [Guidelines for project ... , 1972]. Если говорить о России, то этот метод используется в «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов» [Методические рекомендации ... , 2000]. В работе Т.С. Новиковой [Новикова, 2005], посвященной анализу общественной эффективности инвестиционных проектов, метод дисконтированных денежных потоков применяется в качестве инструментария оценки. В.В. Титов и Г.В. Жигульский используют метод NPV в публикации [Титов, Жигульский, 2015], в которой выполняется оценка эффективности инновационного проекта, связанного с внедрением на производстве нового технологического процесса, в рамках действующей налоговой системы.

Следует отметить, что на сегодняшний день метод дисконтированных денежных потоков является преобладающим на российских предприятиях при оценке эффективности инвестиционных проектов. Достоинства и ограничения данного метода будут подробно описаны в разделе 2.2. данной монографии, а также обобщенно представлены в таблице Б.1 Приложения Б.

Оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель (ОМММ) и ее модификации. ОМММ была разработана в конце 60-х годов XX века под руководством академика А.Г. Гранберга в ИЭОПП СО АН СССР [Системное моделирование ... , 2014, с. 11]. В дальнейшем она была развита в направлении ее приложения к решению разнообразных задач, связанных с оценкой эффективности инвестиционных проектов.

Следует отметить работу «Народнохозяйственная оценка технологической структуры КАТЭК» [Суслов, 1986], в которой

народнохозяйственные модели применяются для оценки эффективности инвестиционных проектов. ОМММ представляет собой систему совокупных прогнозных региональных межотраслевых балансов [Суслов, Бузулуцков, 2016, с. 18]. Такие балансы демонстрируют развитие экономики регионов. При этом регионы связаны общими ресурсами, достижением общих целей, реализацией межрегиональных проектов таких, как, например, развитие транспортной инфраструктуры и пр. [Системное моделирование ... , 2014, с. 24].

Рассмотрим применение *оптимизационной межотраслевой межрегиональной модели (ОМММ)* и ее адаптацию для различных отраслей экономики России в работах Н.И. Суслова, его коллег и учеников. Оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель с блоком энергетики ОМММ-ТЭК подробно описана Н.И. Сусловым и В.Ф. Бузулуцковым, например, в работе [Системное моделирование ... , 2014].

В работе [Суслов, Бузулуцков, 2017] описан опыт применения модельного комплекса ОМММ-ТЭК для сценарного анализа развития топливно-энергетического комплекса регионов России. Авторы работы отмечают, что с помощью инструментария оптимизационной межотраслевой межрегиональной модели топливно-энергетического комплекса можно отследить реакцию экономики страны и региона на реализацию крупномасштабного инвестиционного проекта, но оценить его коммерческую (финансовую) эффективность с использованием данной модели не представляется возможным [Суслов, Бузулуцков, 2017, с. 220]. В публикации [Суслов, Бузулуцков, 2016] оптимизационная межотраслевая межрегиональная модель с блоком энергетики ОМММ-ТЭК развита в направлении ее применения для моделирования макроэкономических эффектов, проявляющихся при использовании новых альтернативных технологий производства искусственного холода с учетом неопределенности стоимости холодильных установок.

В работе Н.И. Суслова и А.Б. Хуторецкого [Суслов, Хуторецкий, 2015] представлена модификация оптимизационной межотраслевой межрегиональной модели для случая крупномасштабного инвестиционного проекта в сфере железнодорожного транспорта. Фактор неопределенности учитывается в данном случае посредством анализа набора сценариев.

Обобщим достоинства и недостатки, присущие оптимизационным межотраслевым межрегиональным моделям и их мо-

дификациям. Н.И. Суслов в [Suslov, 2014] отмечает, что такие модели позволяют оценить влияние инвестиционного проекта на уровне региона и страны в целом [Suslov, 2014, с. 190]. В работе [Системное моделирование ... , 2014, с. 25] подчеркивается, что ОМММ возможно использовать на основе имеющихся источников информации и уже развитого математического аппарата в связи с наличием в основе модели исключительно известных количественных связей между факторами [Системное моделирование ... , 2014, с. 25].

Среди достоинств ОМММ в работе [Гулакова, 2013] отмечается следующее: данная модель дает возможность оценить количественно изменение благосостояния общества, обусловленное осуществлением крупного инфраструктурного проекта, а также измерить косвенные эффекты при оценке общественной эффективности инвестиционного проекта [Гулакова, 2013, с. 22].

Н.И. Суслов в публикации [Suslov, 2014] к ограничениям оптимизационных межотраслевых межрегиональных моделей относит следующие обстоятельства: возникают проблемы с выявлением зависимости прироста выпуска и конечного спроса, а также трудности с вычислением коэффициентов внутрирегиональных и межрегиональных перевозок [Suslov, 2014, с. 191].

В работе [Гранберг и др., 2010], посвященной использованию оптимизационных межотраслевых межрегиональных моделей, описаны результаты оценок эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов, осуществляемых на основе государственно-частного партнерства, где были определены взаимосвязанные показатели эффективности этих проектов на разных уровнях. Авторы публикации [Гранберг и др., 2010] предлагают использовать двухпериодную оптимизационную межотраслевую межрегиональную модель для оценки показателей эффективности крупных инвестиционных проектов на макро- и мезоуровне, а на микроуровне применять *многопериодную имитационную модель инвестиционного проекта*. В работе Т.Г. Гамидова, Д.А. Доможирова и Н.М. Ибрагимова [Гамидов и др., 2013] описывается модификация ОМММ, которая принимает во внимание падающую эффективность внешней торговли и прямые межрегиональные связи.

Говоря о преимуществах *многопериодной имитационной модели инвестиционного проекта*, в работе [Михеева и др., 2011] отмечается, что при использовании данной модели оценка проекта включает в себя анализ коммерческой (т.е. финансовой) и об-

щественной эффективности с использованием финансовой и экономической моделей инвестиционного проекта соответственно. В результате применения данной модели становится возможным обосновать необходимость финансирования инвестиционного проекта за счет средств бюджетов различного уровня, т.е. показать целесообразность поддержки данного проекта со стороны государства [Михеева и др., 2011, с. 83]. К ограничениям модели можно отнести сложность и трудоемкость расчетов.

Агент-ориентированные модели (АОМ). АОМ представляет собой совокупность имитационных моделей, включающих в себя большое количество децентрализованных агентов [Доможиров и др., 2017, с. 86]. В работе [Суслов и др., 2016] агент-ориентированная многорегиональная модель «затраты-выпуск» (АОМММ) для экономики России модифицируется в направлении учета в ней роли государства.

Обобщим достоинства и недостатки агент-ориентированных моделей. Коллектив авторов в публикации [Суслов и др., 2016] в качестве преимущества таких моделей называет возможность их применения для анализа государственного вмешательства в экономику с учетом социальных и поведенческих аспектов [Суслов и др., 2016, с. 953–954].

В работе [Доможиров и др., 2017] подчеркивается, что АОМ дает возможность осуществлять как в отраслевом, так и в пространственном разрезе структурный анализ процессов, которые происходят в экономике [Доможиров и др., 2017, с. 86]. Коллектив авторов этого исследования также отмечает, что агент-ориентированные модели позволяют осуществлять сравнительный анализ начального и конечного состояний системы [Доможиров и др., 2017, с. 87], а получаемый с помощью таких моделей «макроэкономический результат имеет микроэкономические основания, но не является простой суммой действий агентов» [Доможиров и др., 2017, с. 86]. К ограничениям агент-ориентированных моделей можно отнести сложность и трудоемкость их проектирования [Даденков, Кон, 2015, с. 39].

Метод исследования науки и технологий (STS). В работе [Новикова, Королькова, 2019] данный метод определяется как «междисциплинарный подход к анализу НТР и включает исследования лабораторных работ, акторно-сетевую теорию, методы этнометодологии, методы научных метрик, методы построения пространств знаний» [Новикова, Королькова, 2019, с. 115]. Авторы [Новикова, Королько-

ва, 2019] исследуют проблему этики в науке и технологиях, а также анализируют роль социальной справедливости в качестве значимого элемента научно-технологического развития.

Основные преимущества данного подхода, по мнению Т.С. Новиковой и М.В. Корольковой, заключаются в обращении к практике, а также в выявлении связи между людьми и результатами их деятельности [Новикова, Королькова, 2019, с. 121–122].

В работе [Новикова, Королькова, 2019] в качестве одного из методов STS описывается метод научных метрик. Авторы подчеркивают, что данный метод имеет важное значение для подхода STS и применяется для оценки междисциплинарных исследований и анализа возникновения новых технологий [Новикова, Королькова, 2019, с. 123]. Т.С. Новикова и М.В. Королькова отмечают, что метод научных метрик используется и при построении обобщающих индексов, например, глобального инновационного индекса. К ограничениям данного подхода они относят проблему, появляющуюся в результате объединения показателей разных стран, а именно исключение из рассмотрения различий между этими странами [Новикова, Королькова, 2019, с. 124].

Метод реальных опционов. *Классическая концепция реальных опционов*, а также достоинства и ограничения этого подхода будут подробно описаны в разделе 2.3.1 данной монографии.

В работах [Канева, Лычагин, 2006] и [Канева, 2007] авторы используют метод для оценки финансовых рисков. Они применяют экзотические опционы для управления валютным риском, а также другими видами финансовых рисков. В исследовании [Бобылев, 2010] представляется подход для вычисления на основе метода реальных опционов мультипликатора «затраты-эффекты» с целью оценки вклада в экономику страны группы инновационных проектов.

В работе [Заболотский, 2008] метод реальных опционов применяется для определения премии опциона с помощью биномиальной модели Кокса-Росса-Рубинштейна в сфере биотехнологий. Говоря о методе реальных опционов, необходимо отметить собрание статей ежегодной конференции по этой проблематике. В 2019 г. конференция «Real Options» проходила в Англии. В одной из работ, представленных на данной конференции ([Nupes и др., 2019]), в контексте реальных опционов коллективом авторов рассматривается проблема оценки инвестиций при наличии таких двух источников неопределенности, как цена продукции и уровень технологий.

Метод нечетких множеств. Базовым элементом теории нечетких множеств является неопределенность, поскольку нечетко-множественный подход имеет дело с неточной информацией [Пегат, 2011, с. 11]. Использованию метода нечетких множеств в финансовой сфере в нашей стране положили начало научные исследования А.О. Недосекина (см., например, [Недосекин, 2003]).

Метод нечетких множеств применяется в работах В.Н. Павлова и А.В. Павлова ([Павлов, 2004]; [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012]; [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2013]). Так, А.В. Павлов в исследовании [Павлов, 2004], ссылаясь на А.О. Недосекина, отмечает, что «рыночная неопределенность часто не обладает классически понимаемой статистической природой» (цит. по [Павлов, 2004, с. 1]). В этой работе автор разрабатывает методы построения характеристических функций нечетких образов макроэкономических показателей.

В исследовании Н.В. Павловой [Павлова, 2009] автором предлагается на основе нечетко-множественного описания параметров деятельности компании сформировать интегральный показатель ее финансового состояния.

Опишем достоинства и недостатки метода нечетких множеств. Среди достоинств подхода Н.В. Павлова в работе [Павлова, 2009] отмечает, что он позволяет «учесть возможную неточность исходных данных, неопределенность других неучтенных в исследовании факторов» [Павлова, 2009, с. 17–18]. Иными словами, преимуществом нечетко-множественного подхода является возможность работы с неточной информацией. Метод позволяет исследовать неопределенность и учитывать ее при проведении оценки эффективности финансирования инвестиционных и инновационных проектов. К ограничениям метода нечетких множеств можно отнести трудоемкость расчетов, а также сложность понимания метода для финансовых менеджеров.

Метод реальных опционов, а также **метод нечетких множеств**, которые возможно использовать для оценки инновационных проектов, характеризующихся высокой степенью неопределенности, будут подробно проанализированы в последующих разделах данной монографии.

Искусственные нейронные сети. К. Галло в работе [Gallo, 2015] определяет искусственную нейронную сеть как систему обработки информации, выявляющую взаимосвязь между «входными» и «выходными» данными посредством искусственного моде-

лирования физиологической структуры и функционирования человеческого мозга [Gallo, 2015, с. 179].

В.Е. Овсянников в работе [Овсянников, 2013] пишет о возможности применения искусственных нейронных сетей для анализа инновационных проектов. Одной из важных особенностей описанного инструмента автор называет способность нейронной сети к обучению [Овсянников, 2013, с. 87], что является несомненным достоинством данного подхода. Авторы исследования [Поезжалова и др., 2011] в качестве преимущества метода искусственных нейронных сетей отмечают возможность выполнять многокритериальную оптимизацию, например, технологий в инновационных проектах [Поезжалова и др., 2011, с. 45].

М.М. Маад в работе [Maad, 2018] к преимуществам метода искусственных нейронных сетей относит способность работать с неполными данными, а также возможность параллельной обработки данных [Maad, 2018, с. 1]. Среди ограничений данного метода М.М. Маад отмечает следующие обстоятельства. Во-первых, это необъяснимое поведение искусственной нейронной сети: когда сеть выдает решение, то не дается каких-либо пояснений, как и почему оно было получено, что существенно снижает доверие к сети [Maad, 2018, с. 1]. Во-вторых, это зависимость от аппаратных средств компьютерных систем: использование искусственных нейронных сетей требует наличия процессоров с параллельной вычислительной мощностью [Maad, 2018, с. 1].

Каждый из проанализированных нами методов и моделей, используемых в настоящее время для оценки эффективности инвестиционных и инновационных проектов, имеет свою сферу применения, преимущества и ограничения. Так, например, для целей оценки финансовой эффективности стандартных инвестиционных проектов на микроуровне наиболее подходящим методом является традиционный метод дисконтированных денежных потоков. Однако применение этого метода для оценки высокорисковых инновационных проектов не является обоснованным по причине возможности недооценки подобных проектов. Для анализа финансовой эффективности инновационных проектов на микроуровне, по нашему мнению, в наибольшей степени подходит метод реальных опционов и нечетко-множественный подход, поскольку данные методы способны учесть неопределенность.

Для оценки того, как экономика на мезо- и макроуровне реагирует на осуществление крупномасштабных инвестиционных

проектов, например, инфраструктурных проектов, целесообразно использовать инструментарий оптимизационных межотраслевых межрегиональных моделей. С использованием многопериодной имитационной модели инвестиционного проекта возможно определить помимо финансовой эффективности также и общественную эффективность проекта. Для анализа государственного вмешательства в экономику подходят агент-ориентированные модели [Музыка, 2020д].

2.2. Методы оценки инвестиционных проектов при венчурном финансировании

Рассмотрим особенности методов, получивших наиболее широкое распространение в мировой экономической литературе, которые используются венчурными фондами для оценки целесообразности финансирования инвестиционных проектов, а также обобщим их достоинства и недостатки.

Метод венчурного капитала (*venture capital method* – *VCM*). Данный метод подробно описан в работе [Montani и др., 2020]. Он основан на методе дисконтированных денежных потоков (*discounted cash flow method* – метод *DCF*) и является модификацией этого метода для случая стартапа. С помощью *VCM* стоимость компании оценивается на основе чистой приведенной стоимости будущих денежных потоков при наиболее вероятном сценарии на определенном временном горизонте и с использованием процентной ставки, которая отражает высокий риск инвестиций [Montani и др., 2020, с. 34]. Метод включает в себя следующую последовательность шагов:

Шаг 1. На первом шаге рассчитываются ожидаемые денежные потоки от проекта. Временной горизонт включает в себя период от двух до пяти лет. Прогноз денежных потоков основывается на одном единственном сценарии, который был выбран как наиболее реалистичный. Стоимость компании в конце временного горизонта (на «выходе») – так называемая терминальная стоимость (*terminal value*) – определяется путем умножения ожидаемых денежных потоков на показатель *P/E* (*P/E* – ожидаемая величина отношения цены акции к получаемому по ней доходу).

Шаг 2. Стоимость компании на «выходе» дисконтируется с использованием достаточно высокой ставки дисконтирования (до 75%).

Шаг 3. В обмен на предоставляемое финансирование венчурный капиталист приобретает доли в уставном капитале компании. Для того чтобы ее определить, необходимо найти оценку стоимости компании после финансирования (*post-money*). Эта оценка равна сумме чистого приведенного дохода до финансирования (*pre-money*) и инвестициям, предоставляемым венчурным капиталистом:

$$NPV_{post-money} = NPV_{pre-money} + I_{0,VC}, \quad (2.1)$$

где $I_{0,VC}$ – сумма инвестиций, предоставляемая венчурным капиталистом.

Доля венчурного капиталиста в уставном капитале компании определяется как частное от деления предоставляемой им суммы инвестиций на стоимость компании после финансирования: $I_{0,VC} / NPV_{post-money}$ [Montani и др., 2020, с. 34].

VCM широко используется для оценки стоимости стартапов. Однако у данного метода есть ограничения. Одно из них связано с используемой в расчетах ставкой дисконтирования. В работе [Montani и др., 2020] отмечается, что неправильным является включение риска дефолта компании в ставку дисконтирования. Включение данного риска означает рассмотрение его в качестве постоянной величины в течение всего времени жизненного цикла компании, что является нереалистичной предпосылкой. Еще одно ограничение *VCM* – невозможность анализа множества сценариев [Montani и др., 2020, с. 34–35].

P. Vernimmen с соавторами в работе [Vernimmen и др., 2014] несомненным преимуществом метода венчурного капитала называют простоту его использования и возможность относительно быстро определить стоимость компании [Vernimmen и др., 2014, с. 741]. В работе [Augusiak-Boro и др., 2018] среди преимуществ данного метода отмечается, что подход учитывает потенциал роста стартапа и позволяет венчурному инвестору установить пороговое значение нормы доходности. К ограничениям данного метода авторы этой работы относят сложности при определении терминальной стоимости, а также тот факт, что метод не принимает во внимание последующие эмиссии акций и возможность «разводнения» («размывания») собственности) [Augusiak-Boro и др., 2018, с. 28].

Модифицированный метод венчурного капитала. Модифицированный метод венчурного капитала отличается от стандартного метода явным признанием затрат на венчурное финанси-

вание: комиссионных за управление и вознаграждения управляющей компании [Metrick, Yasuda, 2011, с. 185].

Стоимость инвестиций, содержащая расходы, связанные с управлением венчурным фондом, рассчитывается по следующей формуле [Babiarz, 2016, с. 17]:

$$KI = \frac{CC}{IC} \times I, \quad (2.2)$$

где KI – стоимость инвестиций;

CC – капитал, который обязались внести инвесторы;

IC – капитал для инвестиций;

I – размер инвестиции [Babiarz, 2016, с. 17].

Еще одна модификация стандартного метода венчурного капитала – это вычитание вознаграждения управляющей компании. Необходимо включить эти затраты в рентабельность инвестиций, сделав при этом предположение о достижении инвестициями предполагаемой венчурным фондом нормы доходности:

$$mPV = PV \times (1 - SF), \quad (2.3)$$

где mPV – оценка компании для владельцев фонда с учетом доли, принадлежащей менеджерам фонда;

SF – доля дохода от инвестиций, приходящаяся на управляющих фондом [Babiarz, 2016, с. 17].

К преимуществам модифицированного метода венчурного капитала можно отнести учет такого дополнительного фактора, как затраты на венчурное финансирование [Metrick, Yasuda, 2011, с. 185]. В остальном данный метод обладает теми же достоинствами и ограничениями, что и метод венчурного капитала, поскольку является его модификацией.

Метод DCF. В соответствии с методом дисконтированных денежных потоков вычисляется чистая приведенная стоимость проекта с использованием в качестве ставки дисконтирования средневзвешенной цены капитала с поправкой на «венчурные» риски. Для денежных потоков, генерируемых после периода прогноза, необходимо выполнить расчет терминальной стоимости (*terminal value*) [Vernimmen и др., 2014, с. 562].

Преимущество метода дисконтированных денежных потоков состоит в том, что он позволяет количественно оценить часто неявные предположения и прогнозы покупателей и продавцов.

Оценка основывается на реальных экономических показателях компании [Vernimmen и др., 2014, с. 567].

В работе [Vernimmen и др., 2014] выделяется три существенных недостатка данного метода:

1. Метод чувствителен к предположениям и, следовательно, результаты, которые он генерирует, очень изменчивы. Это рациональный метод, но трудности с предсказанием будущего порождают значительную неопределенность.

2. Иногда метод слишком сильно зависит от терминальной стоимости, и в этом случае проблема переносится, только на более поздний период. Зачастую терминальная стоимость составляет более 50% стоимости компании, что ставит под угрозу достоверность метода.

3. Не всегда легко составить бизнес-план на достаточно длительный период времени. Внешние аналитики часто обнаруживают, что им не хватает важной информации [Vernimmen и др., 2014, с. 567].

А. Дамодаран в работе [Damodaran, 2005] указывает на то, что несомненным достоинством метода дисконтированных денежных потоков является тот факт, что он менее зависим от рыночных настроений и субъективных представлений, поскольку данный метод основывается на оценке активов [Damodaran, 2005, с. 8]. В качестве недостатков он называет необходимость большого объема данных для проведения оценки, неточность и/или искаженность исходных данных для расчета, а также возможность недооценки либо наоборот переоценки активов [Damodaran, 2005, с. 9].

Метод мультипликаторов. Это один из самых быстрых способов оценки, который используется для сравнения похожих компаний. Стоимость компании оценивается на основе рыночных мультипликаторов. Компании, используемые для сопоставления, должны иметь схожие отраслевые характеристики, подобные характеристики операционной деятельности, аналогичные ожидаемые темпы роста. В качестве мультипликаторов могут выступать следующие показатели: оборот компании, *EBIT* (прибыль до уплаты процентов и налогов), *EBITDA* (прибыль до вычета процентов, налогов и амортизационных отчислений), *P/E* (ожидаемая величина отношения цены акции к получаемому по ней доходу) [Vernimmen и др., 2014, с. 569].

В качестве достоинств метода мультипликаторов можно отметить его простоту для понимания и применения. Результаты, полученные данным методом, поддаются относительно быстрой

проверке потенциальными инвесторами, поскольку подход основывается на данных по рынку [Suozzo и др., 2001, с. 4].

Однако в связи с серьезным упрощением при расчете стоимости компании с использованием множителей происходит «сжатие» большого массива информации в один единственный показатель, что затрудняет дезагрегирование влияния различных факторов на стоимость компании и может привести к ошибочной интерпретации результатов оценки. Данный подход анализирует стоимость компании в статике, т.е. не способен учесть динамично развивающийся характер бизнеса, свойственный инновационным компаниям. Еще одним ограничением может явиться то обстоятельство, что существует множество причин, по которым множители могут отличаться друг от друга, не все из которых связаны с истинными различиями в стоимости. Например, разная учетная политика может привести к разным мультипликаторам для вполне сопоставимых, на первый взгляд, компаний [Suozzo и др., 2001, с. 3–4].

С помощью метода мультипликаторов потенциальный инвестор венчурного капитала может получить лишь приблизительную оценку стоимости компании, чтобы иметь представление о порядке ее величины. На основании полученных этим методом данных потенциальный инвестор может продолжить исследовать компанию с использованием более сложных и глубоких методов оценки, либо сразу принять решение об отказе в финансировании [Каширин, Семенов, 2007, с. 251].

Метод сопоставимых сделок (*transaction multiples*). Данный подход несколько отличается от метода мультипликаторов, но способ расчета тот же. Выборка включает в себя имеющиеся данные по недавним сделкам (транзакциям) в той же отрасли, к которой относится и анализируемая компания. Такими сопоставимыми сделками могут быть: продажи контрольного пакета акций, слияния и пр. [Vernimmen и др., 2014, с. 572].

Метод сопоставимых сделок лучше всего подходит для небольших компаний, которые планируют оставаться небольшими, и не будут стремиться расширять свой бизнес. Данный метод применим для оценки компаний, которые относятся к сектору, где есть не только большое количество других таких же компаний, но и для которого сделки являются обычным явлением. К примеру, такой подход хорошо работает для оценки медицинской и стоматологической практики, малого розничного бизнеса. Его будет сложнее использовать для оценки компаний, которые относятся к уникальному или необычному бизнесу [Damodaran, 2009, с. 56].

Этот метод бывает достаточно трудно применить на практике, поскольку надежная информация о действительно сопоставимых сделках зачастую отсутствует или является неполной (например, цена сделки не обнародована, не известны агрегированные показатели, когда компания является частной и пр.) [Vernimmen и др., 2014, с. 573].

Помимо этого, А. Дамодаран в работе [Damodaran, 2009] отмечает следующие дополнительные ограничения метода. Один из подводных камней использования цен сопоставимых сделок заключается в том, что эта цена может отражать не только продаваемый бизнес, но и включать в себя другие услуги и побочные факторы, являющиеся специфическими для данной конкретной сделки [Damodaran, 2009, с. 55]. Затруднительно сравнивать фирмы разного масштаба. Существуют различия в стандартах финансовой отчетности компаний, и эти различия могут привести к не совсем эквивалентным результатам. Еще одна проблема заключается в нестандартизированности капитала: характеристики акционерного капитала молодых компаний могут широко варьироваться с точки зрения денежных потоков, ликвидности и пр. Иными словами, цена сделки с капиталом одной компании не может быть легко экстраполирована на капитал другой компании с другими характеристиками. Помимо этого, имеется сложность в сопоставлении цен компаний, осуществляющих деятельность на разных типах рынков (развитых и развивающихся) [Damodaran, 2009, с. 56].

Метод First Chicago. Название этого метода происходит от первого фонда, который его применил, – корпорации Chicago. Особенность метода заключается в рассмотрении трех возможных сценариев развития компании: оптимистического, базового и пессимистического, и присвоении вероятностей каждому сценарию развития компании. Для каждого i -го сценария стоимость инновационной компании рассчитывается по следующей формуле [Babiarz, 2016, с. 18]:

$$PV_i = \frac{TV_i}{(1+r)^h} + \sum_{t=1}^h \frac{CF_t^i}{(1+r)^t} \quad (2.4)$$

$$PV = \sum_{i=1}^3 p_i \cdot PV_i, \quad (2.5)$$

где i – индекс сценария развития компании;
 h – время «выхода» венчурного фонда;
 PV – текущая стоимость компании;
 CF – денежные потоки компании в период t ;
 TV – ликвидационная (терминальная) стоимость компании;
 p_i – вероятность реализации i -го сценария развития компании
[Babiarz, 2016, с. 18].

Оценка компании с использованием метода First Chicago осуществляется в три этапа. На первом этапе необходимо разработать три сценария, подготовив финансовый прогноз для каждого из них. Как правило, оптимистический сценарий предусматривает высокий рост продаж, средний сценарий включает в себя то, что ожидает автор прогноза, а наихудший сценарий предполагает дефолт компании. На втором этапе стоимость компании на момент продажи для каждого сценария оценивается с использованием рыночных мультипликаторов (сопоставимые сделки отбираются с учетом следующих факторов: тип бизнеса, географическое положение и этап жизненного цикла компании). В итоге получается терминальная стоимость компании на момент продажи. И, наконец, на третьем этапе определяется оценка текущей стоимости компании. Она равна сумме текущих стоимостей компании для i -го сценария (терминальная стоимость плюс ожидаемые денежные потоки компании до момента ее планируемой продажи), взвешенных по вероятности реализации этого сценария [Montani и др., 2020, с. 35].

Д. Монтани, Д. Джервазио, А. Пулчини в работе [Montani и др., 2020] отмечают, что в отличие от метода венчурного капитала, метод First Chicago учитывает несколько сценариев развития компании, что позволяет получать более осторожные и реалистичные оценки. Однако он не учитывает возможные изменения ситуации и лучше всего подходит для компаний, которые уже генерируют доход [Montani и др., 2020, с. 35].

А. Аугусиак-Боро с соавторами в работе [Augusiak-Boro и др., 2018] среди положительных и отрицательных сторон метода First Chicago называют следующие обстоятельства. Достоинством метода является тот факт, что вероятность реализации i -го сценария развития компании корректирует оценку, полученную методом DCF. Среди недостатков отмечается наличие тех же проблем, что и у этого метода, связанных с достоверностью прогноза будущих денежных потоков и определением ставки дисконтирования [Augusiak-Boro и др., 2018, с. 33].

Следует отметить, что сложность вызывает и определение вероятностей реализации того или иного сценария развития компании. Как правило, такие вероятности носят субъективный характер.

Метод Дэйва Беркуса (the Berkus Method). Данный метод назван в честь известного венчурного капиталиста и бизнес-ангела Дэйва Беркуса. Метод был разработан им для оценки компаний на ранних стадиях развития («seed», «startup», «early stage») [Augusiak-Voro и др., 2018, с. 24]. Согласно методу Беркуса присваивается число, финансовая оценка, каждому из четырех основных элементов риска, с которыми сталкиваются все молодые компании, после того, как присваивается некоторая базовая стоимость за качество и потенциал самой идеи. Добавляется 500 тыс. долл. стоимости за каждый из следующих элементов, снижающих риск [After 20 years ... , 2016] (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Рекомендации по оценкам методом Д. Беркуса

Если существует:	Добавить к стоимости компании до:
Озвученная идея (базовая стоимость)	\$500 000
Наличие опытного образца (снижение технологического риска)	\$500 000
Качество управленческой команды (снижение риска провала нового проекта)	\$500 000
Наличие стратегических связей (снижение рыночного риска)	\$500 000
Организация производства продукции или ее реализация (снижение производственного риска)	\$500 000

Источник: [After 20 years ... , 2016].

В работе [Augusiak-Voro и др., 2018] авторы отмечают ряд ключевых преимуществ и недостатков метода Дэйва Беркуса. Среди преимуществ можно выделить: понятная и простая в использовании методика расчета; метод хорошо подходит для оценки стоимости компаний самых ранних стадий, которые еще не генерируют доход; подход позволяет выделить виды рисков, наиболее значимых для потенциального инвестора. Недостатками метода являются следующие обстоятельства: метод достаточно упрощенный, поскольку есть ряд других факторов, которые могут

оказать влияние на оценку стоимости компании; подход не учитывает географическое расположение компании и динамику рынка [Augusiak-Boro и др., 2018, с. 24].

Метод Билла Пейна (*the Bill Payne Method*), или метод оценки системы показателей. Как и метод Д. Беркуса, метод оценки системы показателей позволяет анализировать ряд факторов для определения оценки инновационных компаний ранних стадий. В соответствии с данным методом необходимо определить среднюю стоимость компаний, еще не генерирующих доход, в конкретном географическом регионе. Исходя из этого, можно оценить целевую компанию относительно среднего значения на основе следующих факторов и весовых коэффициентов: эффективность руководства (30%), возможности (25%), продукт/технология (15%), конкуренция (10%), маркетинг/продажи/долевое участие (10%), потребность в дополнительных инвестициях (5%) и другие факторы (5%) [Augusiak-Boro и др., 2018, с. 25].

Авторы работы [Augusiak-Boro и др., 2018] отмечают, что метод Билла Пейна хорошо подходит для оценки инновационных компаний самых ранних стадий развития, которые еще не генерируют доход. Метод содержит в себе более детализированную систему оценки по сравнению с другими подходами к оценке стоимости компаний ранних стадий (например, по сравнению с методом Дэйва Беркуса). Метод имеет и свои ограничения. Поиск данных по средним оценкам компаний, пока не генерирующих доход, в том же регионе, что и оцениваемая компания, может быть весьма затруднительным. «Средние» оценки часто искажаются выбросами. Фактически метод является качественным только по причине отсутствия определенной истории операционной деятельности компаний ранних стадий, а также отличается сильным упрощением реальной картины, поскольку не учитывает все факторы риска [Augusiak-Boro и др., 2018, с. 25].

Метод суммирования факторов риска. Данный метод принимает во внимание более широкий набор факторов, которые имеют большое значение при оценке инновационных компаний, которые еще не генерируют доход. Метод предполагает анализ различных экзогенных факторов риска, которыми компания должна успешно управлять, чтобы получить прибыльный «выход» [Montani и др., 2020, с. 38].

Метод суммирования факторов риска позволяет провести оценку двенадцати факторов, оказывающих влияние на стоимость

компании. Это такие факторы, как управление, стадия развития компании, риск, связанный с величиной привлекаемого капитала, риск, связанный с разрешительными документами, политический риск, производственный риск, риск, связанный с продажами и маркетингом, технологический риск, риск конфликта интересов, международный риск, репутационный риск, возможность успешного «выхода». Каждому фактору могут быть присвоены следующие значения: -2 , -1 , 0 , 1 , 2 , и этим величинам ставятся в соответствие следующие значения стоимости, которые должны быть учтены в процессе оценки: $-500\,000$ долл. США; $-250\,000$ долл. США; 0 долл. США; $250\,000$ долл. США; $500\,000$ долл. США [Babiarz, 2016, с. 20–21].

В работе [Augusiak-Voro и др., 2018] выделяются следующие преимущества и ограничения метода суммирования факторов риска. К преимуществам метода относят: анализ более широкого набора факторов по сравнению с другими подходами к оценке инновационных компаний посевной и ранней стадий развития, такими как, например, метод Д. Беркуса или метод Б. Пейна (метод оценки системы показателей), а также использование данных конкретного региона по средним оценкам стоимости компаний, еще не генерирующих доход. Ограничениями метода выступают следующие обстоятельства: поиск данных по средним значениям оценок таких компаний по той или иной географической локации может быть весьма затруднительным; данные по средним оценкам зачастую могут исказиться в положительную или отрицательную сторону выбросами [Augusiak-Voro и др., 2018, с. 26]. В работе [Montani и др., 2020] отмечается, что метод суммирования факторов риска обладает признаками субъективной оценки, но восприятие рисков более точное [Montani и др., 2020, с. 39].

Метод Морбитцера (the Morbitzer Method). Метод Морбитцера основан на анализе ряда факторов, оказывающих влияние на успех проекта, и применяется в основном для посевной стадии развития инновационных компаний. Существенное отличие от подхода Д. Беркуса состоит в том, что в соответствии с методом Морбитцера происходит учет добавленной стоимости, создающейся в результате кооперации с известным инвестором (к анализу добавляется фактор «взаимодействие с успешным венчурным инвестором»), что является несомненным преимуществом данного метода [Babiarz, 2016, с. 19]. В остальном метод Морбитцера обладает теми же достоинствами и недостатками, что и метод Д. Беркуса.

Достоинства и недостатки методов, используемых венчурными фондами для оценки инвестиционных проектов, обобщенно представлены в таблице Б.1 Приложения Б.

Проанализировав наиболее распространенные в мировой практике методы оценки инвестиционных проектов венчурными фондами, можно сделать вывод об отсутствии какого-либо универсального подхода. Такого подхода и не может существовать, в особенности, когда речь идет об оценке целесообразности венчурного финансирования инновационных, быстрорастущих компаний, имеющих весьма короткую историю операционной деятельности.

Каждый из применяемых в настоящее время методов оценки новых компаний имеет свои достоинства и недостатки. Ограничения того или иного метода обусловлены прежде всего наличием высокого уровня неопределенности, свойственного инновационным проектам. Данное обстоятельство затрудняет получение более или менее достоверных прогнозов будущих денежных потоков по таким проектам.

Обычно венчурные фонды в практике своей работы для принятия решения о целесообразности финансирования проекта, используют комплекс методов, каждый из которых в наибольшей степени подходит для конкретной стадии развития инновационной компании. Так, для оценки инновационных компаний ранних стадий («seed», «startup», «early stage») венчурные фонды применяют такие подходы, как метод Д. Беркуса, Б. Пейна, суммирования факторов риска, Морбитцера и пр. С помощью этих подходов венчурные фонды могут получить лишь ориентировочную оценку стоимости компании. Для оценки инновационных компаний более поздних стадий, которые уже генерируют доход (например, «expansion» и пр.), венчурные фонды обычно используют метод DCF, First Chicago и пр. В условиях сложной прогнозируемости будущих денежных потоков по инновационным проектам венчурные фонды большое значение придают оценке качества команды управляющих проектом.

Таким образом, возникает необходимость в применении подходов, способных адекватно учитывать неопределенность при оценке инновационных проектов, а также позволяющих получать более точную оценку их стоимости по сравнению с традиционными методами. Такими подходами, по нашему мнению, являются метод реальных опционов и метод нечетких множеств, которые

будут описаны в следующих разделах данной монографии. Эти подходы нуждаются в адаптации к случаю венчурного финансирования инновационных проектов [Музыка, 2020г].

2.3. Классическая концепция реальных опционов

2.3.1. Основы теории реальных опционов

Теория реальных опционов представляет собой современный метод управления рисками, позволяющий оценить коммерческую (финансовую) эффективность инвестиционных проектов. Одной из первых монографий на русском языке, посвященной концепции реальных опционов, стала работа А.А. Гусева [Гусев, 2009]. В этой работе отмечается, что в условиях непрерывной трансформации и стремительных изменений внешнего мира традиционные методы оценки эффективности проектов обладают существенными ограничениями, поскольку не способны учесть «опционы или возможности принятия определенного решения в ответ на изменяющиеся факторы внешней среды» [Гусев, 2009, с. 37].

Концепцию реальных опционов без применения нечетко-множественной оценки реального опциона будем называть *классической*.

В работе [Инновационный потенциал ... , 2007] дается следующее описание сущности концепции реальных опционов: «Концепция реальных опционов возникла в результате переноса созданного инструментария управления рисками с помощью опционных контрактов из финансового сектора в реальный сектор экономики» [Инновационный потенциал ... , 2007, с. 178]. А.А. Гусев пишет о том, что «основу теории реальных опционов составляет предположение, согласно которому инвестиционные проекты в реальном секторе можно представить в виде схемы работы финансового опциона» [Гусев, 2009, с. 39].

Для оценки стоимости реальных опционов используются модели, применяемые для оценки финансовых опционов. Ф. Блэк и М. Шоулз предложили модель оценки стоимости европейского опциона колл:

$$C(t) = S\Phi(z) - Xe^{-rt}\Phi(z - \sigma\sqrt{t}), \quad (2.6)$$

где $C(t)$ – стоимость опциона колл за время t до исполнения;
 S – текущая цена базового актива;
 r – безрисковая процентная ставка;
 X – цена исполнения опциона;
 Xe^{-rt} – приведенная стоимость цены исполнения опциона;
 σ – стандартное отклонение доходности базового актива за единицу времени в течение рассматриваемого периода;
 $\Phi(z)$ – функция плотности стандартного нормального распределения;

$$z = \frac{\ln[S/Xe^{-rt}]}{\sigma\sqrt{t}} + \frac{\sigma\sqrt{t}}{2} \quad [\text{Брейли, Майерс, 2007, с. 561–562}]. \quad (2.7)$$

Параметрам, используемым для оценки финансовых опционов, ставятся в соответствие параметры реального опциона (табл. 2.2) [Музыко, 2015].

Таблица 2.2

Соответствие между параметрами, влияющими на стоимость финансового и реального опционов

Параметр, влияющий на стоимость опциона	Финансовый опцион	Реальный опцион
Актив	Акция или другой финансовый актив	Инвестиционный проект
Цена базового актива	Текущая цена акции	Приведенная стоимость ожидаемых денежных потоков от проекта
Цена исполнения	Фиксированная цена акции	Приведенная стоимость инвестиционных затрат по проекту
Волатильность	Волатильность цены акции	Волатильность будущих денежных потоков от проекта
Срок исполнения опциона	Период действия контракта	Период времени, остающийся до завершения возможности реализации инвестиционного проекта
Безрисковая процентная ставка	Например, доходность государственных облигаций	Например, доходность государственных облигаций

Источник: [Перепелица, 2009, с. 14]; [Сафонова, Смолвик, 2006, с. 64]; [Brach, 2003, с. 43].

Помимо модели Блэка-Шоулза [Black, Scholes, 1973], для оценки стоимости финансовых и реальных опционов используются и другие модели, представленные в экономической литературе: биномиальная модель Кокса-Росса-Рубинштейна [Cox и др., 1979], модель Геске [Geske, 1979], модель Уоли [Barone-Adesi, Whaley, 1987], модель Гармана-Колхагена [Garman, Kohlhaagen, 1983] и пр.

Как и для финансовых опционов, для реальных инвестиционных проектов необходимо владение некоторым активом (как правило, отличным от базисного актива), который дает возможность принять рациональное решение в будущем. Такие активы различны для финансовых и реальных опционов. Так, для первого вида опционов в качестве такого актива выступает договор, который предоставляет право на покупку или продажу базового актива. Для второго вида опционов характерны разнообразные активы, владение которыми позволяет компании дать старт новому инвестиционному проекту [Гусев, 2009, с. 40]. В работе [Гусев, 2009] приводятся следующие виды подобных активов:

- *патент*, подтверждающий право на применение конкретной технологии в будущем в течение определенного периода времени;

- *непосредственно технология*, предоставляющая возможность осуществить запуск нового исключительного продукта на рынок. В данном случае сроком исполнения реального опциона будет выступать промежуток времени, в течение которого новый продукт будет оставаться востребованным на рынке;

- *основные средства*, с помощью которых можно начать производство нового продукта (в качестве таких основных средств могут выступать завод, земля, здание, оборудование и др.);

- *неразведанные либо законсервированные ресурсы*, разработку которых возможно начать в случае возникновения благоприятной конъюнктуры [Гусев, 2009, с. 40].

В работе [Сафонова, Смоловик, 2006, с. 64] описываются следующие области применения концепции реальных опционов:

- анализ финансовой эффективности инвестиционных проектов;

- оценка стоимости патентов;
- оценка деловой репутации фирмы;
- оценка акционерного капитала;
- анализ различных вариантов слияний и поглощений.

Отрасли, для которых возможно использование теории реальных опционов, представлены в таблице 2.3 [Баранов, Музыко, 2013; Баранов, Музыко, 2016а].

Л. Тригеоргис в работе [Trigeorgis, 1995] описывает основные виды реальных опционов и сферы их применения (табл. 2.4) [Баранов, Музыко, 2013].

Таблица 2.3

Отрасли, для которых возможно применение концепции реальных опционов

Отрасль	Ситуация
Добывающая промышленность	Принятие решения по поводу момента старта разработки нового месторождения
Автомобилестроение	Принятие решения по поводу изменения параметров инвестиционного проекта, производства новых моделей автомобилей или усовершенствования их дизайна
Машиностроение	Финансирование возведения новых заводов
Химическая промышленность	Выбор момента времени ввода в действие новых производственных мощностей
Целлюлозно-бумажная промышленность	Выбор момента времени начала вырубki леса
Транспорт	Оценка эффективности финансовых вложений в развитие инфраструктуры; выбор момента времени для инвестирования
Фармацевтическая промышленность	Оценка финансовой эффективности инновационных проектов по созданию новых препаратов; выбор момента времени для их вывода на рынок
Электроника	Принятие решения по поводу выхода на новые рынки и изменения масштабов производства
Телекоммуникации	Анализ различных вариантов слияний и поглощений; выбор момента времени для внедрения новых видов услуг мобильной связи
Торговля	Выбор момента времени для начала завоевания новых рынков сбыта

Источник: [Сафонова, Смоловик, 2006, с. 65; Крюков, 2006, с. 83].

Таблица 2.4

Основные виды реальных опционов и сферы их применения

Вид реального опциона	Описание	Отрасль	Авторы, исследующие данный вид реального опциона
1	2	3	4
Опцион на задержку инвестиций	Менеджмент держит в аренде землю или природные ресурсы. Он может подождать какое-то время (X лет), пока цена выпускаемой продукции не установится на уровне, достаточном для покрытия издержек на строительство здания или завода или разработку месторождения и получения прибыли от проекта	Добывающая промышленность; недвижимость; сельское хозяйство; целлюлозно-бумажная промышленность	МакДоналд, Сигэл; Пэддок, Сигэл, Смит; Тоурино; Титман; Ингерсолл, Росс
Опцион на поэтапное инвестирование	Поэтапное инвестирование создает опцион на отказ от дальнейшего осуществления проекта в случае получения неблагоприятной информации. Каждый этап инвестирования может быть рассмотрен как опцион на стоимость последующих этапов и оценен как составной опцион	Все отрасли с высокой ролью НИОКР, особенно фармацевтика, долгосрочные капиталоемкие проекты, например крупномасштабное строительство или проекты в энергетике, стартапы	Мэйд, Пиндайк; Карр; Тригеоргис
Опцион на изменение масштаба (например, опцион на расширение; опцион на сокращение; опцион на временную приостановку проекта)	Если рыночные условия оказались более выгодными, чем прогнозировалось, предприятие может расширить производство или начать более активную добычу ресурсов. Наоборот, если рыночные условия оказались менее выгодными, чем прогнозировалось, предприятие может сократить масштаб своих операций. В экстремальных случаях производство может быть временно приостановлено и возобновлено позже	Добывающая промышленность; планирование эксплуатации оборудования и строительство в сезонных отраслях; производство и продажа модной одежды; потребительские товары; коммерческая недвижимость	Тригеоргис, Мэйсон; Пиндайк; МакДоналд, Сигэл; Бреннан, Шварц

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
Опцион на отказ от проекта	Если рыночные условия ухудшаются значительно, менеджмент может отказаться от проекта и продать оборудование и другие активы по ликвидационной стоимости на вторичном рынке	Капиталоемкие отрасли промышленности такие как авиа- и железнодорожные перевозки; финансовые услуги; вывод новых товаров на рынок в условиях высокой неопределенности	Майерс, Мэйд
Опцион на переключение («входные» или «выходные» параметры)	В случае изменения цен или спроса менеджмент может изменить набор «выходных» параметров производственного оборудования (продуктовая гибкость) либо изменить «входные» параметры (технологическая гибкость)	Изменение «выходных» параметров: любой товар, продающейся в малых количествах, или подверженный сильным изменениям спроса, например, бытовая электроника, игрушки, запчасти для автомобилей, автомобили. Изменение «входных» параметров: исходное сырье, например, нефть, электрическая энергия и др. ресурсы	Маргрейб; Кэнсингер; Кулатилака; Кулатилака, Тригеоргис
Опцион роста	Осуществление первоначальных инвестиций (например: НИОКР, аренда незастроенного земельного участка или неразработанных нефтяных месторождений, стратегические поглощения, информационная сеть / инфраструктура) является необходимым условием дальнейшего продолжения проекта, или эти первоначальные инвестиции являются	Все стратегические отрасли промышленности, в особенности высокотехнологичные отрасли, НИОКР или отрасли, производящие продукт, имеющий несколько поколений или приложений (например, компьютеры, лекарствен-	Майерс; Брэйли, Майерс; Кэстэр; Тригеоргис; Пиндайк; Чанг, Чэронвонг

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4
	звеном в цепи взаимосвязанных проектов, открывающих возможности для будущего роста (например, новое поколение товаров или технологий, запасы нефти, выход на новые рынки). Похож на составной опцион, включающий взаимосвязанные проекты	ные препараты); стратегические поглощения	
Составной взаимодействующий опцион	В реальности инвестиционные проекты зачастую содержат в себе набор разнообразных опционов: комбинацию опционов «колл», создающих потенциал роста, и опционов «пут», позволяющих предотвратить влияние негативных факторов. Стоимость составного опциона может отличаться от суммы стоимостей отдельных опционов, поскольку они влияют друг на друга	Инвестиционные проекты в большинстве отраслей промышленности, описанных выше	Тригеоргис; Бреннан, Шварц; Кулагилака

Источник: [Trigeorgis, 1995, с. 3–4].

А.А. Гусев в работе [Гусев, 2009] подчеркивает, что «главной особенностью оценки реальных опционов является учет степени неопределенности и периода сохранения инвестиционной возможности» [Гусев, 2009, с. 38], а «при отсутствии неопределенности опционы теряют ценность» [Гусев, 2009, с. 39]. М. Брач в [Brach, 2003] отмечает, что рациональность действий менеджмента – фактор, оказывающий значимое влияние на формирование стоимости опционов. Стратегическую ценность реальные опционы приобретают, когда инвестиционный проект реализуется в условиях высокого уровня неопределенности будущего и финансовые менеджеры обладают *управленческой гибкостью* в принятии решений относительно этого проекта [Brach, 2003, с. 7, 17].

Т.В. Теплова в работе [Теплова, 2000] указывает на то, что оценка реальных активов и оценка финансовых активов принци-

пиально отличаются друг от друга. Различие заключается в позиции инвестора. Если речь идет о финансовых активах, то владелец, к примеру, акции не принимает активного участия в генерировании денежных потоков. Иными словами, он выступает пассивным участником этого процесса, если он не обладает контрольным пакетом акций. В данном случае инвестор может лишь проводить мониторинг происходящих с компанией событий, акциями которой он владеет, и принимать решение, продолжать владеть акциями данной конкретной компании или продать их [Теплова, 2000, с. 407].

Т.В. Теплова отмечает, что в случае реальных активов финансовый менеджер компании играет активную роль в создании денежных потоков этой компании. Он может оказывать влияние на создание чистой приведенной стоимости инвестиционного проекта через определенные управляющие воздействия, такие как, например, отсрочка осуществления инвестиционных затрат, реализация активов по терминальной (ликвидационной) стоимости и пр. Иными словами, финансовый менеджер имеет возможность создавать реальные опционы, т.е. реализовывать вновь открывающиеся возможности или совершать действия по сглаживанию возможных потерь по инвестиционному проекту [Теплова, 2000, с. 407]. В этом и состоит суть *управленческой гибкости* финансовых менеджеров, которую способен принять во внимание и количественно оценить метод реальных опционов, что добавляет стоимость проекту [Баранов, Музыка, 2016б].

В экономической литературе по реальным опционам широко используется такое понятие, как *расширенный NPV* («*expanded NPV*») [Сафонова, Смоловик, 2006, с. 64] или *активный NPV* («*active NPV*»), который представляет собой чистый приведенный доход по инвестиционному проекту с учетом ценности управленческой гибкости, обеспечиваемой «встроенными» в проект реальными опционами [Benaroch, 2001, с. 3].

Приведем два варианта записи формулы расчета расширенного или активного *NPV* проекта: первый вариант представлен в работе [Сафонова, Смоловик, 2006, с. 64], второй вариант – в [Benaroch, 2001, с. 3]:

$$NPV_{exp} = NPV_{tr} + ROV, \quad (2.8)$$

где NPV_{exp} – расширенная чистая приведенная стоимость инвестиционного проекта («*expanded NPV*»);

NPV_{tr} – чистая приведенная стоимость инвестиционного проекта, полученная традиционным методом дисконтированных денежных потоков («*traditional NPV*»);

ROV – стоимость реального опциона, содержащегося в инвестиционном проекте («*real options value*») [Сафонова, Смоловик, 2006, с. 64];

$$NPV^A = NPV^P + \text{ценность управленческой гибкости} \quad (2.9)$$

где NPV^A – активный чистый приведенный доход инвестиционного проекта («*active NPV*»);

NPV^P – пассивный чистый приведенный доход инвестиционного проекта («*passive NPV*») [Benaroch, 2001, с. 3].

М. Brach в исследовании [Brach, 2003] отмечает, что традиционный метод дисконтированных денежных потоков игнорирует ценность управленческой гибкости, в то время как метод реальных опционов способен ее учесть [Brach, 2003, с. 4]. Помимо способности учитывать в стоимости проекта управленческую гибкость, метод реальных опционов обладает и другими преимуществами. А. Дамодаран в [Damodaran, 2005] отмечает ряд достоинств данного метода. Метод реальных опционов дает возможность оценить активы, стоимость которых было бы весьма затруднительно определить с использованием иных методов, таких как, например, метод дисконтированных денежных потоков или метод мультипликаторов [Damodaran, 2005, с. 20].

А. Дамодаран приводит следующие примеры таких активов: акционерный капитал проблемных компаний или акции небольших биотехнологических фирм, которые еще не имеют дохода и прибыли [Damodaran, 2005, с. 20]. Также А. Дамодаран в работе [Damodaran, 2005] подчеркивает, что модели ценообразования опционов позволяют взглянуть по-новому на факторы, формирующие стоимость. Например, в случаях, когда стоимость актива определяется его опционными характеристиками, высокий риск или волатильность могут увеличивать стоимость, а не уменьшать ее [Damodaran, 2005, с. 20].

В качестве ограничений метода реальных опционов А. Дамодаран в [Damodaran, 2005] отмечает следующие обстоятельства. Во-первых, когда оцениваются реальные опционы (в том числе, связанные с природными ресурсами и патентами), могут возникнуть некоторые трудности с получением исходных данных для мо-

дели ценообразования опционов (например, трудности, связанные с оценкой текущей стоимости проекта или стандартного отклонения). Во-вторых, существует опасность повторного счета при оценке стоимости активов. Такая ситуация может возникнуть, например, если финансовый менеджер будет использовать более высокие темпы роста в оценке дисконтированных денежных потоков для фармацевтической компании, обладающей ценными патентами, и одновременно оценивать эти патенты методом реальных опционов. При добавлении полученной стоимости опционов к ранее рассчитанному традиционным методом дисконтированных денежных потоков чистому приведенному доходу инвестиционного проекта, возникнет двойной счет [Damodaran, 2005, с. 21].

А.А. Гусев в исследовании [Гусев, 2009] подчеркивает, что метод реальных опционов и метод NPV не являются изолированными друг от друга, и в применении данных методов отсутствует конфронтация: использование метода реальных опционов предполагает применение классической техники дисконтирования денежных потоков. Иными словами, стоимость реального опциона, которая заложена в инвестиционный проект, добавляется к полученному показателю чистого приведенного дохода, что в результате дает «полную» стоимость инвестиционного проекта [Гусев, 2009, с. 37].

В мировой экономической литературе отмечается, что на практике потенциальные инвесторы, опираясь на свою интуицию, не всегда отвергают проекты со значением *NPV* меньше нуля. Концепция реальных опционов позволяет давать объяснение подобным ситуациям. Зачастую инвесторы не теряют надежды на то, что при улучшении обстановки возможным будет применить содержащийся в инвестиционном проекте реальный опцион и, соответственно, получить значение *NPV* больше нуля.

2.3.2. Эволюция подходов к трактовке экономической сущности категории «реальный опцион»

Важной задачей является выявление и понимание экономической сущности категории «реальный опцион» с целью выбора в дальнейшем адекватного инструментария для оценки его стоимости и применения метода реальных опционов при оценке эффективности инновационных проектов в качестве дополнения к традиционному методу NPV.

Первое описание данного инструмента было обнаружено в сочинениях Аристотеля. Аристотель описывает, как философ Фалес Милетский предсказал, что через шесть месяцев ожидается богатый урожай оливок. Имея небольшую сумму денег, Фалес Милетский обратился к владельцам прессов для давки оливок и купил у них право сдавать прессы в аренду, выплачивая владельцам прессов арендную плату. Когда богатый урожай оливок созрел, и фермерам потребовались прессы, Фалес Милетский начал сдавать им эти прессы в аренду за арендную плату выше той, которую он выплачивал владельцам прессов, а разницу оставлял себе [Copeland, Antikarov, 2001, с. 40].

Считается, что в научный оборот термин «реальный опцион» ввел Стюарт Майерс в 1977 г. в работе «Determinants of corporate borrowing» [Myers, 1977]. Однако еще в 1970 г. термин «real-estate options» был употреблен Стефаном Марглином в статье «Investment and Interest: A Reformulation and Extension of Keynesian Theory» [Marglin, 1970]. Рассмотрим эти две базовые для концепции реальных опционов статьи.

Стефан Марглин следующим образом описал понятие реальных опционов (real-estate options): «Когда частные инвесторы имеют монопольную власть в некотором инвестиционном секторе, право осуществлять проект становится экономическим объектом, имеющим определенную ценность, независимо от самого процесса инвестирования. В принципе, нет препятствий для того, чтобы такое право было куплено или продано, хотя рынки для таких прав скорее исключение из правил» [Marglin, 1970, с. 920]. «Реальные опционы являются особым случаем формального инструмента, который определяет соотношение между правом на осуществление инвестиций и самим инвестированием. Обычно само такое соотношение гораздо менее формально; положение на рынке или особые знания создают скрытые опционы, связанные с определенными инвестициями, опционы, для которых не существует рынков, но которые от этого не менее реальны» [Marglin, 1970, с. 920].

Стюарт Майерс так описывает понятие «реальный опцион»: «Многие активы корпорации, в особенности возможности роста, могут рассматриваться как колл-опционы. Стоимость таких «реальных опционов» зависит от инвестиций фирмы в будущем...» [Myers, 1977, с. 147]. «Часть стоимости фирмы составляет текущая стоимость опционов на будущие инвестиции на потенциаль-

но благоприятных условиях»; «...инвестиционные возможности – возможности, которые могут внести положительный чистый вклад в рыночную стоимость фирмы» [Myers, 1977, с. 163]. «Реальные опционы – возможности приобрести реальные активы на потенциально благоприятных условиях» [Myers, 1977, с. 163].

Данные работы явились фундаментом для дальнейшего развития концепции реальных опционов и самого понятия «реальный опцион». В процессе анализа трактовок экономической сущности понятия «реальный опцион», представленных в работах зарубежных и российских ученых, автором данного исследования было выявлено семь подходов к трактовке данного термина.

Согласно *первому подходу*, реальный опцион – это право, но не обязательство. Реальные опционы дают *право, но не обязательство* участвовать в будущей стратегической возможности, требующей дополнительных инвестиций. Реальный опцион – это *право* на изменение хода развития инвестиционного проекта. Реальные опционы предоставляют *права* на принятие решений в будущем. Такое понимание термина присутствует в работах: [Dixit, Pindyck, 1994]; [Merton, 1998]; [Copeland, Antikarov, 2001]; [Kulatilaka, Toschi, 2009]; [Marglin, 1970]; [Gordon и др., 1994]; [Trigeorgis, 1996]; [McGrath и др., 2004]. Среди отечественных ученых отметим следующие исследования: [Козырев, Макаров, 2003]; [Сафонова, Смоловик, 2006]; [Салихов, 2007]; [Рамзаев, 2005]; [Сысоев, 2003].

В соответствии со *вторым подходом* реальный опцион – это возможность. Реальный опцион – это возможность приобрести реальные активы на потенциально благоприятных условиях. Реальный опцион – это возможность выбора курса действий, которым инвестор располагает при инвестировании в бизнес-проект. Реальный опцион – возможность принятия гибких решений в условиях неопределенности. Подобное понимание термина присутствует в работах [Myers, 1977]; [Amram, Kulatilaka, 1999]; [Бухвалов, 2004]; [Гусев, 2009].

Согласно *третьему подходу*, реальный опцион – это опцион на нефинансовый актив. Подобная трактовка понятия присутствует в работах [Толковый словарь ... , 2008]; [Перепелица, 2009]; [Теплова, 2000].

Согласно *четвертому подходу*, реальный опцион – это инвестиции (часть инвестиционных затрат), предоставляющие право, но не налагающие обязательств осуществить последующие инве-

стиции. Данного подхода придерживаются как зарубежные авторы ([Bowman, Hurry, 1993]; [Kogut, Kulatilaka, 2001]; [Dixit, Pindyck, 1994]), так и российские ([Брусланова, 2004]; [Коновалова, 2004]).

В соответствии с *пятым подходом* реальный опцион представляет собой инструмент уменьшения неопределенности: реальные опционы – *инструмент* для уменьшения неопределенности – осуществление небольшой первоначальной инвестиции в условиях высокой неопределенности позволяет создать опцион на ожидание, пока неопределенность относительно этой возможности уменьшится. Когда неопределенность уменьшилась, фирма может принять решение, осуществлять ли следующую инвестицию или отказаться от дальнейшего осуществления проекта. К данному подходу можно отнести такие работы, как [Adner, Levinthal, 2004]; [Коновалова, 2004].

Шестой подход – реальные опционы – это гибкость. «Управленческие (реальные) опционы – гибкость менеджмента в принятии решений в будущем, которые оказывают влияние на ожидаемые денежные потоки по проекту» [Business and Personal ...]. «Гибкость в реализации проекта приносит эффект, подобный финансовым опционам, поэтому ее называют реальным опционом» [Крюков, 2006, с. 81–82].

Седьмой подход объединяет следующие толкования термина «*реальный опцион*»: реальные опционы – это метод оценки эффективности инвестиционных проектов; реальные опционы – это способ мышления, организационный процесс, аналитический инструмент, приложение теории производных финансовых инструментов к оценке реальных инвестиционных проектов. Подобное понимание термина присутствует в таких работах, как [Real options ...], [Triantis, Borison, 2001].

Необходимо особо отметить попытки некоторых авторов дать собственную интерпретацию термина «реальный опцион». Среди проанализированных нами зарубежных исследований такие попытки, к сожалению, немногочисленны.

В диссертации Т. Микаэлян на соискание ученой степени PhD [Mikaelian, 2009] представлена авторская «модель» реального опциона. Согласно данной «модели» необходимо различать два типа действий (решений): механизм и тип опциона.

Механизм, согласно Т. Микаэлян, представляет собой набор действий, решений или замыслов, которые создают реальный оп-

цион. Механизмы бывают активные и пассивные. Активный механизм – это механизм, который напрямую создает реальный опцион. Например, конструирование модульного грузового отсека для мини-самолета является активным механизмом, который напрямую создает возможность для гибкости (можно изменять тип груза). Пассивный механизм – это механизм, который косвенно создает реальный опцион. Например, решение приобрести завод косвенно создает реальный опцион на закрытие этого завода. Это не прямое действие, которое создает реальный опцион, поскольку возможность закрыть завод уже существовала, и покупка этого завода просто позволяет его новому владельцу использовать эту возможность [Mikaelian, 2009, с. 90].

Тип опциона, согласно Т. Микаэлян, характеризует набор действий или решений, которые могут быть осуществлены владельцем реального опциона. Например, опцион на изменение типа груза в мини-самолете, опцион на отказ от проекта, опцион на выход на новый рынок являются разными типами опционов, которые носят название «операционный опцион», «опцион на отказ» и «опцион роста» соответственно [Mikaelian, 2009, с. 91].

Т. Микаэлян отмечает, что «при представлении реального опциона через механизм и тип само понятие «реальный опцион» не сводится только к механизму или только к типу». «Реальный опцион – это абстрактное понятие, которое отражает «право, но не обязательство совершить действие» [Mikaelian, 2009, с. 93].

С точки зрения наличия трактовки термина «реальный опцион», проанализированные нами работы зарубежных и российских ученых можно разделить на следующие три категории.

В первой категории работ авторы, употребляя термин «реальный опцион», говорят о конкретной сфере приложения теории реальных опционов, но не задумываются о содержании термина и не дают ему никакого определения ([Лимитовский, 2004]; [Brealey, Myers, 1996]; [Damodaran, 2002]).

Вторая категория работ (их большинство) – авторы дают определение понятию «реальный опцион», но заимствуют его у других авторов; попытки дать собственное уточняющее определение не предпринимаются.

И, наконец, третья категория работ – авторы осуществляют попытку дать свое авторское определение понятию «реальный опцион». Подобные работы, к сожалению, немногочисленны. Среди зарубежных авторов это Т. Микаэлян [Mikaelian, 2009].

Из российских источников наиболее корректные с научной точки зрения определения понятия «реальный опцион», по нашему мнению, представлены в диссертациях на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Именно в диссертациях предпринимаются попытки уточнить определение понятия «реальный опцион». Это такие работы, как [Перепелица, 2009], [Коновалова, 2004].

Понятийный аппарат теории реальных опционов еще не сформирован. Если мы попытаемся проследить эволюцию термина «реальный опцион», то увидим, что на первоначальном этапе появления концепции реальных опционов исследователи не задумывались над четкой формулировкой определения понятия. Даже Стефан Марглин и Стюарт Майерс, которые ввели данный термин в научный оборот, ограничились лишь «описательным объяснением» сути термина «реальный опцион», не дав четкого определения. Поэтому не удивительно, что в ранних исследованиях, посвященных концепции реальных опционов, также отсутствует четкое определение понятия «реальный опцион».

В то же время подход реальных опционов сразу вызвал значительный интерес у исследователей. Вначале они стремились применить данный подход на практике: посчитать стоимость различных реальных опционов с использованием формулы Блэка-Шоулза и ее модификаций и сравнить результаты с результатами, полученными традиционным методом NPV. Затем, осуществив попытки применить революционный для того времени (1970-е годы) подход к оценке эффективности инновационных проектов, исследователи постепенно начали осознавать необходимость более детального и глубокого изучения экономической сущности самого термина «реальный опцион». Возникла необходимость формирования понятийного аппарата новой концепции.

Критический анализ трактовок экономической сущности понятия «реальный опцион», представленных в работах зарубежных и российских ученых. По нашему мнению, понятие «финансовый опцион» определено достаточно четко, в то время как понятие «реальный опцион» размыто.

Напомним, что во многих источниках реальный опцион трактуется как «право, но не обязательство, совершить действие в будущем». По нашему мнению, использование термина «право» в определении понятия «реальный опцион» является весьма спорным, поскольку в случае реального опциона не существует ника-

кого контракта, который бы закреплял правоспособность (возможность) осуществить действие в будущем в противоположность финансовым опционам.

Согласно одному из подходов реальный опцион – это инвестиции фирмы в материальные активы, которые предоставляют фирме возможность реагировать на будущие события. Нам представляется не вполне правомерным отождествление понятий «реальный опцион» и «инвестиции». Применение метода реальных опционов включает в себя два отдельных действия: создание опциона и исполнение опциона. Нам представляется, что инвестиция (первоначальная) – это создание опциона, а не непосредственно сам реальный опцион. При осуществлении последующей инвестиции в определенный момент времени этот опцион исполняется.

На интуитивном уровне реальные опционы фиксируют идею гибкости. Однако говорить о том, что реальный опцион – это гибкость менеджмента в принятии решений в будущем, по нашему мнению, не совсем корректно. Реальный опцион – это не гибкость, а источник гибкости.

Существуют и такие определения: реальный опцион – это аналитический инструмент, процесс, способ мышления, способ уточнения NPV проекта. По нашему мнению, данные определения скорее относятся к понятию «метод реальных опционов», а не непосредственно к понятию «реальный опцион».

На основе систематизации и критического анализа подходов зарубежных и российских ученых к трактовке экономической сущности понятия «реальный опцион» осуществим попытку уточнить данное понятие. Представим обоснование авторского подхода к трактовке термина «реальный опцион».

В финансовой литературе термин «опцион» трактуется весьма четко. «Современный экономический словарь» Б.А. Райзберга, Л.Ш. Лозовского, Е.Б. Стародубцевой [Райзберг и др., 2005] дает нам следующее определение: «Опцион (от лат. *optio* – выбор, желание, усмотрение) – *право выбора*, получаемое за определенную плату. Наиболее часто термин применяется в следующих его значениях: а) предоставляемое одной из договаривающихся сторон *условиями договора право выбора* способа, формы, объема выполнения принятого ею обязательства или даже отказа от выполнения обязательства при возникновении обстоятельств, *обусловленных договором*; б) *соглашение*, предоставляющее одной из

сторон, заключающих биржевую сделку купли-продажи, *право выбора* между альтернативными (вариантными) *условиями договора*, в частности *право* покупать или продавать ценные бумаги в заранее установленном объеме по твердой цене в течение того или иного срока; в) *право* купить новые ценные бумаги эмитента на заранее *договоренных условиях*; г) *право* на дополнительную квоту при эмиссии ценных бумаг; д) *предварительное соглашение* о заключении будущего *договора* в обусловленные сроки» [Райзберг и др., 2005, с. 268].

По нашему мнению, в формулировке определения термина «реальный опцион» необходимо отразить условия, при которых опцион имеет ценность, а именно осуществление инвестиционного проекта в условиях высокого уровня неопределенности и обладание финансовыми менеджерами управленческой гибкостью.

Таким образом, содержание термина «реальный опцион» может быть уточнено следующим образом: *реальный опцион* представляет собой инструмент уменьшения неопределенности инновационного проекта посредством создания опционов, базовым активом по которым выступает данный инновационный проект, менеджмент которого обладает гибкостью при принятии управленческих решений о дальнейшей его реализации [Музыка, 2011].

В книге Дж. Роша «Стоимость компании: от желаемого к действительному» приводится множество примеров применения метода реальных опционов на практике: покупка «eBay» таких компаний, как «Half.com» и «Butterfield & Butterfield»; слияние «Time Warner» и «AOL» для развития каналов дистрибуции через Интернет; внедрение онлайн-аукционов компанией «Yahoo!» [Рош, 2008, с. 177]. В этой книге описывается еще один пример использования метода реальных опционов в практической деятельности: применение подхода международной компанией «PricewaterhouseCoopers» для оценки высокотехнологичных компаний ранних стадий развития [Рош, 2008, с. 177].

Следует отметить, что в российских учебниках начали появляться главы и разделы, посвященные концепции реальных опционов (см., например, [Козырев, Макаров, 2003]; [Лимитовский, 2004]; [Теплова, 2000]). Среди первых монографий на русском языке, посвященных данной тематике, можно назвать работу А.А. Гусева [Гусев, 2009]. Тем не менее, на наш взгляд, данные источ-

ники лишь констатируют факт наличия метода реальных опционов и описывают возможности и сферы его применения, но не могут претендовать на новизну и комплексность подхода.

Ведущие российские университеты, такие как НГУ или ВШМ СПбГУ, при преподавании дисциплин, связанных с оценкой эффективности финансирования инвестиционных проектов, уже включают в рабочие программы темы, посвященные методу реальных опционов. Начинают читаться специальные курсы, которые так и называются «Реальные опционы» (например, на экономическом факультете ВШЭ). В России не только члены научного сообщества начинают проявлять интерес к концепции реальных опционов, но также и инвестиционные компании (к примеру, ООО «Лаборатория инвестиций «ЛАБРЕЙТ»). Дальнейшее уточнение понятийного аппарата новой концепции, а также совершенствование методологических основ ее применения в сфере оценки эффективности финансирования инвестиционных и инновационных проектов является важной задачей, как для зарубежных, так и для российских ученых и финансистов-практиков.

Однако следует отметить, что концепция реальных опционов не является панацеей. Практика применения метода реальных опционов демонстрирует целесообразность его использования в тех случаях, когда традиционные подходы не могут адекватно оценить проект, особенно в условиях высокого уровня неопределенности основных параметров этого проекта. Традиционные подходы могут быть дополнены результатами анализа методом реальных опционов с целью повысить точность и качество оценки инвестиционных проектов [Баранов, Музыка, 2016б].

2.4. Применение нечетко-множественного подхода в оценке эффективности финансирования инвестиционных проектов

Американский ученый Лотфи Заде в середине 1970-х годов разработал основы теории нечетких множеств, став первооткрывателем нового направления научного знания [Zadeh, 1965]. Заде использовал созданную теорию в качестве механизма для математического моделирования процессов, связанных с человеческой деятельностью. В рамках данной концепции предполагается, что именно элементы множеств фигурируют в мыслительной дея-

тельности человека, а не обычные числа. Ключевым элементом теории нечетких множеств является *неопределенность*, поскольку нечетко-множественный подход имеет дело с неточной информацией [Пегат, 2011, с. 11]. Первоначально этот подход нашел применение в технике, но в дальнейшем начал использоваться и в других сферах, связанных с неопределенностью, в том числе в экономике и финансах [Баранов и др., 2018а].

В России начало использованию метода нечетких множеств в финансовой сфере положил А.О. Недосекин. В 2003 г. он защитил докторскую диссертацию (см. [Недосекин, 2003]), в которой исследовал возможности приложения нечетко-множественного подхода к моделированию финансовой деятельности. Результаты, полученные А.О. Недосекиным, дали толчок развитию дальнейших исследований российскими учеными в этой области [Музыка, Маслов, 2015а]. Так, например, в работе Г.Ф. Гареева [Гареев, 2009] нечетко-множественные методы используются в области оценки венчурного финансирования инноваций [Музыка, Маслов, 2015б; Баранов и др., 2018а]. Е.С. Трифонов в исследовании [Трифонов, 2009] применяет нечетко-множественный анализ для оценки эффективности венчурных инвестиций. В работе [Абдулаева, 2013] теория нечетких множеств используется для анализа рисков инновационной деятельности. А.О. Недосекин с соавторами в статье [Недосекин и др., 2013] предлагает новый тип реальных опционов, определяющим фактором стоимости которых выступает наличие позитивных отношений с контрагентами, и находит стоимость таких опционов с применением нечетко-множественного анализа. В работах [Медников, 2008], [Клементьева, 2006], [Ильин, 2009], [Кальченко, 2012] исследуются возможности использования нечетко-множественного подхода в сфере финансирования инноваций [Баранов и др., 2015в; 2018а].

В рамках раздела 2.4 проведем критический обзор исследований зарубежных ученых, в работах которых концепция реальных опционов в объединении с нечетко-множественным анализом используется для оценки целесообразности финансирования инновационных проектов. Также выполним анализ работ российских ученых-экономистов на основе защищенных диссертаций, в которых нечетко-множественный подход применяется для анализа эффективности инвестиционных и инновационных проектов.

2.4.1. Синтез метода реальных опционов и метода нечетких множеств для оценки эффективности финансирования инновационных проектов: критический обзор зарубежных исследований

Критический обзор использования метода реальных опционов в венчурном финансировании инновационных проектов в зарубежной практике подробно представлен нами в работе [Баранов, Музыка, 2013]. В рамках данного подраздела кратко остановимся на полученных выводах.

В России исследования, содержащие применение метода реальных опционов в венчурном финансировании инвестиционных проектов, на настоящий момент не получили распространения. Проанализированные нами работы зарубежных исследователей, в которых венчурное финансирование рассматривается с позиции концепции реальных опционов, были разбиты на четыре группы.

К *первой группе* статей относятся исследования, касающиеся оценки стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном финансировании инвестиционных проектов. Это такие работы, как [Botteron, Casanova, 2003]; [Hsu, 2002]; [Gong и др., 2006].

Во *второй группе* статей исследуется возможность применения биномиальной модели для целей оценки реальных опционов в венчурном инвестировании ([Huixia, Tao, 2010]; [Seppa, Laamanen, 2001]).

В *третьей группе* статей исследуется влияние различных видов неопределенности на время получения очередной порции инвестиций от венчурного капиталиста [Li, 2008], на выбор между корпоративным венчурным финансированием и поглощением [Tong, Li, 2011], на выбор венчурным капиталистом времени инвестирования в новый венчурный проект [Li, Mahoney, 2009], а также оценивается влияние неопределенности на вероятность создания стратегического альянса между корпоративным инвестором и инвестируемой компанией [Wadhwa, Phelps, 2010].

Четвертая группа – это статьи, в которых необходимость применения теории реальных опционов в венчурном финансировании инвестиционных проектов лишь декларируется. К подобным работам можно отнести [Kulatilaka, Toschi, 2009]; [Vanhaverbeke и др., 2008] и пр.

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы. Во всех рассмотренных статьях анализ проводится с позиции венчурного проекта в целом. Финансовые потоки венчурного фонда и финансовые потоки собственно проекта не разделяются. Ни в одной из проанализированных статей не проводится апробация предлагаемых моделей оценки стоимости опционов с использованием данных реальных инновационных проектов с венчурным финансированием. Общей чертой всех рассмотренных статей является высокая степень математизации при отсутствии экономической интерпретации параметров, входящих в предлагаемые авторами модели оценки стоимости реальных опционов в венчурном финансировании [Баранов, Музыка, 2013].

В России исследования, в которых метод нечетких множеств в совокупности с методом реальных опционов применяется для оценки эффективности финансирования инновационных проектов, на настоящий момент не получили распространения. Проведем обзор зарубежных исследований. Нами было проанализировано более сорока публикаций, в которых реальные опционы в сочетании с нечеткими множествами используются для оценки высокорисковых инвестиций. География исследуемых публикаций достаточно широка: Финляндия, Венгрия, Китай, Великобритания, Швейцария, Турция, Чехия, Италия, Южная Корея, Германия, США, Канада, Иран и др.

Мы анализирували публикации по следующим критериям:

- направление исследований;
- нечеткие «входные» параметры;
- тип нечетких чисел;
- тип реального опциона;
- модель оценки опциона;
- наличие апробации.

По причине ограниченности объема монографии приведем некоторые из рассмотренных нами зарубежных публикаций, в которых метод реальных опционов в совокупности с методом нечетких множеств применяется для оценки эффективности финансирования инновационных проектов.

Проанализированные нами работы могут быть разбиты на шесть групп.

К *первой группе* статей относятся исследования, в которых метод реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств используется для оценки эффективности инвестиционных

проектов в условиях высокой степени неопределенности (стратегические инвестиции).

Ко *второй группе* статей относятся публикации, в которых метод реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств используется для оценки эффективности R&D-проектов (проекты НИОКР).

В *третьей группе* статей исследуется проблема выбора оптимального портфеля R&D проектов с использованием аппарата нечетких множеств и концепции реальных опционов.

К *четвертой группе* статей относятся работы, в которых инструмент нечетких множеств в сочетании с методом реальных опционов используется для оценки инвестиций в недвижимость.

К *пятой группе* статей относятся публикации, где метод реальных опционов в совокупности с методом нечетких множеств применяется для оценки стоимости фирмы (оценка стоимости активов фирмы как нечеткого колл-опциона).

И, наконец, *шестая группа* – это статьи, в которых нечеткие множества и реальные опционы используются для оценки инвестиций в программное обеспечение (сфера IT).

Начнем наш анализ с рассмотрения статей *первой группы*.

В работе [Carlsson, Fuler, 2003] используется метод реальных опционов в нечетко-множественной форме: текущая стоимость ожидаемых денежных потоков по инвестиционному проекту и ожидаемая стоимость затрат оцениваются с помощью трапециевидных нечетких чисел. Авторы данной статьи делают вывод о том, что *модель нечетких реальных опционов* полезна и хорошо применима на практике. В случае с *классическим методом реальных опционов* для оценки неопределенности, содержащейся в оценках будущих денежных потоков, используется теория вероятностей. Это может быть справедливо для финансовых опционов, для которых мы можем предположить существование эффективного рынка с множеством игроков и множеством торгующихся акций, на котором выполняется предположение о справедливости закона больших чисел, и таким образом, использование теории вероятностей может быть оправдано [Carlsson, Fuler, 2003, с. 310].

По мнению авторов данной статьи, ситуация с реальными опционами совершенно иная. Опцион на отсрочку инвестиций, характерный для мега-проектов и мега-инвестиций, будет иметь последствия, отличные от ситуации эффективных рынков, по-

сколькo число игроков очень мало. Неопределенность, с которой сталкиваются при оценке будущих денежных потоков, не является по своей природе стохастической, и использование теории вероятностей дает ложный уровень точности [Carlsson, Fuler, 2003, с. 310]. Предлагаемая авторами модель, которая включает в себя субъективные оценки, апробируется на примере телекоммуникационной отрасли (компания Nordic Telekom Inc. – оператор мобильной связи в Европе). Проведенный авторами статьи [Carlsson, Fuler, 2003] анализ подтверждает следующее: использование нечетких моделей реальных опционов отчасти снимает ограничения моделей, применяемых для оценки стоимости реальных опционов, взятых из финансового сектора (модели Блэка-Шоулза и ее модификаций).

В статье [Magni и др., 2004] исследуется оценка стратегических реальных опционов. Авторы рассматривают следующие виды опционов: опцион роста, опцион на расширение проекта и опцион на отказ от проекта. Теоретические выводы авторы подтверждают расчетами на примере фирмы, производящей керамические облицовочные плиты.

Однако в данной работе стоимость опциона определяется без какой-либо модели оценки. Для оценки опциона используется экспертная система на основе нечеткой логики. Стоимость опциона выводится как функция от лингвистических переменных, отражающих другие параметры оценки потенциала проекта. Авторы статьи пытаются учесть стоимость стратегических опционов без расчета этой стоимости, т.е. они признают наличие реальных опционов в анализируемом ими инвестиционном проекте, но способ их оценки без моделей представляется довольно странным или прописанным неявно, что заводит читателя в тупик.

Также авторы указанной статьи оперируют таким понятием, как цена исполнения опциона. Однако другие параметры, влияющие на стоимость этих опционов (такие, как текущая стоимость базового актива, безрисковая процентная ставка, волатильность, срок исполнения опциона), не рассматриваются и даже не упоминаются в тексте статьи. Особой ценностью данной статьи является описание и осознание того факта, что риск оказывает двойное влияние на инвестиционную стоимость: отрицательно влияет на склонность к инвестированию и положительно на стоимость реальных опционов.

В статье [Arasteh, Aliahmadi, 2014] развивается модель оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях высокой степени неопределенности. Авторы отмечают, что метод реальных опционов все больше используется для оценки инвестиций в условиях неопределенности. Однако традиционный метод реальных опционов полагается на теорию финансовых опционов и обладает некоторыми характеристиками, ограничивающими его применение, например, предположение фиксированной цены исполнения опциона [Arasteh, Aliahmadi, 2014, с. 1377]. В данной статье рассматриваются нечеткие аспекты теории реальных опционов. Авторы статьи используют нечеткую логику, объединенную с методом математического моделирования сложных систем, для оценки реальных опционов в инновационных проектах. Аprobация теоретических выводов проводится на примере инновационного проекта в авиационной промышленности.

В статье [Zmeřkal, 2010] для целей инвестиционного анализа используется биномиальная модель в нечетком виде для оценки реального опциона американского типа. В работе оценивается американский реальный колл-опцион, когда все «входные» параметры биномиальной модели нечеткие, соответственно, стоимость самого опциона также становится нечеткой. Автором данной статьи используются нечеткие числа трапециевидного типа. Приводится числовой пример расчета стоимости американского реального колл-опциона.

В работе [Liao, Ho, 2010] предлагается подход к оценке инвестиционных проектов с использованием биномиальной модели в нечетком виде. За основу взята обычная биномиальная модель Кокса-Росса-Рубинштейна. Приводится иллюстративный числовой пример на основе данных по реальному инвестиционному проекту. Авторами используются нечеткие числа треугольного типа. Нечеткими в этой работе являются показатели, влияющие на стоимость базового актива, в то время как безрисковая процентная ставка и цена исполнения опциона – четкие числа.

В работе [Carlsson и др., 2010] нечеткие реальные опционы используются для решения проблемы закрытия/незакрытия завода. Нечеткими параметрами являются текущая стоимость ожидаемых денежных потоков и текущая стоимость ожидаемых затрат. Применяется европейский колл-опцион. Для его оценки используется модель Блэка-Шоулза в нечетком виде, а также бино-

миальная модель в нечетком виде. Однако расчеты проводятся на нечеткой биномиальной модели, нечеткая модель Блэка-Шоулза лишь описывается в теоретическом разделе работы. Полученные результаты проходят апробацию на примере завода в лесной промышленности.

В статье [Wang и др., 2015] описывается метод оценки высоко-рисковых проектов. Нечеткими параметрами являются текущая стоимость ожидаемых денежных потоков и текущая стоимость ожидаемых затрат. Используются нечеткие числа треугольного вида. К недостаткам данной статьи можно отнести тот факт, что из текста непонятно, какой тип опциона используется, и какая применяется модель для оценки этого опциона. Также страдает содержательная экономическая интерпретация полученных результатов. Апробация выводов данного исследования осуществлена на конкретном проекте в сфере проектирования и строительства гражданских объектов.

В статье [Ho, Liao, 2011] предлагается нечеткий биномиальный подход для оценки инвестиционных проектов в условиях высокого уровня неопределенности. Помимо этого, предлагается метод расчета среднего значения нечеткого «расширенного» NPV проекта, т.е. NPV с учетом стоимости реального опциона, который отражает полную стоимость проекта. Предлагаемый подход апробируется на примере инновационного проекта компании в сфере биотехнологий. Авторы статьи отмечают, что опционная стоимость возникает из-за гибкости: лицо, принимающее решение, может отложить инвестиции на первой стадии, чтобы избежать убытков в момент начала реализации проекта. В статье используются треугольные нечеткие числа. В качестве нечетких параметров выступают текущие денежные потоки по проекту и волатильность. К недостаткам статьи можно отнести отсутствие должной интерпретации полученных результатов, а также никак необоснованное значение безрисковой ставки процента.

Проанализируем статьи *второй группы*.

В статье [Zhang и др., 2006] представлена нечеткая скачкообразная модель для оценки стоимости реального опциона в сфере R&D (research and development – научные исследования и разработки). Преимуществом нечеткой скачкообразной модели является инкорпорированность субъективных оценок менеджеров в скачкообразную модель [Zhang и др., 2006, с. 798].

В статье [Karsak, 2010] рассматривается проблема выбора R&D-проекта. Для решения данной задачи авторы статьи предлагают использовать теорию нечетких множеств. Новизна данной статьи состоит в том, что теория нечетких множеств в совокупности с методом реальных опционов применяется для оценки R&D-проектов с учетом взаимодействия между проектами с целью максимизации чистой выгоды, основанной на чистом приведенном доходе. Апробация в данной статье проводится на примере высокотехнологичной компании, которая анализирует шесть R&D-проектов, где каждый R&D-проект включает в себя две стадии инвестирования: первоначальную стадию и стадию развития.

В статье [Tolga и др., 2008] также производится оценка эффективности R&D-проектов. Авторы данной статьи используют формулу Геске в нечетком виде из работы [Wanga, Hwang, 2007], а также формулы, полученные в работе [Carlsson, Fuller, 2003]. Текущая стоимость ожидаемых денежных потоков и текущая стоимость ожидаемых затрат являются нечеткими параметрами модели. Авторами используется европейский двухстадийный колл-опцион и нечеткие числа трапециевидного типа. Апробация модели производится на примере инвестиционного проекта в сфере электронной промышленности.

В статье [Bednyagin, Gnansounou, 2011] метод реальных опционов применяется для оценки программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сфере термоядерной энергетики. Стратегическая ценность технологии термоядерного синтеза, которая возникает благодаря неопределенности будущих условий рынка, оценивается в работе на основании ожидаемых денежных потоков от строительства и функционирования термоядерных электростанций и стоимости реальных опционов, возникающей благодаря управленческой гибкости и имеющейся неопределенности. Сначала авторами статьи рассчитывается эффективность программы НИОКР в сфере термоядерной энергетики традиционным методом дисконтированных денежных потоков (методом NPV). Затем они рассчитывают стоимость разных типов реальных опционов в четком виде. Стоимость европейского колл-опциона оценивается с применением модели Блэка-Шоулза и биномиальной модели Кокса-Росса-Рубинштейна. Стоимость двухстадийного составного опциона колл с постоянной волатильностью оценивается с использованием модели Геске. Далее NPV и стои-

мость реального опциона по модели Блэка-Шоулза оценивают в нечетком виде, после чего авторы рассчитывают стоимость составного реального опциона в нечетком виде по формуле, основанной на четкой модели Геске, и сравнивают полученные результаты. Во всех расчетах с использованием метода нечетких множеств используются трапециевидные нечеткие числа.

Перейдем к рассмотрению *статей третьей группы*.

В статье [Carlsson и др., 2007] авторы развивают методологию оценки реальных опционов, возникающих в R&D проектах, когда будущие денежные потоки по проекту оцениваются как трапециевидные нечеткие числа. В частности, авторы представляют нечеткую модель для решения проблемы выбора оптимального портфеля R&D проектов. В данной статье для случая оценки портфеля R&D проектов ожидаемые инвестиционные затраты по проектам – четкое число, поскольку, как правило, компании оценивают ожидаемые инвестиционные затраты по проектам с высокой степенью определенности. Однако денежные потоки, получаемые от проектов, содержат в себе неопределенность, и они моделируются как трапециевидные нечеткие числа. Для оценки опциона используется модель Блэка-Шоулза с выплатой дивидендов в нечетком виде. К недостаткам данной статьи можно отнести отсутствие апробации полученных результатов.

Целью исследования [Wanga, Hwang, 2007] также является формирование оптимального портфеля R&D-проектов. В данной статье модель составных опционов Геске ([Geske, 1979]) расширена с использованием теории нечетких множеств с целью оценки стоимости R&D-проекта, так как будущие денежные потоки трудно спрогнозировать одним единственным числом. Проводится апробация на примере фармацевтической промышленности.

В статье [Hassanzadeh и др., 2012] автор использует нечеткие числа треугольного вида для оценки эффективности R&D-проектов и формирования оптимального портфеля проектов. В качестве нечетких параметров выступают текущая стоимость ожидаемых денежных потоков и текущая стоимость ожидаемых затрат. Апробация, как и в статье [Wanga, Hwang, 2007], проводится на примере проекта в фармацевтической промышленности.

В целом можно отметить, что все проанализированные статьи характеризуются отсутствием экономической интерпретации по-

лученных результатов. Над экономическим содержанием прева-
лирует технико-математический подход.

Проанализируем *четвертую группу статей*.

Это, например, работа [Мао, Wu, 2011], в которой применяются методы реальных опционов и нечетких множеств для оценки инвестиционного проекта в сфере недвижимости с использованием моделей, полученных в статье [Carlsson, Fuler, 2001], и формулы Блэка-Шоулза, полученной в нечетком виде. Нечеткими являются чистый приведенный доход по проекту и ожидаемые затраты по проекту (в виде нечетких чисел треугольного типа). Аprobация проводится на примере инвестиционного проекта в сфере недвижимости.

Пятую группу статей рассмотрим на примере такой работы, как [Zmeřkal, 2001].

В статье [Zmeřkal, 2001] автор оценивает стоимость фирмы как нечеткий колл-опцион, используя нечеткие числа трапециевидного типа. Применяется модель Блэка-Шоулза в нечетком виде. Все элементы формулы Блэка-Шоулза нечеткие, соответственно, стоимость реального европейского опциона «колл» – тоже нечеткая. Иллюстрация модели проводится на числовом примере – оценке стоимости авиакомпаний.

Шестая группа содержит статьи, в которых оценивается эффективность инвестиций в информационные технологии ([Тао и др., 2007a]; [Тао и др., 2007b]; [Lee Y.-C., Lee S.-S., 2011]; [You и др., 2012]).

В статьях [Тао и др., 2007a] и [Тао и др., 2007b] в качестве модели для оценки обычного европейского опциона «колл» применяется модель Блэка-Шоулза в нечетком виде. В результате того, что «входным», хотя и единственным, нечетким параметром в этих работах является приведенная стоимость ожидаемых будущих денежных потоков по инвестиционному проекту, стоимость реального опциона также становится нечеткой. В обеих статьях используются нечеткие числа треугольного типа. Общим и главным недостатком этих статей является отсутствие экономической содержательной интерпретации полученных оценок стоимости реального опциона при наличии высокой степени математизации в ходе исследования. Однако существенным преимуществом данных работ по сравнению с работами некоторых других авторов в области оценки эффективности инновационных проектов с помощью методов реальных опционов и нечетких множеств является

ся наличие апробации используемых подходов. Так, например, в рамках статьи [Тao и др., 2007b] авторы апробируют предлагаемую модель на примере атомной электростанции в Китае с целью оценки эффективности инвестиций в сфере информационных технологий.

В статье [Lee Y.-C., Lee S.-S., 2011] «входными» нечеткими параметрами выступают текущая стоимость ожидаемых денежных потоков и текущая стоимость ожидаемых затрат по проекту. Используя нечеткие числа трапециевидного типа для оценки европейского колл-опциона (опциона роста), авторы приводят числовой пример оценки инвестиций в технологию RFID вместе с апробацией модели.

В статье [You и др., 2012] авторы оценивают эффективность инвестиций в программное обеспечение планирования ресурсов на предприятии, принимая будущие денежные потоки по инвестиционному проекту как нечеткие числа треугольного типа и производя расчеты на основе модели Блэка-Шоулза. Спектр объектов оценивания в данной работе достаточно широк: опцион роста, опцион на отказ от инвестирования, опцион на уменьшение масштабов инвестирования в проект. Сильная сторона работы состоит в апробации в сфере программного обеспечения для ресурсного планирования на предприятии.

На основе проведенного нами исследования публикаций, в которых метод реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств применяется для оценки эффективности финансирования инновационных проектов, можно сделать следующие выводы. В России подобные исследования на настоящий момент не получили распространения. Поэтому наше внимание было сосредоточено на анализе зарубежных публикаций. Были выявлены следующие направления исследований в выбранной области: оценка эффективности финансирования стратегических мегаинвестиций, имеющих высокую степень неопределенности; оценка эффективности R&D-проектов; проблема выбора оптимального портфеля R&D-проектов; оценка инвестиций в недвижимость; оценка стоимости фирмы; оценка инвестиций в программное обеспечение (сфера IT).

В проанализированных исследованиях используются следующие типы реальных опционов: европейский колл-опцион (стандартный) (опцион роста, опцион на отказ от инвестирования, опцион на уменьшение масштабов инвестирования); аме-

риканский колл-опцион; составной европейский двухстадийный колл-опцион с постоянной волатильностью. Применяются такие модели оценки реальных опционов, как модель Блэка-Шоулза в нечетком виде (в подавляющем большинстве работ), модель Геске в нечетком виде, биномиальная модель (модель Кокса-Росса-Рубинштейна) в нечетком виде. Используются следующие нечеткие «входные» параметры: текущая стоимость ожидаемых денежных потоков по инновационному проекту, текущая стоимость ожидаемых затрат по проекту, «входные» параметры биномиальной модели, «входные» параметры формулы Блэка-Шоулза, модели Геске. В большинстве работ применяются трапецевидные нечеткие числа. Нами были выявлены следующие недостатки проанализированных публикаций: далеко не во всех статьях проводится апробация предлагаемых подходов. Если такая апробация и проводится, то отсутствует содержательная экономическая интерпретация полученных результатов. Отсутствуют статьи по такому направлению исследований, как использование метода реальных опционов и аппарата нечетких множеств для оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов [Баранов и др., 20186].

2.4.2. Отражение научного интереса к применению метода нечетких множеств для анализа эффективности инвестиционных и инновационных проектов в диссертационных исследованиях в России

Автором данного исследования был проведен *библиометрический анализ мировой экономической литературы в области оценки эффективности финансирования инновационных проектов* на основе наукометрических систем Web of Science и Scopus, а также базы данных EconLit. Результаты анализа представлены в Приложении В.

Проанализируем работы российских исследователей (диссертации на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук), в которых метод нечетких множеств применяется для анализа эффективности инвестиционных и инновационных проектов (см. Приложение Г).

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

1. Методы теории нечетких множеств активно применяются учеными-экономистами. Всплеск интереса российских ученых к применению аппарата нечетких множеств в инвестиционном анализе наблюдается в 2003–2006 гг. после защиты докторской диссертации А.О. Недосекиным.

2. Обращает на себя внимание появление ряда работ по техническим и физико-математическим наукам, связанным с использованием аппарата нечетких множеств для анализа инвестиционной и инновационной деятельности. В них авторы, как правило, рассматривают вопрос с точки зрения технического исполнения: обосновывают алгоритмы и методы оценки и принятия решений в условиях неопределенности, автоматизируют данный процесс.

3. Несмотря на то что российские исследователи проявляют достаточно большой интерес к методу нечетких множеств, лишь в небольшой части работ он используется в сочетании с методом реальных опционов (9%) и в основном для оценки инвестиционных и инновационных проектов. Для анализа эффективности венчурного финансирования сочетание метода реальных опционов и аппарата нечетких множеств в работах отечественных авторов не использовалось [Музыка, 2018].

На основе проведенного во *второй главе* исследования можно сделать следующие *выводы*.

1. 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 этих условиях использование стандартных методов оценки эффективности проектов не позволяет получить комплексную оценку целесообразности финансирования инноваций, а также количественно оценить достоверность динамики прогнозируемых показателей. По нашему мнению, применение метода реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом является направлением совершенствования подходов к оценке эффективности инновационных проектов.

2. В проанализированных работах зарубежных ученых, в которых метод нечетких множеств в совокупности с методом реальных опционов применяется для целей оценки эффективности

инвестиционных проектов, были выявлены следующие направления исследований: оценка эффективности стратегических мегаинвестиций, имеющих высокую степень неопределенности; оценка эффективности R&D-проектов; проблема выбора оптимального портфеля R&D-проектов; оценка инвестиций в недвижимость; оценка стоимости фирмы; оценка инвестиций в программное обеспечение. Было установлено, что в данных исследованиях используются следующие типы реальных опционов: европейский колл-опцион (опцион роста, опцион на отказ от инвестирования, опцион на уменьшение масштабов инвестирования); американский колл-опцион; составной европейский двухстадийный колл-опцион с постоянной волатильностью. Применяются такие модели оценки реальных опционов, как модель Блэка-Шоулза (в подавляющем большинстве работ), модель Геске и биномиальная модель (модель Кокса-Росса-Рубинштейна) в нечетком виде. Используются следующие нечеткие «входные» параметры: текущая стоимость ожидаемых денежных потоков по инновационному проекту, текущая стоимость ожидаемых затрат по проекту, «входные» параметры биномиальной модели, «входные» параметры формулы Блэка-Шоулза, модели Геске.

3. Выявлен следующий существенный недостаток проанализированных зарубежных публикаций: далеко не во всех работах проводится апробация предлагаемых авторами этих работ подходов. Если такая апробация и проводится, то отсутствует содержательная экономическая интерпретация полученных результатов. Преобладает технико-математический подход.

4. При проведении библиометрического анализа мировой экономической литературы в области оценки эффективности финансирования инновационных проектов статей по запросу на ключевые словосочетания «реальные опционы», «нечеткие множества» и «венчурный капитал» в наукометрических системах Web of Science и Scopus, а также в библиографической базе данных EconLit не было найдено. Это свидетельствует о слабой изученности проблематики приложения метода реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств для целей оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов.

5. Проанализирована степень научного интереса к применению метода нечетких множеств для анализа эффективности инвестиционных и инновационных проектов в диссертационных ис-

следованиях в России. Было установлено, что методы теории нечетких множеств активно применяются учеными-экономистами. Всплеск интереса российских ученых к применению аппарата нечетких множеств в инвестиционном анализе наблюдается в 2003–2006 гг. после защиты докторской диссертации А.О. Недосекиным.

6. Несмотря на то, что российские исследователи проявляют достаточно большой интерес к методу нечетких множеств, лишь в небольшой части работ он используется в сочетании с методом реальных опционов для оценки эффективности инвестиционных и инновационных проектов.

7. Исследования, в которых концепция реальных опционов в совокупности с теорией нечетких множеств применяется для целей оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, на данный момент не получили распространения как за рубежом, так и в России.

8. Применение метода нечетких множеств в рамках методики оценки эффективности инновационного проекта с реальными опционами, финансируемого венчурным фондом, на данный момент не описывается в мировой экономической литературе. Имеются работы отдельно по применению метода нечетких множеств при оценке венчурных инвестиций, при оценке эффективности инновационных проектов и при оценке стоимости реальных опционов. Существуют работы зарубежных авторов, в которых метод нечетких множеств используется при оценке реальных опционов, возникающих в инновационных проектах, но без венчурного финансирования.

Глава 3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

3.1. Развитие концепции реальных опционов в направлении ее приложения к венчурному финансированию инновационных проектов в нечетко-множественной постановке

Проблема финансирования инновационных проектов имеет важное народнохозяйственное значение. Актуальной задачей становится развитие теоретико-методологических подходов к анализу эффективности венчурного финансирования инноваций. Применение *концепции реальных опционов*, а также *нечетко-множественного анализа* является, по нашему мнению, направлениями совершенствования названных подходов.

Поскольку инвестиции в венчурный капитал – это инвестиции, для которых характерны высокий риск и высокая доходность, и они достаточно часто имеют поэтапную природу, традиционный метод NPV может быть дополнен иными подходами, способными учесть управленческую гибкость, в частности, оценкой эффективности проекта с использованием метода реальных опционов. При этом существующие модели оценки реальных опционов имеют определенные ограничения при их применении для целей оценки вложений венчурного инвестора.

Процесс венчурного финансирования обычно разделяется на несколько этапов в зависимости от стадии реализации проекта (см. с. 16 данного исследования). Поскольку инвестируемая компания имеет различные цели и задачи на разных этапах венчурного финансирования, характеристики риска на разных этапах различны. Так, задача компании на более ранней стадии – это R&D. Таким образом, главная неопределенность на начальных стадиях – это технологическая неопределенность.

Модель оценки стоимости реального опциона для случая венчурного финансирования 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 финансирования необходимо подобрать такую модель, которая будет учитывать тот факт, что волатильность цены базового актива изменяется с течением времени.

Формула, полученная Блэком и Шоулзом [Black, Scholes, 1973] для оценки стоимости европейского колл-опциона, а также формула Геске [Geske, 1979], полученная для оценки двухстадийного составного европейского колл-опциона, применимы только в случае постоянной волатильности стоимости базового актива. Постоянство волатильности стоимости базового актива является одной из предпосылок и квадратичной модели Вэйли [Barone-Adesi, Whaley, 1987], полученной на основе формулы Блэка-Шоулза для оценки стоимости опционов колл и пут американского типа [Baranov, Muzyko, 2015b].

В России исследования, содержащие применение метода реальных опционов в венчурном финансировании инновационных проектов, до настоящего времени широкого развития не получили. Остановимся на зарубежных исследованиях, касающихся оценки стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном финансировании инновационных проектов. Подобные работы в мировой литературе, к сожалению, немногочисленны: это статьи [Botteron, Casanova, 2003] и [Hsu, 2002].

В статье [Botteron, Casanova, 2003] развивается модель опционного ценообразования, позволяющая оценить гибкость, которую получает венчурный капиталист, когда он разбивает процесс инвестирования на стадии. Авторы статьи представляют стоимость компании-стартапа в виде суммы стоимостей двух опционов: европейского колл-опциона и бинарного европейского колл-опциона. Согласно данному подходу базовым активом является весь венчурный проект (стартап). Нам представляется, что данная интерпретация недостаточно корректна, поскольку венчурному капиталисту принадлежит не весь проект, а лишь доля в уставном капитале проинвестированной компании. По нашему мнению, базовым активом в случае рассмотрения вложений венчурного ин-

вестора через опцион колл являются акции проинвестированной компании, принадлежащие венчурному фонду.

Авторы статьи [Botteron, Casanova, 2003] следуют всем предпосылкам формулы Блэка-Шоулза, в том числе и предпосылке о постоянстве волатильности стоимости базового актива. По нашему мнению, в случае венчурного финансирования волатильность изменяется с течением времени, поскольку инвестируемая компания имеет различные характеристики риска на разных стадиях своего развития.

В работе [Hsu, 2002] анализируется процесс принятия решения венчурным капиталистом о поэтапном финансировании. Венчурный капиталист может инвестировать всю сумму сразу в виде единовременной выплаты, а может разбивать инвестиции на стадии. Поэтапное финансирование рассматривается в [Hsu, 2002] как составной европейский колл-опцион с зависящей от времени волатильностью. Для оценки стоимости этого опциона автором данной статьи получена модификация модели Геске [Geske, 1979].

В рассмотренных выше двух подходах к оценке стоимости реальных опционов, возникающих при венчурном финансировании инвестиционных проектов, анализ проводится с позиции инвестиционного проекта в целом. По нашему мнению, необходимо разделять финансовые потоки венчурного фонда и финансовые потоки собственно проекта. Венчурный фонд имеет свои финансовые потоки, отличные от общих финансовых потоков всего анализируемого проекта [Баранов, Музыко, 2013; Baranov, Muzyko, 2015a].

Рассмотрим финансовые потоки собственно проекта (табл. 3.1) и финансовые потоки венчурного фонда (табл. 3.2).

Таблица 3.1

Финансовые потоки собственно проекта

Приток	Отток
1. Чистая прибыль (<i>NPAT</i>)	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

Источник: составлено автором.

Финансовые потоки венчурного фонда

Приток	Отток
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	–

Источник: составлено автором.

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 проекта с точки зрения венчурного фонда:

$$NPV^v = \sum_{t=0}^T \frac{[DIV^v(t) + PER^v(t) + LR^v(t) - I^v(t) - L^v(t)]}{(1+r)^t} + \frac{TER^v(T)}{(1+r)^T} \quad (3.1)$$

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);

$$TER^v(T) = NPAT^{(T-1)} \cdot SHK^v \cdot (P/E) + DIV_{текущ.}^v, \quad (3.2)$$

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

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

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

$$\sum_{t=0}^T \frac{[DIV^v(t) + PER^v(t) + LR^v(t) - I^v(t) - L^v(t)]}{(1+r)^t} + \frac{TER^v(T)}{(1+r)^T} = 0 \quad (3.3)$$

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 [Баранов, Музыко, 2013].

Опишем предлагаемую нами *содержательную финансово-экономическую интерпретацию составного опциона колл в нечетко-множественной постановке*, используемого в оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов.

При разработке содержательной интерпретации составного опциона колл в нечетко-множественной постановке с учетом особенностей процесса венчурного финансирования необходимо учитывать два обстоятельства: во-первых, венчурный фонд имеет свои финансовые потоки, отличные от потоков собственно проекта (см. табл. 3.2), во-вторых, эти финансовые потоки венчурного фонда представляются в нечетком виде. В интерпретации составного опциона колл в нечетко-множественной постановке положительные и отрицательные потоки венчурного фонда становятся нечеткими. Это позволит повысить адекватность отображения процессов венчурного финансирования и оценки неопределенности в теории и методиках анализа эффективности инновационных проектов.

Для венчурного фонда свойственно поэтапное финансирование инновационных проектов. Предположим, что венчурный фонд принимает решение разбить процесс финансирования на два этапа. В этом случае инвестируемая компания предоставляет венчурному фонду *составной опцион колл*. **Составной опцион колл** представляет собой один из видов экзотических опционов, базовым активом по которому выступает внутренний опцион колл.

Затраты на приобретение в момент времени T_0 составного опциона колл равны I_0^v (это вложения, позволяющие начать реализацию проекта). Поскольку изменениям могут быть подвержены цены на проектно-изыскательские работы, цены на оборудование и строительно-монтажные работы, то величина первоначальных инвестиций может быть нечеткой.

Составной опцион колл предоставляет инвестору – венчурному фонду право, но не обязательство, купить через определенное время T_1 по цене I_1^v долю в уставном капитале инвестируемой компании. Приобретение венчурным фондом доли в уставном капита-

ле инвестируемой компании в момент времени T_1 по цене I_1^v , то есть вложение основной порции венчурных инвестиций в инновационный проект, может быть проинтерпретировано как покупка внутреннего опциона колл на приобретение актива со сроком исполнения T_2 и ценой исполнения I_2^v . Величина основных инвестиций венчурного фонда может быть нечеткой, как и доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании, которую он получает в обмен на основную порцию своих вложений.

Таким образом, при использовании нечетко-множественного анализа для оценки неопределенности могут быть «раскачаны» следующие параметры составного опциона колл, принадлежащего венчурному фонду: затраты венчурного фонда на приобретение составного опциона колл, основная доля прямых инвестиций фонда, а также доля фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Доля является предметом «торга» между венчурным фондом и первоначальным собственником инвестируемой компании.

Активы, право на покупку которых венчурный фонд приобретает в момент времени T_1 , проинтерпретированы нами как прибыль венчурного фонда, которую он может получить в момент времени T_2 после продажи своей доли в уставном капитале инвестируемой компании, приобретенной в момент времени T_1 . Поскольку источником неопределенности являются рыночные цены на выпускаемую продукцию, цены на основные сырье, материалы, электроэнергию, то эти параметры также подлежат флюктуации и могут быть «раскачаны» с применением подхода нечетких множеств, а значит, и прибыль венчурного фонда становится нечеткой.

Цена исполнения внутреннего опциона колл, I_2^v , проинтерпретирована нами как величина неявных издержек венчурного фонда, а именно как потеря приходящейся на фонд части чистой прибыли последнего года пребывания фонда в бизнесе проинвестированной компании (это произведение доли венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании и чистой прибыли компании в году «выхода» венчурного фонда из бизнеса). Величина неявных издержек венчурного фонда также становится нечеткой, превращаясь из числа в множество.

Интерпретация экзотического составного опциона колл в нечетко-множественной постановке для случая венчурного финансирования инновационного проекта обобщенно представлена в таблице 3.3 [Баранов, Музыка, 2020б].

**Интерпретация экзотического составного опциона колл
в нечетко-множественной постановке
с учетом особенностей процесса венчурного финансирования
инновационного проекта**

Этап венчурного финансирования	Момент времени	Действия венчурного фонда	Источник неопределенности	Описание в нечетко-множественной постановке
I этап	T_0	Приобретение составного опциона колл на покупку доли в уставном капитале инвестируемой компании.	Цены на проектно-изыскательские работы. Цены на строительно-монтажные работы (СМР). Цены на оборудование.	I_0^v – затраты на приобретение составного опциона колл – вложения, позволяющие начать реализацию инновационного проекта. Могут измениться цены на оборудование, на СМР и пр., вследствие чего величина первоначальных вложений венчурного фонда может быть нечеткой.
II этап	T_1	Приобретение доли в уставном капитале инвестируемой компании (приобретение внутреннего опциона колл на получение актива – прибыли от продажи этой доли в будущем).	Цены на СМР. Цены на оборудование.	I_1^v – цена исполнения внешнего опциона колл – основная порция вложений венчурного фонда в инвестируемую компанию в обмен на долю в ее уставном капитале (может быть нечеткой вследствие возможности флюктуаций цен на СМР и оборудование).
«Выход» венчурного фонда из бизнеса проинвестированной компании	T_2	Продажа доли в уставном капитале инвестируемой компании – получение актива в виде прибыли от реализации этой доли в случае успешного развития инновационной компании.	Рыночные цены на выпускаемую продукцию. Цены на основные сырье, материалы, электроэнергию. Доля венчурного фонда.	I_2^v – цена исполнения внутреннего опциона колл – неявные издержки венчурного фонда (произведение доли фонда и чистой прибыли проинвестированной компании в году «выхода» венчурного фонда из бизнеса) – становится нечеткой вследствие флюктуаций цен на выпускаемую продукцию и на основные сырье и материалы; доля фонда также может быть задана в нечетком виде.

Источник: составлено автором.

При выборе модели оценки составного опциона колл, характерного для процесса венчурного финансирования инновационных проектов необходимо учитывать тот факт, что волатильность цены базового актива изменяется с течением времени. По нашему мнению, именно модель Геске-Хсу в полной мере учитывает особенности венчурного инвестирования и может быть использована для оценки стоимости составных опционов, возникающих при венчурном финансировании инновационных проектов.

Однако нам представляется необходимым модифицировать исходные данные для этой модели следующим образом: анализировать венчурные вложения не с позиции проекта в целом, а с позиции венчурного фонда в нечетко-множественной постановке.

Иными словами, нам представляется необходимым изменить *содержательную финансово-экономическую интерпретацию «входных» параметров модели Геске-Хсу*, проинтерпретировав их с учетом особенностей венчурного финансирования с применением нечетко-множественного подхода.

Особенность данной модели состоит в том, что в ней учтен тот факт, что риск инвестируемой компании изменяется с течением времени. 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 .

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 ак-

ций 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 будет следующим. 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 [Баранов, Музыка, 2015].

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 нами 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 венчурного фонда в приобретение этих акций; I_2^v – величина *неявных издержек венчурного фонда* (часть прибыли те-

кущего 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.

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

$$dV^v = \alpha V^v dt + \sigma_1 V^v dW \quad (3.4)$$

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

$$dV^v = \alpha V^v dt + \sigma_2 V^v dW \quad (3.5)$$

в течение промежутка времени (T_1, T_2) , где σ_1 – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$; σ_2 – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) .

Тогда *стоимость составного колл-опциона в текущий момент времени t , которым владеет венчурный фонд, будет составлять (модель Геске-Хсу):*

$$C^v = V^v N_2(h + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}, l + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}; \rho) - I_2^v e^{-r\tau} N_2(h, l; \rho) - I_1^v e^{-r\tau_1} N_1(h), \quad (3.6)$$

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

V^v – текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду (*проинтерпретирована как величина TER^v – ликвидационная стоимость проекта для венчурного фонда в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании*);

σ_1 – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$ (*проинтерпрети-*

рован как коэффициент вариации соответствующего отраслевого индекса биржи NASDAQ, Московской биржи и др.);

σ_2 – уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) (проинтерпретирован как наибольшее значение σ_2 («наихудший» случай) при соблюдении предположения о том, что уровень риска с течением времени будет снижаться);

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

I_1^v – цена исполнения составного (внешнего) колл-опциона (проинтерпретирована как инвестиции венчурного фонда в момент времени T_1 в приобретение части акций инвестируемой компании);

I_2^v – цена исполнения внутреннего колл-опциона (проинтерпретирована как величина неявных издержек венчурного фонда);

r – безрисковая ставка процента (проинтерпретирована как ставка вложений в альтернативные активы, под которыми подразумеваются депозиты с наибольшим сроком в наиболее крупных и надежных банках России);

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

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

$N_1(\cdot)$ – функция стандартного нормального распределения;

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

$$V_{T_1} N_1(l^* + \sqrt{\sigma_2^2\tau_2}) - I_2^v e^{-r\tau_2} N_1(l^*) = I_1^v, \quad (3.7)$$

где l^* – величина l в момент времени T_1 ;

$$l^* = \frac{\ln \frac{V_{T_1}}{I_2^v} + r\tau_2 - \frac{1}{2}\sigma_2^2\tau_2}{\sqrt{\sigma_2^2\tau_2}}. \quad (3.8)$$

Опишем правило исполнения внешнего опциона. Для того чтобы принять решение об исполнении внешнего опциона, т.е. принять решение 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 проинвестированной компании в момент времени $T_1 - \bar{V}$. Для того, чтобы определить \bar{V} , необходимо найти решение уравнения (3.7) относительно переменной V_{T_1} .

Правило исполнения составного колл-опциона (внешнего опциона) будет следующим: 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 σ_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 (3.7)) [Baranov, Muzyko, 2016].

Величина V^v (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду) в нашей интерпретации является не чем иным, как ликвидационной стоимостью проекта для венчурного фонда TER^v в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании. Это оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций:

$$V^v = TER^v = NPAT_{total\ предд.} \cdot S \cdot P / E + DIV_{текущ.}^v, \quad (3.9)$$

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

$NPAT_{total\ предш.}$ – чистая прибыль проинвестированной компании в году, предшествующем году «выхода» венчурного фонда из бизнеса;

S – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании;

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

$DIV^v_{текущ.}$ – дивиденды, выплачиваемые проинвестированной компанией венчурному фонду в текущем году.

$$I_2^v = NPAT_{total\ Exit} \cdot S, \quad (3.10)$$

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

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

S – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании.

В нашей интерпретации величина V_{T_1} представляет собой оценку бизнеса в году T_1 (момент времени осуществления венчурным фондом основных инвестиций в приобретение доли акций):

$$V_{T_1} = NPAT_{T_1} \cdot P / E, \quad (3.11)$$

где $NPAT_{T_1}$ – чистая прибыль проинвестированной компании в году T_1 ;

P/E – величина отношения цены акции к получаемому по ней доходу.

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.

Проинтерпретированные выше «входные» параметры модели Геске-Хсу могут моделироваться с использованием метода нечетких множеств, так что «выходной» параметр – стоимость составного опциона колл также становится нечетким. Нечеткие «входные» и «выходные» параметры финансовой модели инновационного проекта будут описаны в таблице 3.4, п. 3.2 данного исследования.

3.2. Методика оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов и нечетко-множественного подхода

В данном исследовании разработан методический подход к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов на основе синтеза метода реальных опционов и метода нечетких множеств. Блок-схема методического подхода в нечетко-множественной постановке представлена на рисунке 3.1.

Опишем новую методику оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов с использованием модели Геске-Хсу и метода нечетких множеств. Под «эффективностью» будем понимать коммерческую (финансовую) эффективность. Разработанная методика позволяет количественно оценить факт поэтапной реализации проекта и возможность прекращения финансирования при получении негативной информации о его реализации. Иными словами, она позволяет учесть и количественно оценить управленческую гибкость при принятии решений о дальнейшей реализации инновационного проекта. Это помогает преодолеть недостатки традиционных подходов к оценке эффективности инвестиционных проектов, ограничивающих их применение для целей анализа инновационных проектов, а также позволяет повысить точность оценки стоимости проекта венчурными фондами по сравнению с имеющимися в теории и практике подходами и принимать более обоснованные решения по финансированию проектов.

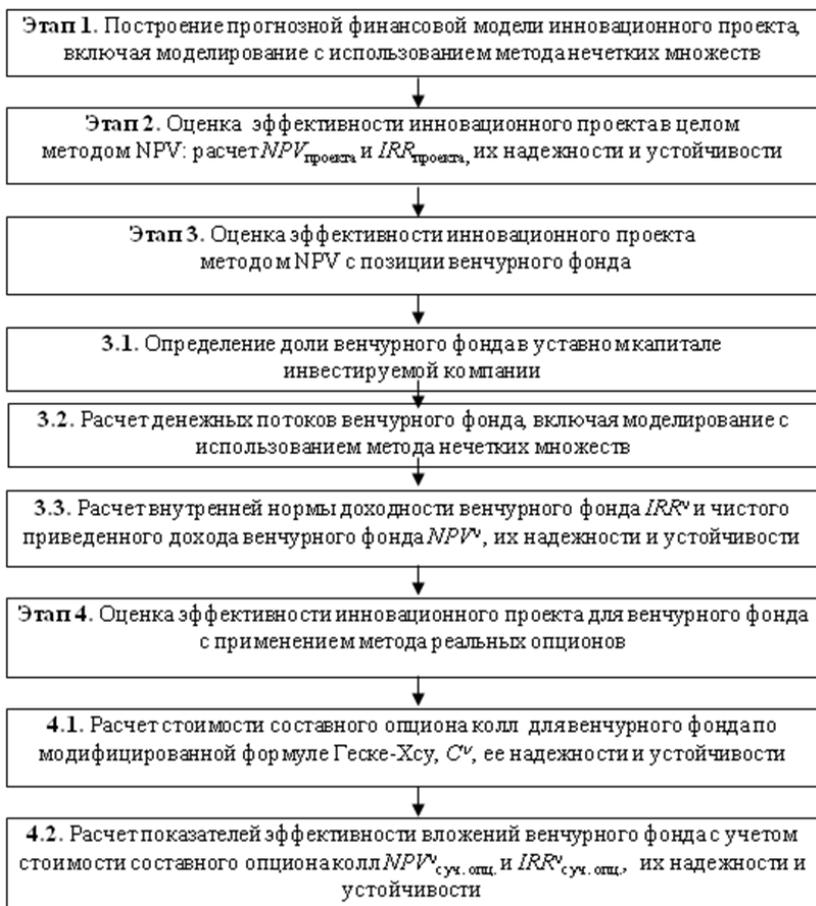


Рис. 3.1. Блок-схема методического подхода

к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов на основе синтеза метода реальных опционов и метода нечетких множеств

Источник: построено автором.

В стандартном инвестиционном анализе эффективности инвестиционных (в том числе инновационных) проектов с помощью имитационных финансовых моделей влияние вариации экзогенных параметров (цены на продукцию инвестируемой компании, цены на сырье и т.д.) проводится с помощью анализа чувствительности проекта к изменению этих переменных. В результате получается

«вилка», в рамках которой меняются основные показатели эффективности проекта (чистый приведенный доход (*NPV*) и внутренняя норма доходности (*IRR*)) при колебании экзогенных параметров.

Использование нечетко-множественных методов позволяет синтезировать традиционный инвестиционный анализ с нечетко-множественным подходом. Появляется возможность количественно оценить *устойчивость* различных характеристик эффективности инновационного проекта к изменению экзогенных переменных, сравнить *устойчивость* различных показателей. Это может быть весьма полезным при определении «узких» мест проекта. Помимо этого, появляется возможность количественно оценить *надежность* получаемых расчетных показателей эффективности проекта. Такие оценки не могут быть выполнены на основе традиционных методов анализа. Низкая или высокая надежность полученных показателей эффективности послужит дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта, что позволит венчурному фонду оптимально распределять свои ограниченные ресурсы среди рассматриваемых им инновационных проектов.

Методика оценки эффективности инновационного проекта с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов и нечетко-множественного подхода состоит из следующей последовательности шагов.

1. Построение прогнозной финансовой модели инновационного проекта.

С использованием результатов расчетов по построенной детерминированной финансовой модели проекта осуществляется моделирование с применением метода нечетких множеств финансовых потоков, характеристики которых определяются степенью «раскачивания» экзогенных параметров – рыночных цен на продукцию, цен на основное сырье, материалы, электроэнергию и т.д. Теоретически можно «раскачивать» и объем инвестиций (например, могут измениться цены на оборудование). Хотя обычно эта величина в проектах достаточно стабильна, и мы будем предполагать ее неизменность. «Раскачка» экзогенных параметров проекта в каждый год прогнозного периода проводится нами в пределах $\pm 10\%$.

2. Оценка эффективности инновационного проекта в целом методом дисконтированных денежных потоков: расчет показателей чистого приведенного дохода проекта в целом $NPV_{\text{проекта}}$ и внутренней нормы доходности проекта $IRR_{\text{проекта}}$.

Имея «раскачанные» прогнозные значения финансовых потоков, определяем диапазон колебания показателей эффективности проекта в целом ($NPV_{\text{проекта}}$, $IRR_{\text{проекта}}$). Оцениваем степень *надежности* и *устойчивости* вычисленных нечетких показателей эффективности по отношению к нечеткому описанию экзогенных параметров модели.

Математическое обоснование формул надежности и устойчивости разработано В.Н. Павловым в работе [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012]. В [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012], а также в [Исследование экономики ... , 2009] нечетко-множественные методы применены к анализу макроэкономических показателей.

В данном исследовании метод нечетких множеств используется автором для целей инвестиционного анализа (оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов), то есть на микроуровне.

Надежность и *устойчивость* исследуемых показателей основана на определении их функций принадлежности и функций принадлежности используемых нечетких «входных» параметров.

Для оценки *надежности* $N(P)$ показателя P функция принадлежности χ_P исследуемого показателя P сравнивается с функцией принадлежности эталонного нечетко-множественного описания этого показателя $\chi_{\text{Э}}$.

Вычисляются два вспомогательных показателя:

$$\rho(\chi_P, \chi_{\dot{Y}}) = \frac{\int \min(\chi_P(x), \chi_{\dot{Y}}(x)) dx}{\int \chi_P(x) dx} \quad \text{и} \quad \rho(\chi_{\dot{Y}}, \chi_D). \quad (3.12)$$

Затем определяется *надежность* $N(P)$:

$$N(P) = H(\chi_P, \chi_{\dot{Y}}) = \min(\rho(\chi_P, \chi_{\dot{Y}}), \rho(\chi_{\dot{Y}}, \chi_D)). \quad (3.13)$$

Ясно, что абсолютное значение надежности зависит от выбранного эталона. Наиболее часто используются экспоненциальные или треугольные эталоны. Параметром, определяющим эта-

лон, является доля носителя эталона от носителя исследуемого показателя [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012, с. 40]. При фиксированном эталоне имеет смысл только сравнение значений *надежности* разных показателей (больше, меньше). Полезным здесь видится то обстоятельство, что при изменении эталона сравнительный вывод о большей или меньшей *надежности* показателей не меняется [Баранов и др., 2017г, с. 41 – 42].

Геометрическая характеристика надежности представляет собой минимум отношений площади пересечения подграфов функций принадлежности исследуемого показателя и эталона к общей площади подграфа эталона и к общей площади подграфа выборочного показателя.

Для оценки *устойчивости* изменения показателя P при изменении нечетко описанных «входных» параметров T сначала выбираются два нечетких значения «входных» параметров R_1 и R_2 , определяются их функции принадлежности χ_1 и χ_2 , затем вычисляются соответствующие значения расчетных показателей $P_1 = P(R_1)$, $P_2 = P(R_2)$ и их функции принадлежности $h(P_1)$ и $h(P_2)$, и далее *устойчивость* $U(P)$ показателя P вычисляется по формуле:

$$U(P) = \frac{H(h(P_1), h(P_2))}{H(\chi_1, \chi_2)}. \quad (3.14)$$

Геометрическая интерпретация устойчивости схожа с интерпретацией надежности, когда вместо эталона используется значение показателя P_2 , рассчитанное при значении «входного» параметра, равного R_2 [Баранов и др., 2017г, с. 42].

3. Оценка эффективности инновационного проекта с позиции венчурного фонда.

3.1. Определение доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании. С учетом вариации чистой прибыли в зависимости от того, как «раскачаны» экзогенные параметры, доля венчурного фонда также может становиться не числом, а множеством. Это позволяет определить пределы, в рамках которых фонд будет вести переговоры с инвестируемой компанией о доле, которую он приобретет за свои инвестиции.

3.2. Расчет денежных потоков венчурного фонда. Моделирование с применением метода нечетких множеств «раскачанных»

финансовых потоков венчурного фонда, характеристики которых определяются степенью изменчивости экзогенных параметров – рыночных цен на продукцию, цен на основное сырье, материалы, электроэнергию, а также долей фонда в уставном капитале инвестируемой компании.

3.3. Расчет внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v и его чистого приведенного дохода NPV^v .

Имея «раскачанные» прогнозные значения финансовых потоков венчурного фонда, определяем диапазон колебания показателей его эффективности (NPV^v , IRR^v). Оцениваем степень *надежности* и *устойчивости* вычисленных нечетких показателей эффективности по отношению к нечеткому описанию экзогенных параметров модели.

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-Хсу (см. формулу (3.6)), ее *надежности* и *устойчивости*.

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 инвестируемой 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 стандартного нормального распределения с использованием статистической функции Microsoft Excel НОРМСТРАСП;

ж) вычисление текущей стоимости базового актива внутреннего опциона колл V^v , которая представляет собой ликвидационную стоимость проекта для венчурного фонда TEK^v в году «выхо-

да» фонда из бизнеса проинвестированной компании. Параметр V^v также находится под влиянием «раскачанных» с применением метода нечетких множеств показателей. В частности, он зависит от значения чистой прибыли, генерируемой проектом, которая моделируется с применением метода нечетких множеств. Следовательно, этот параметр будет меняться в зависимости от колебаний «входных» параметров;

з) определение уровня рискованности операций инвестируемой компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$, σ_1 , и уровня рискованности операций инвестируемой компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) , σ_2 .

4.1.2. Определение порогового значения стоимости акций инвестируемой компании в момент времени T_1 , \bar{V} (решение уравнения (3.7)), где \bar{V} также зависит от «раскачки» «входных» параметров. В частности, значение стоимости акций инвестируемой компании в момент T_1 (V_{T_1}) зависит от величины генерируемой проектом прибыли, которая моделируется с применением метода нечетких множеств.

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 опционом и IRR^v с опционом. Эти показатели будут зависеть от того, как, в каком режиме изменяются экзогенные параметры инновационного проекта. Следовательно, можно будет оценить степень *устойчивости* показателей эффективности вложений венчурного фонда с учетом стоимости составного опциона колл в зависимости от вариации экзогенных параметров проекта, а также количественно оценить *надежность* получаемых расчетных показателей эффективности проекта [Баранов и др., 2015в].

В таблице 3.4 представлены нечеткие экзогенные и эндогенные показатели финансовой модели инновационного проекта в соответствии с авторской методикой [Баранов, Музыко, 2020б].

Таблица 3.4

Нечеткие «входные» и «выходные» параметры финансовой модели инновационного проекта в соответствии с авторской методикой

Этап методики	Нечеткие «входные» параметры финансовой модели проекта	Нечеткие «выходные» параметры финансовой модели проекта, для которых может быть рассчитана надежность и устойчивость
Этап 2	Рыночные цены на выпускаемую продукцию.	NPV проекта в целом. IRR проекта в целом.
	Цены на основные сырье, материалы, электроэнергию.	
	Инвестиции во внеоборотные активы.	
Этап 3	Рыночные цены на выпускаемую продукцию.	NPV венч. фонда. IRR венч. фонда.
	Цены на основные сырье, материалы, электроэнергию.	
	Доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании.	
	Дивиденды, получаемые венчурным фондом как процент от чистой прибыли (чистая прибыль проинвестированной компании нечеткая).	
Этап 4	Рыночные цены на выпускаемую продукцию.	V'_{T1} – оценка бизнеса в году $T1$, умноженная на долю фонда. V'_{T2} (V^A) – оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций. C^A – стоимость составного опциона колл. NPV^A с уч. опц. IRR^A с уч. опц.
	Цены на основные сырье, материалы, электроэнергию.	
	$Iv1$ – цена исполнения составного (внешнего) опциона колл (инвестиции венчурного фонда в момент времени $T1$ в приобретение части акций инвестируемой компании).	
	$Iv2$ – цена исполнения внутреннего опциона колл (неявные издержки венчурного фонда – потеря приходящейся на фонд части чистой прибыли последнего года пребывания фонда в бизнесе проинвестированной компании).	

Источник: составлено автором.

Разработанный методический подход предназначен для оценки инновационных высокорисковых проектов в промышленности. Будет проведена апробация методики в следующих отраслях промышленности России: в фармацевтической промышленности, нефтехимической промышленности и биотопливной индустрии.

Учет отраслевой специфики в методике осуществляется через параметр σ_I (уровень рискованности операций компании в течение промежутка времени $(0, T_I)$) в формуле расчета стоимости составного опциона колл, которым владеет венчурный фонд (см. формулу (3.6)). Так, для инновационного проекта в фармацевтической промышленности в качестве параметра σ_I будет взято значение коэффициента вариации индекса NASDAQ Biotechnology Index (NBI) [NASDAQ Biotechnology ...]; для инновационного проекта в нефтехимической промышленности – значение коэффициента вариации индекса «Химия и нефтехимия» Московской биржи [Индекс «Химия и нефтехимия ... »]; для инновационного проекта по производству биодизельного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы – значение коэффициента вариации индекса «ММВБ-инновации» (MICEXINNOV) Московской биржи [Индекс «ММВБ-инновации ... »].

Для таких отраслей экономики, как строительство и сельское хозяйство, предлагаемую методику применять нецелесообразно, поскольку в этом случае могут возникнуть различные вопросы, нами не рассматриваемые (например, сезонность, характерная для данных отраслей). Предлагаемую методику целесообразно использовать для следующих стадий развития инновационной компании: этап начального расширения (early development) и этап быстрого расширения (profitable but cash poor).

Если говорить о *развитии предлагаемого методического подхода* к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов на основе опционного и нечетко-множественного анализа, то дальнейшие исследования в данном направлении могут пойти по пути использования в методике других видов реальных опционов (например, опциона роста и пр.), а также других моделей оценки этих опционов в нечетком виде (например, модель Блэка-Шоулза, модель Уоли, модель Гармана-Колхагена и др.).

Использование нечетко-множественных методов позволяет синтезировать традиционный инвестиционный анализ с нечетко-множественным подходом. Появляется возможность количественно оценить такие дополнительные характеристики, как *надежность* и *устойчивость* основных показателей эффективности инновационного проекта, что является ***существенным развитием традиционного инвестиционного анализа*** и позволяет расширить инструментарий венчурного инвестора, используемый им для обоснования решений по финансированию проектов. Такие оценки не могут быть выполнены на основе традиционных методов инвестиционного анализа [Баранов, Музыко, 2020б].

Применение нечетко-множественного подхода к оценке стоимости составного опциона колл по модели Геске-Хсу, элементы которой проинтерпретированы с учетом особенностей венчурного финансирования, расширяет аналитические возможности финансистов-практиков. Появляется возможность оценить следующие дополнительные показатели: надежность и устойчивость оценки стоимости составного опциона колл; надежность и устойчивость оценки стоимости акций инвестируемой компании в момент времени, когда венчурным фондом принимается решение о вложении основной суммы инвестиций; надежность и устойчивость стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в году «выхода» фонда из бизнеса, что ***выступает развитием по отношению к существующей классической теории реальных опционов*** и обогащает результаты аналитического исследования.

В целом, синтез метода реальных опционов и метода нечетких множеств в анализе эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, на наш взгляд, позволяет получить более точную по сравнению с традиционными подходами оценку эффективности проектов, характеризующихся высокой степенью неопределенности [Баранов и др., 2015а; Баранов и др., 2015б].

Теоретическая значимость проводимого исследования состоит в повышении адекватности отображения процессов венчурного финансирования высокорисковых инновационных проектов на основе разработанной модификации концепции реальных опционов, а также теории традиционного инвестиционного анализа в

нечетко-множественной постановке и оценке неопределенности в теории и методиках анализа эффективности инновационных проектов [Баранов, Музыка, 2020б].

3.3. Нечетко-множественная оценка надежности и устойчивости показателей эффективности инновационного проекта

Исследование нечетко-множественных свойств модели Геске-Хсу.

Определение Винеровского процесса. Случайный процесс W_t , где $t > 0$ называется винеровским процессом, если:

1. $W_0 = 0$ почти наверное.
2. W_t – процесс с независимыми приращениями.
3. $W_t - W_s \sim N(0, \sigma^2(t-s))$, для любых $0 < s < t < \infty$, где $N(0, \sigma^2(t-s))$ обозначает нормальное распределение со средним 0 и дисперсией $\sigma^2(t-s)$.

Определение модели Геске – Хсу.

Пусть переменная V_t описывает стоимость акций компании в момент времени t , проинвестированной в момент времени $t = 0$ в объеме I_0 . В модели Геске предполагается, что переменная $X_t = \ln V_t$ является случайным процессом, удовлетворяющим стохастическому дифференциальному уравнению:

$$dX_t = \alpha(t, \omega)dt + \sigma(t)dW_t, \quad (3.15)$$

или

$$X_t - X_0 = \int_0^t \alpha(s, \omega)ds + \int_0^t \sigma(s)dW_s, \quad (3.15')$$

где dW_t – приращение Винеровского процесса $dW_t \sim N(0, dt)$, – случайный элемент.

Тогда, согласно формуле Ито (см. [Гихман, Скороход, 1977]), переменная $V_t = e^{X_t}$ будет удовлетворять стохастическому дифференциальному уравнению:

$$dV_t = \left[\alpha(t, \omega) + \frac{1}{2} \sigma^2(t) \right] V_t dt + (\sigma(t) V_t) dW_t, \quad (3.16)$$

где $\alpha(t, \omega)$ – мгновенная норма доходности акций V_t , $\sigma^2(t)$ – дисперсия мгновенной нормы доходности (оценка риска изменения мгновенной нормы доходности).

Стохастическое дифференциальное уравнение (3.15) (а, следовательно, и уравнение (3.16)) имеет единственное с точностью до множества меры нуль непрерывное почти всюду решение на отрезке $[0; T]$. Теория стохастических дифференциальных уравнений изложена, например, в [Гихман, Скороход, 1977] [Баранов и др., 2016б, с. 82 – 83].

Модификация модели Геске и адаптация нечетко-множественного анализа реальных опционов к оценке венчурного финансирования инновационных проектов.

Учитывая поэтапное инвестирование рассматриваемых в данном исследовании инновационных проектов, будем использовать модификацию модели Геске (3.16), в которой параметр мгновенной дисперсии $\sigma^2(t)$ является кусочно-постоянной функцией, т.е. период времени $[0; T]$ делится на части $[0; T] = [0; T_1) \cup [T_1; T_2) \cup \dots \cup [T_{k-1}; T_k]$, и на каждом из множеств $[T_{j-1}; T_j)$, $j = 1, \dots, k-1$, $T_0 = 0$ имеем $\sigma^2(t) = \sigma_j^2$, а на $[T_{k-1}; T_k]$ – $\sigma^2(t) = \sigma_k^2$.

Предположим, что венчурный фонд принимает решение разбить процесс инвестирования на два этапа: $T_0 < T_1 < T_2$, где

$$\begin{aligned} T_0 = 0 \text{ и } \sigma^2(t) = \sigma_1^2 \text{ для } T_0 < t < T_1; \sigma^2(t) = \sigma_2^2 \\ \text{для } T_1 < t < T_2. \end{aligned} \quad (3.17)$$

Тогда инвестируемая компания предоставляет венчурному фонду составной колл-опцион.

В соответствии с [Баранов и др., 2015в], введем следующие параметры:

I_0^v – затраты фонда на приобретение составного колл-опциона в момент времени $t = T_0$;

I_1^v – инвестиции венчурного фонда в момент времени $t = T_1$ в приобретение части акций инвестируемой компании (цена исполнения составного (внешнего) колл-опциона);

I_2^v – цена исполнения внутреннего колл-опциона в момент времени $t = T_2$ (величина неявных издержек венчурного фонда);

V_t^v – рыночная стоимость пакета акций Q^v инвестируемой компании в момент времени t , который, возможно, приобретет венчурный фонд;

\bar{V} – пороговое значение стоимости акций инвестируемой компании в момент времени T_1 , так что при условии $V_{T_1}^v > \bar{V}$ венчурным фондом принимается решение о приобретении пакета акций Q^v ;

C_t^v – цена составного колл-опциона в момент времени t .

Будем предполагать, что на отрезке времени $[T_0; T_2]$ переменная V_t^v является решением уравнения (3.16). Тогда по модифицированной формуле Геске (см. [Баранов и др., 2015в]), для каждого t можем вычислить цену составного колл-опциона C_t^v и другие характеристики, которые являются функциями переменной V_t^v и условий (3.17) [Баранов и др., 2016б, с. 85].

Математический аспект нечетко-множественных процедур и приемов разработан В.Н. Павловым в работе [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012], в которой нечетко-множественные методы применены к анализу макроэкономических показателей. В данном исследовании метод нечетких множеств используется на микро-

уровне для целей оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, содержащих в себе реальные опционы.

Основные методические приемы исследования нечетко-множественных свойств моделей инвестиционных проектов с венчурным финансированием, основанных на стохастическом дифференциальном уравнении (3.16), заключаются в следующем:

1. Проводится нечетко-множественное описание параметров модели. При этом для нечетко-множественного описания случайных параметров используется стохастический алгоритм; для нечетко-множественного описания решений уравнения (3.16) применяется двухшаговая процедура, на первом шаге которой случайный процесс, являющийся решением уравнения (3.16), преобразуется в случайную величину, а на втором шаге к полученной случайной величине применяется стохастический алгоритм. Процедура преобразования случайного процесса V_t , являющегося решением уравнения (3.16) на отрезке $[0; T_2]$, в случайную величину заключается в том, что вместо V_t рассматривается двумерная случайная величина $\eta = (\xi, V_\xi)$, где ξ равномерно распределена на отрезке $[0; T_2]$.

2. Исследуются свойства полученных нечетких множеств, и вычисляются нечетко-множественные оценки показателей эффективности исследуемого инвестиционного проекта.

3. Выполняется финансово-экономическая интерпретация полученных результатов расчетов [Баранов и др., 2016б, с. 85].

В соответствии с авторской методикой оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов и нечетко-множественного подхода, описанной в п. 3.2 данного исследования, нечетко-множественная оценка *надежности* и *устойчивости* прогнозируемых финансовых потоков, генерируемых инновационным проектом, и показателей его эффективности проводится в трех направлениях:

1) для оценки эффективности инновационного проекта в целом методом дисконтированных денежных потоков;

2) для оценки эффективности инновационного проекта методом NPV с позиции венчурного фонда;

3) для оценки эффективности инновационного проекта методом NPV с позиции венчурного фонда с применением метода реальных опционов.

Идея экспериментальных расчетов состоит в том, что с использованием метода Монте-Карло в заданных пределах «раскачиваются» экзогенные показатели финансовой модели проекта и анализируются последствия этих флуктуаций для основных эндогенных показателей финансовой модели, характеризующих эффективность инвестиционного проекта.

В *первом* из вышеперечисленных трех направлений могут быть «раскачаны» следующие экзогенные параметры: рыночные цены на выпускаемую продукцию; цены на основные сырье, материалы, электроэнергию; инвестиции во внеоборотные активы (например, могут измениться цены на оборудование или строительство-монтажные работы и, следовательно, параметр «инвестиции» тоже может быть нечетким).

В качестве «выходных» эндогенных параметров, *надежность* и *устойчивость* которых может быть оценена, выступают: чистая приведенная стоимость проекта в целом ($NPV_{\text{проекта}}$) и внутренняя норма доходности проекта в целом ($IRR_{\text{проекта}}$).

Во *втором* случае могут быть «раскачаны» следующие параметры: доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании; величина прямых инвестиций венчурного фонда; дивиденды, получаемые венчурным фондом как процент от чистой прибыли (чистая прибыль проинвестированной компании нечеткая); приемлемая для фонда ставка дисконтирования. Может быть выполнена оценка *надежности* и *устойчивости* чистого приведенного дохода венчурного фонда ($NPV^{\text{венч. фонда}}$) и внутренней нормы доходности венчурного фонда ($IRR^{\text{венч. фонда}}$).

В *третьем* направлении в качестве нечетко описываемых «входных» параметров могут быть: I_0^v – затраты на приобретение в момент времени T_0 составного опциона колл; I_1^v – цена исполнения составного (внешнего) опциона колл (инвестиции венчурного фонда в момент времени T_1 в приобретение части акций

инвестируемой компании); r – безрисковая процентная ставка; σ_1 – уровень рискованности операций инвестируемой компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$; σ_2 – уровень рискованности операций инвестируемой компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) .

Нечетко описываемые «выходные» параметры, *надежность* и *устойчивость* которых может быть оценена, следующие: чистый приведенный доход венчурного фонда с учетом составного опциона колл NPV^v *с уч. опциона* и внутренняя норма доходности венчурного фонда с учетом составного опциона колл IRR^v *с уч. опциона* [Баранов и др., 2016г, с. 7 – 8].

Процедура оценки надежности и устойчивости нечетких показателей.

Основные обозначения.

Пусть R – вещественная прямая, $F(R)$ – совокупность нечетких множеств в пространстве R , $D \in F(R)$ – нечеткое множество в R и $\chi_D : R \rightarrow [0;1]$ – функция принадлежности множества D . Обозначим $I(D)$ носитель нечеткого множества D :

$$I(D) = \{x \in R | \chi_D(x) > 0\}, \quad (3.18)$$

где $N(D)$ – наименьший отрезок, содержащий $I(D)$; $S(a,b) \in F(R)$ – симметричное треугольное число a с носителем длины b .

Пусть теперь R^m – m -мерное арифметическое пространство, $F(R^m)$ – совокупность нечетких множеств в пространстве R^m . Рассмотрим некоторое отображение:

$$G : F(R^m) \rightarrow F(R). \quad (3.19)$$

В приложениях прямая R обычно интерпретируется как пространство значений исследуемого экономического показателя, а пространство R^m – как пространство значений параметров, влияющих на исследуемый показатель. Отображение G представляет собой математическую модель, по которой

вычисляется значение показателя $G(D) \in F(R)$ при заданных значениях влияющих параметров $D \in F(R^m)$ [Баранов и др., 2016г, с. 8–9].

В приложениях функция принадлежности нечеткого множества вычисляется приближенно с использованием стохастического алгоритма, базовой процедурой которого является процедура интервального преобразования случайной величины в нечеткое множество (см. [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012, с. 55–74]) [Баранов и др., 2016а, с. 30; Баранов и др., 2016, с. 208].

Математическое обоснование стохастического алгоритма, интервального преобразования, а также формул надежности и устойчивости дано В.Н. Павловым в работе [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012]. В работах [Павлов, 2004], [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2013] выполнено экспериментальное исследование статистических свойств частных функций принадлежности.

Пусть задано нечеткое значение параметра D . Для построения отображения G используется стохастический алгоритм, который включает следующую последовательность процедур.

1. Преобразуется нечеткое множество D в случайное отображение: $\zeta : \Omega \rightarrow R^m$,

где Ω – вероятностное пространство с вероятностной мерой p .

2. Делается выборка случайных элементов $\{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$. Для каждого значения параметра $\zeta(\omega_k)$ по модификации модели Геске рассчитывается значение результирующего показателя $r_k \in R$.

3. К выборке $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ применяется интервальное преобразование, и в результате получается нечеткое множество $G(D)$ [Баранов и др., 2016б, с. 80; Баранов и др., 2016г, с. 9]. В качестве результирующего значения показателя из нечеткого множества $G(D)$ обычно берется его наиболее правдоподобное значение \bar{g} , вычисленное следующим образом:

$$\chi_{G(D)}(\bar{g}) = \max_{g \in R} \{\chi_{G(D)}(g)\}. \quad (3.20)$$

Для оценки *надежности* наиболее правдоподобного значения нечеткого показателя вводится понятие эталонного значения показателя. Принимается, что эталонный показатель имеет наибольшую надежность, равную единице. Если вычисленное значение нечеткого показателя отклоняется от эталонного, то его надежность может быть меньше единицы. В качестве эталонного обычно выбирается такой нечеткий показатель, который из каких-то соображений устраивает исследователя. В качестве эталона выберем симметричное треугольное число $S(\bar{g}, b)$, где длина носителя $b \leq |N(G(D))|$. Тогда показатель надежности $H(G(D), S(\bar{g}, b))$ (в работе [Павлов А.В., Павлов В.Н., 2012] он называется правдоподобностью совпадения множеств $G(D)$, и $S(\bar{g}, b)$) вычисляется по следующей формуле:

$$H(G(D), S(\bar{g}, b)) = \min \left\{ \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \min \{ \chi_{G(D)}(t), \chi_{S(\bar{g}, b)}(t) \} dt}{\int_{-\infty}^{\infty} \chi_{G(D)}(t) dt}, \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \min \{ \chi_{G(D)}(t), \chi_{S(\bar{g}, b)}(t) \} dt}{\int_{-\infty}^{\infty} \chi_{S(\bar{g}, b)}(t) dt} \right\} \quad (3.21)$$

Ясно, что абсолютное значение показателя надежности зависит от выбранного эталона. Однако, если при одном и том же эталоне и при одних и тех же значениях влияющих параметров вычислить коэффициенты надежности двух показателей $G_1(D)$ и $G_2(D)$, то при изменении эталона повторный расчет надежности каждого показателя показывает, что оба коэффициента надежности меняются пропорционально и так, что меньший из них всегда остается меньшим.

Показатель *устойчивости* используется при исследовании зависимости показателя $G(D)$ от параметра D и характеризует

скорость изменения значения $G(D)$ при изменении параметра D . Обычно, показатель устойчивости используется в анализе по следующей методике. Пусть имеется два значения параметра D_1 и D_2 . Вычисляется $H(G(D_1), G(D_2))$.

Заключение об устойчивости показателя $G(D)$ при $D = D_1$ делается следующим образом: чем больше правдоподобность $H(G(D_1), G(D_2))$ совпадения множеств $G(D_1)$ и $G(D_2)$, тем выше устойчивость показателя $G(D)$. При этом коэффициент устойчивости объявляется равным $H(G(D_1), G(D_2))$ [Баранов и др., 2016г, с. 9–11; Baranov и др., 2018a, с. 29].

3.4. Обоснование границ надежности и устойчивости показателей эффективности инновационного проекта

Надежность. Для разработки границ надежности полученных значений показателей эффективности инновационного проекта предлагается проанализировать границы надежности показателей, существующих в *технических науках и метеорологии*.

Сначала рассмотрим определение термина «*надежность*» в *технических науках*, которое приведено в ГОСТ 27.002 – 2015:

«*Надежность* – свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Примечание: надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность или определенные сочетания этих свойств» [Надежность в технике ... , 2016, с. 2].

Существует несколько способов определения *надежности технических систем*, все они разрозненно описаны в различной литературе. В 1968 году Я.Б. Шор и Ф.И. Кузьмин опубликовали книгу «Таблицы для анализа и контроля надежности» [Шор, Кузьмин, 1968], в которой впервые попытались объединить все

способы расчета надежности. На сегодняшний день также имеется большое количество статей по вопросам надежности, в которых описываются методы расчета показателя, анализа и контроля надежности. Изучается надежность технических систем [Дмитриев, 2008], надежность изделий машиностроения [Труханов, 2013], надежность и эффективность авиационного оборудования [Воробьев, Константинов, 1995], надежность функциональных систем самолетов государственной [Прейс, 2010] и гражданской авиации [Медведев и др., 2006]. В 1971 году был создан Объединенный комитет по надежности конструкций, который в 2001 г. опубликовал документ, содержащий вероятностные модельные нормы [JCSS Probabilistic ... , 2001]. Этот документ представляет собой объединение нескольких правил, норм и пояснений, необходимых при проектировании новых сооружений или оценке существующих сооружений с вероятностной точки зрения.

Однако ни в одном из этих источников нет четкой системы границ надежности показателей. Конкретный уровень надежности встречается в работе [Zamgori и др., 2020] при описании применения алгоритма максимизации срока службы механических систем. Проигрывая алгоритм в различных сценариях, авторы устанавливают один и тот же уровень целевой надежности, который равен 90% [Zamgori и др., 2020, с. 28]. Однако выбор процентной границы не объясняется и носит субъективный характер.

Классификация надежности предлагается в работе [Li и др., 2019]. В данной статье авторы изучают трансмиссионные передачи в транспортных средствах, обеспечивающие первичную передачу мощности и регулирующие скорость и направление движения транспортного средства, а именно оценивают надежность зубчатых колес, из-за которых происходит более 60% отказов трансмиссии [Li и др., 2019, с. 8772]. В [Li и др., 2019] надежность зубчатого колеса оценивается по двум показателям безопасности: коэффициенту безопасности контакта SH и коэффициенту безопасности изгиба SF. Выделяется пять классов надежности (табл. 3.5): более высокая, высокая, стандартная, низкая и неприемлемая надежность [Li и др., 2019, с. 8774]. В таблице 3.5 указаны минимальные значения коэффициентов безопасности для каждого класса. Ограничения на максимальные значения отсутствуют.

Надежность зубчатых передач

Требования к надежности	S_{min}^H	S_{min}^F	Класс
Более высокая надежность	1,5	2	1
Высокая надежность	1,25	1,60	2
Стандартная надежность	1,00	1,25	3
Низкая надежность	0,85	1,00	4
Неприемлемая надежность	–	–	5

Источник: [Li и др., 2019, с. 8774].

Далее рассмотрим надежность в *метеорологии*. В рамках нашего исследования стоит рассмотреть вероятностные прогнозы погоды, так как в них приводится граница их реализации [Хандожко, 1977, с. 12]. В работе [Хандожко, 1977] говорится о том, что «при возрастании качества вероятностного прогноза в пределе он стремится к категорическому, то есть к полной достоверности утверждения» [Хандожко, 1977, с. 12]. Иными словами, к 100% надежности.

В исследовании [Гордеева, 2008] отмечается, что критерием надежности метеопрогнозов выступает «критерий Н.А. Багрова, который рассчитывается следующим образом:

$$H = \frac{F - F_0}{1 - F_0}, \quad (3.22)$$

$$F_0 = \frac{n_{\phi+} + n_{\phi-} + n_{\text{пр}+} - n_{\text{пр}-}}{N^2}, \quad (3.23)$$

где F_0 – оправдываемость случайных прогнозов;

$n_{\phi+}$ и $n_{\phi-}$ – количество положительных и отрицательных (соответственно) фактических отклонений от нормы;

$n_{\text{пр}+}$ и $n_{\text{пр}-}$ – количество положительных и отрицательных (соответственно) прогностических отклонений от нормы» [Гордеева, 2008, с. 16–17].

Согласно этому критерию «прогнозы с показателем $H < 33\%$ являются ненадежными» [Гордеева, 2008, с. 17]. Таким образом, в метеорологии используется одна граница надежности прогноза, все значения свыше 33% являются надежными.

Устойчивость. Для того чтобы разработать границы устойчивости экономических показателей, также были рассмотрены аналогичные показатели в *технических науках и метеорологии*.

В *метеорологии* существует несколько показателей, характеризующих успешность прогнозов погоды. В [Хандожко, 1977] приводятся следующие показатели: «обобщенные критерии успешности прогнозов по Г.А. Карпееву» [Хандожко, 1977, с. 30]; «критерий точности прогнозов по А.М. Обухову; общая оправдываемость прогнозов; критерий успешности прогнозов по С. Петерсену и критерий надежности прогнозов по Н.А. Багрову» [Хандожко, 1977, с. 18], о котором говорилось ранее. Однако ни один из этих показателей не отражает устойчивость прогнозов погоды и не является близким по смыслу к этому понятию. Таким образом, выявить границы устойчивости показателей в метеорологии не представляется возможным.

Далее рассмотрим устойчивость в *технических науках*. Данный термин достаточно широко распространен в механике. Четкие границы устойчивости можно найти в работах, посвященных изучению электроэнергетических систем ([Хрущев и др., 2010]). Рассмотрим *показатель статической устойчивости систем*. В работе [Хрущев и др., 2010] под *статической устойчивостью* понимается «способность системы восстанавливать исходный режим после малого его возмущения или режим, весьма близкий к исходному (если возмущающее воздействие не снято)» [Хрущев и др., 2010, с. 8]. Данный показатель измеряется *коэффициентом запаса статической устойчивости*. Границы показателя устойчивости прописаны в «Методических указаниях по устойчивости энергосистем» [Методические указания ... , 2004, с. 11]. Так, «в нормальных режимах энергосистем должен обеспечиваться запас статической устойчивости, соответствующий коэффициенту $K_{cm} \geq 20\%$ » [Хрущев и др., 2010, с. 20].

Надежность показателей эффективности инновационного проекта.

С использованием нечетко-множественных методов нами оценивается *относительная надежность* показателей эффективности инновационного проекта. Ясно, что абсолютное значение показателя надежности зависит от выбранного эталона. Однако, если при одном и том же эталоне и при одних и тех же значениях влияющих параметров вычислить коэффициенты надежности двух показателей, то при изменении эталона повторный расчет надежности каждого показателя показывает, что оба коэффициента надежности меняются пропорционально и так, что меньший из них всегда остается меньшим [Баранов и др., 2018а, с. 209]. Иными словами, понятие надежности в нашем случае используется для сравнения всех полученных показателей эффективности инновационного проекта по степени надежности: какой показатель является более надежным, а какой – менее надежным. В данном случае надежность выступает относительным показателем, позволяющим сравнивать полученные показатели эффективности инновационного проекта и определять более надежные и менее надежные.

Таким образом, устанавливать границы для надежности показателей эффективности инновационного проекта является нецелесообразным. Низкая или высокая надежность полученных показателей эффективности послужит дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта, что позволит венчурному фонду более рационально распределять свои ограниченные ресурсы среди анализируемых им инновационных проектов.

Устойчивость показателей эффективности инновационного проекта.

В мировой экономической литературе на данный момент не установлены какие-либо определенные границы для устойчивости показателей эффективности инновационных проектов. Из практики венчурного финансирования известно, что если чистый приведенный доход проекта NPV и внутренняя норма доходности проекта IRR снижаются на 25–30%, то чувствительность этих показателей к изменению «входных» параметров инвестиционного проекта считается высокой. Иными словами, можно заключить, что если эндогенный показатель меняется более чем на 25%, то он является неустойчивым. Таким образом, в качестве границы устойчивости показателей эффективности инвестиционного проекта можно взять

границу 75–80%. Однако данное мнение является экспертным и не претендует на истину в последней инстанции.

Поскольку венчурное финансирование является высокорисковым, то, по нашему мнению, для этого способа финансирования необходимо снизить границу устойчивости показателей эффективности инновационных проектов до 66,6 % (2/3). Для других, традиционных, способов финансирования границу устойчивости можно поднять до 75–80% [Баранов, Музыка, 2020б].

На основе проведенного в *третьей главе* исследования можно сделать следующие *выводы*.

1. Предложена новая авторская модификация концепции реальных опционов в нечетко-множественной постановке в направлении ее приложения к венчурному финансированию инновационных проектов. Применение нечетко-множественного подхода к оценке стоимости составного опциона колл по модели Геске-Хсу, элементы которой проинтерпретированы с учетом особенностей венчурного финансирования, расширяет аналитические возможности финансистов-практиков. Появляется возможность оценить следующие дополнительные показатели: надежность и устойчивость оценки стоимости составного опциона колл; надежность и устойчивость оценки стоимости акций инвестируемой компании в момент времени, когда венчурным фондом принимается решение о вложении основной суммы инвестиций; надежность и устойчивость стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании, что *выступает развитием по отношению к существующей классической теории реальных опционов* и обогащает результаты аналитического исследования.

2. Разработана новая содержательная финансово-экономическая интерпретация экзотического составного опциона колл в нечетко-множественной постановке на основе финансовых потоков венчурного фонда в нечетком виде с учетом особенностей процесса венчурного финансирования инновационного проекта, что позволяет повысить адекватность отображения процессов венчурного финансирования и оценки неопределенности в теории и методиках анализа эффективности инновационных проектов.

3. Представлена новая методика оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов с использованием модели Геске-Хсу и

нечетко-множественного подхода. Разработанная методика позволяет учесть и количественно оценить управленческую гибкость при принятии решения о дальнейшей реализации инновационного проекта. Это помогает преодолеть недостатки традиционных подходов к оценке эффективности инвестиционных проектов, ограничивающих их применение для целей анализа инновационных проектов, а также позволяет повысить точность оценки стоимости проекта венчурными фондами по сравнению с имеющимися в теории и практике подходами и принимать более обоснованные решения по финансированию проектов.

4. В стандартном инвестиционном анализе эффективности инвестиционных (и в том числе инновационных) проектов с помощью имитационных финансовых моделей влияние вариации экзогенных параметров (цены на продукцию инвестируемой компании, цены на сырье и т.д.) проводится с помощью анализа чувствительности проекта к изменению этих переменных. В результате получается «вилка», в рамках которой меняются основные показатели эффективности проекта (чистый приведенный доход (*NPV*) и внутренняя норма доходности (*IRR*)) при колебании экзогенных параметров. В результате применения нечетко-множественных методов становится возможным *количественно* оценить *устойчивость* различных характеристик эффективности инновационного проекта к изменению экзогенных переменных. Это может быть весьма полезным при определении «узких» мест проекта.

5. Появляется возможность *количественно* оценить *надежность* получаемых расчетных показателей эффективности проекта. Низкая или высокая надежность полученных показателей эффективности послужит дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта, что позволит венчурному фонду более рационально распределять свои ограниченные ресурсы среди анализируемых им инновационных проектов.

6. Использование нечетко-множественных методов позволяет синтезировать традиционный инвестиционный анализ с нечетко-множественным подходом. Появляется возможность количественно оценить такие дополнительные характеристики, как *надежность* и *устойчивость* основных показателей эффективности инновационного проекта, что является *существенным развитием традиционного инвестиционного анализа*. Такие оценки не могут быть выполнены на основе традиционных подходов.

7. С применением нечетко-множественных методов оценивается относительная надежность показателей эффективности инновационного проекта, позволяющая сравнивать полученные показатели эффективности и определять более надежные и менее надежные. Иными словами, устанавливать границы для надежности показателей эффективности инновационного проекта является нецелесообразным. При традиционных способах финансирования в качестве границы устойчивости показателей эффективности инвестиционных проектов предлагается использовать значение 75–80%. Поскольку венчурное финансирование является высокорисковым, то для данного способа финансирования необходимо снизить границу устойчивости показателей эффективности инновационных проектов до 66,6 % (2/3).

8. В соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков инновационный проект, обладающий высокой степенью неопределенности, не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут. Использование концепции реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом позволяет более адекватно оценивать неопределенность, характерную для инноваций, и проекты, которые должны быть отклонены инвестиционным комитетом венчурного фонда согласно традиционным методам инвестиционного анализа, смогут получить финансирование. Иными словами, применение методики оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием с позиции венчурного фонда на основе метода реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств может оказать содействие в развитии венчурного финансирования в России.

9. В целом, использование метода реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом расширяет инструментарий венчурного инвестора, используемый им для обоснования решений по финансированию инновационных проектов, в том числе новых эффективных производств на основе современных технологий. Это в немалой степени будет способствовать решению важной народнохозяйственной проблемы, стоящей перед экономикой России, – проблемы импортозамещения и диверсификации экономики, успешное преодоление которой позволит значительно усилить экономическую безопасность нашей страны.

Глава 4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

4.1. Оценка эффективности инновационного проекта в фармацевтической промышленности с позиции венчурного фонда с применением опционного и нечетко-множественного подходов

Характеристика проекта по созданию производства фармацевтической продукции.

Расчеты будут проводиться применительно к реальному инновационному проекту в фармацевтической промышленности России. В силу конфиденциальности коммерческой информации название фирмы-инициатора проекта и место строительства завода приводиться не будут. Суть проекта состоит в строительстве собственного завода по производству фармацевтической продукции – средств по уходу за полостью рта.

Основное направление инноваций при разработке средств по уходу за полостью рта:

- 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 готовых продуктов [Баранов, Музыка, 2013, с. 96].

Общий объем требуемых для реализации проекта средств, финансируемых из внешних источников, составляет 232 000 тыс.

руб. Поскольку предметом нашего анализа является венчурный фонд, рассмотрим вариант финансирования проекта исключительно за счет средств венчурного фонда. Предполагается, что венчурный фонд будет вкладывать средства поэтапно: в 2009 году – 35 000 тыс. руб., в 2010 году – 197 000 тыс. руб. Компания-инициатор проекта в свою очередь вкладывает следующие средства: нематериальные активы (европейские, российские и американские патенты, известный бренд, ноу-хау (технология и рецептура изготовления изделий фармацевтической промышленности), уникальное оборудование (компания-инициатор проекта принимала активное участие в разработке данного оборудования, отчасти ноу-хау реализовано в этом оборудовании) [Баранов, Музыка, 2013, с. 105].

Показатели коммерческой эффективности проекта представлены в таблице Д.1 Приложения Д. Проект является эффективным. Внутренняя норма доходности (*IRR*) составляет 29,85%, чистый приведенный доход (*NPV*) проекта в целом за период 2009–2018 гг. равен 912 554 тыс. руб. с учетом ликвидационной стоимости [Баранов, Музыка, 2013, с. 105].

Развитие разработки и производства высококачественной продукции фармацевтической промышленности на основе инновационных технологий в рамках данного проекта снижает зависимость экономики России от импортных поставок (импортозамещение), что является одним из приоритетов национальной государственной политики.

Результаты проведенной оценки эффективности инновационного проекта по созданию производства продукции фармацевтической промышленности с позиции венчурного фонда традиционным методом *NPV* (стандартный расчет), а также с применением метода реальных опционов (в четком виде) подробно описаны в следующих работах автора данного исследования, опубликованных в соавторстве с научным консультантом, профессором А.О. Барановым: [Баранов, Музыка, 2013], [Baranov, Muzyko, 2014], [Baranov, Muzyko, 2016]. Кратко остановимся на полученных результатах. В большинстве случаев, согласно *стандартному расчету*, внутренняя норма доходности *IRR^v* венчурного фонда меньше ставки дисконтирования, приемлемой для венчурных фондов, чистый приведенный доход венчурного

фонда NPV^v отрицателен. В соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков инновационный проект по созданию производства продукции фармацевтической промышленности (средств по уходу за полостью рта) не является эффективным для венчурного фонда, должен быть отклонен инвестиционным комитетом и получит отказ в финансировании [Баранов, Музыка, 2013, с. 117].

Показатели эффективности инновационного проекта по организации производства средств по уходу за полостью рта с позиции венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона колл улучшаются. Если в стоимости проекта для венчурного фонда мы учтем стоимость составного опциона колл, то данный проект во многих случаях будет иметь положительную стоимость и получит финансирование. Стоимость составного опциона добавляет стоимость инновационному проекту за счет учета и количественной оценки управленческой гибкости при принятии решения о его дальнейшей реализации, что позволяет повысить точность оценки инновационного проекта венчурными фондами и принимать более обоснованные решения по финансированию проектов [Баранов, Музыка, 2013, с. 141–142].

Для проведения экспериментальных расчетов с использованием нечетко-множественного анализа была взята имитационная финансовая модель инновационного проекта по созданию производства фармацевтической продукции с включением блока расчета денежных потоков венчурного фонда и показателей эффективности его вложений, подробно описанная нами в работе [Баранов, Музыка, 2013].

Данные для построения графиков функций принадлежности представлены в таблицах Д.2–Д.5 Приложения Д соответственно.

Проанализируем *надежность* оценки показателя NPV^v венчурного фонда в случае вариации доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании и в случае вариации базовых цен продукции компании в диапазоне $\pm 10\%$ (рис. 4.1 и 4.2). График эталона представлен на рисунках прерывистой кривой [Баранов и др., 2015б].

Надежность оценки показателя NPV^v венчурного фонда составляет 35,7% (см. рис. 4.1). Данная надежность вычислена при

вариации доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании в интервале $\pm 10\%$. «Раскачка» производится случайным образом (методом Монте-Карло) для всего расчетного периода в пределах $\pm 10\%$.

Геометрически надежность оценки показателя NPV^v венчурного фонда равна минимуму из двух отношений: заштрихованной области на рисунке 4.1 к подграфу эталона (пунктирная кривая) и той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности показателя NPV^v венчурного фонда при вариации базовой доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании (сплошная кривая) на том же рисунке [Баранов и др., 2016в].

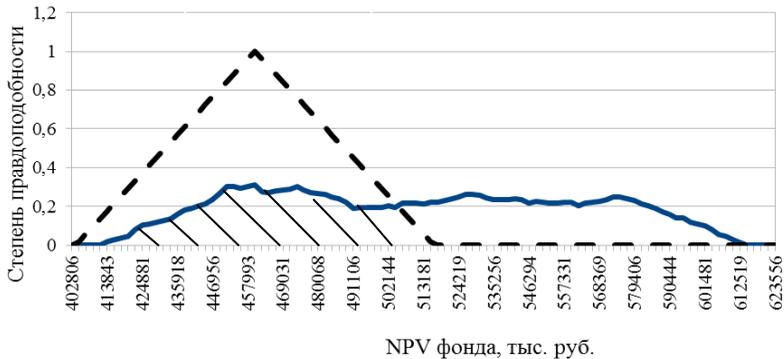


Рис. 4.1. Надежность оценки показателя NPV^v венчурного фонда в случае вариации доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Надежность оценки показателя NPV^v венчурного фонда в случае вариации цен на продукцию инвестируемой компании составляет 56,4% (см. рис. 4.2). Данная надежность получена при вариации цен на продукцию в интервале $\pm 10\%$ от их фактических значений. «Раскачка» цен производится случайным образом (методом Монте-Карло) в пределах $\pm 10\%$.

Геометрически надежность оценки показателя NPV^v венчурного фонда равна минимуму из двух отношений: заштрихованной области на рисунке 4.2 к подграфу эталона (пунктирная

кривая) и той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности показателя NPV^n венчурного фонда при вариации базовых цен на продукцию компании (сплошная кривая) на том же рисунке.

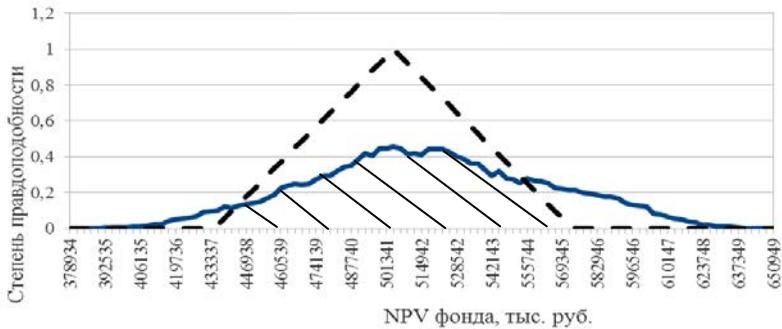


Рис. 4.2. Надежность оценки показателя NPV^n венчурного фонда в случае вариации цен на продукцию компании

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Финансово-экономическая интерпретация результатов расчетов в части надежности.

Надежность NPV^n венчурного фонда выше в случае вариации цен на продукцию инвестируемой компании по сравнению с надежностью этого показателя в случае вариации доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании: $56,4\% > 35,7\%$.

Иными словами, сильнее отклоняется от эталона показатель NPV^n венчурного фонда, который мы получаем при вариации доли фонда, т.е. в этом случае показатель эффективности инновационного проекта в целом менее надежен. Таким образом, можно сделать вывод, что при вариации цен на продукцию оценка показателя NPV^n венчурного фонда более надежна, при вариации доли фонда – менее надежна (см. рис. 4.1 и 4.2).

Теперь проанализируем *устойчивость* показателя NPV^n венчурного фонда в случае снижения цен на продукцию компании на 10% и в случае увеличения доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании на 10% (рис. 4.3 и 4.4).

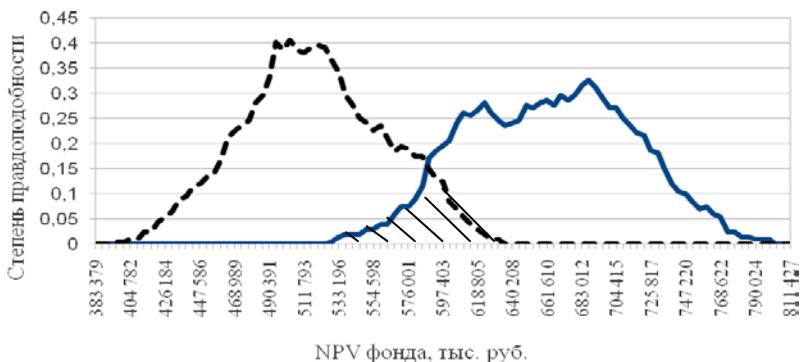


Рис. 4.3. Оценка устойчивости NPV^v венчурного фонда по отношению к изменению цен на продукцию компании на 10% ниже исходных

Источник: построено автором на основе результатов расчетов

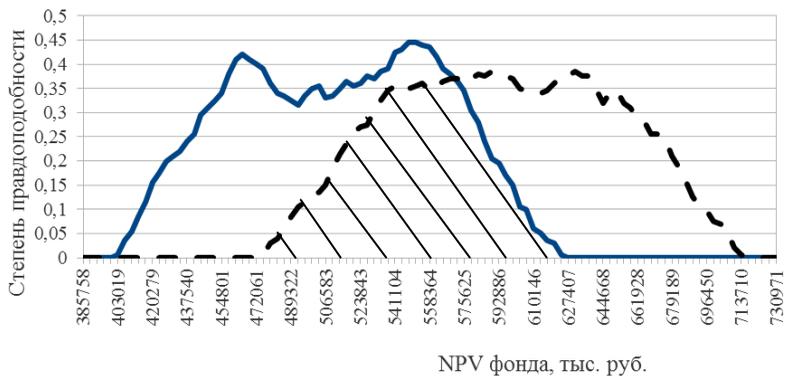


Рис. 4.4. Оценка устойчивости NPV^v венчурного фонда по отношению к изменению доли венчурного фонда на 10% выше исходной

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

На рисунках 4.3 и 4.4 график функции принадлежности показателя NPV^v венчурного фонда при базовых параметрах показан сплошной кривой. График функции принадлежности показателя NPV^v венчурного фонда при измененных параметрах показан прерывистой кривой.

При снижении цен на продукцию компании на 10% устойчивость показателя NPV^v венчурного фонда равна 18,6%. Геометрически устойчивость оценки показателя NPV^v венчурного фонда характеризуется минимумом из двух отношений: заштрихованной области на рисунке 4.3 к подграфу функции принадлежности показателя NPV^v венчурного фонда для случая базовых цен (сплошная кривая) и отношения той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности показателя при ценах на продукцию компании, сниженных на 10%, на том же рисунке 4.3 (пунктирная кривая).

В первом случае «раскачиваются» фактические цены на продукцию инвестируемой компании. Во втором случае исходные цены на продукцию инвестируемой компании уменьшаются на 10% по сравнению с базовыми. «Раскачке» подвергаются именно эти измененные (уменьшенные) цены.

В случае увеличения доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании на 10% (см. рис. 4.4) устойчивость показателя NPV^v венчурного фонда равна 50,1%.

Геометрически устойчивость оценки показателя NPV^v венчурного фонда также характеризуется минимумом из двух отношений: заштрихованной области на рисунке 4.4 к подграфу функции принадлежности показателя NPV^v венчурного фонда при исходной доле фонда в уставном капитале инвестируемой компании (сплошная кривая) и отношения той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности показателя NPV^v венчурного фонда при увеличенной на 10% доле фонда в уставном капитале инвестируемой компании на том же рисунке 4.4 (пунктирная кривая).

В первом случае «раскачивается» исходная доля фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Во втором случае «раскачке» подвергается увеличенная доля венчурного фонда.

Финансово-экономическая интерпретация результатов расчетов в части устойчивости.

Чем выше устойчивость какого-либо «выходного» параметра оценки эффективности инновационного проекта, тем меньшее влияние на него оказывает изменение «входного» параметра, в данном случае цен на продукцию инвестируемой компании или доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Устойчивость NPV^n венчурного фонда при увеличении доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании (50,1%) больше, чем при снижении цен на продукцию компании (18,6%).

Иными словами, снижение цен на продукцию компании оказывает более сильное влияние на NPV^n венчурного фонда, т.к. устойчивость при снижении цен меньше. NPV^n венчурного фонда более устойчиво (т.е. менее изменчиво), когда увеличивается доля фонда в уставном капитале инвестируемой компании (см. рисунки 4.3 и 4.4) [Baranov и др., 2018a].

Это связано с положительным влиянием роста доли фонда на значение чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^n , поскольку такой положительный финансовый поток фонда как дивиденды, которые выплачивает проинвестированная компания венчурному фонду (выплачивается из чистой прибыли), напрямую зависит от доли фонда в уставном капитале этой инвестируемой компании. Положительный финансовый поток в виде ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании, определяемый как оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций, также напрямую зависит от величины доли венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании. Снижение же цен на производимую инвестируемой компанией продукцию влияет негативно на показатель NPV^n венчурного фонда, т.к. приводит к снижению чистой прибыли компании, что в свою очередь приводит к уменьшению величины дивидендов, выплачиваемых венчурному фонду инвестируемой компанией, а также к снижению величины ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда.

4.2. Оценка эффективности инновационного проекта в нефтехимической промышленности для венчурного фонда с использованием метода реальных опционов

В данном подразделе проводится оценка эффективности инновационного проекта по переработке хлористого метила в этилен с позиции венчурного фонда традиционным методом NPV (стандартный расчет) и с применением метода реальных опционов (в четком виде).

Краткое описание проекта по переработке хлористого метила в этилен.

Инновационный проект организации производства по переработке хлористого метила, получаемого из природного газа, преследует следующие цели:

- расширение сырьевой базы для производства этилена, что позволит создать крупномасштабные производства полимеров из имеющегося в России дешевого сырья – природного газа;
- улучшение технико-экономических показателей производства этилена в сравнении с его производством из нефтяного углеводородного сырья.

Этилен производится в России в объеме около 2,5 млн т в год на девяти предприятиях. До последнего времени промышленный метод получения этилена и сопутствующего пропилена был основан на парофазном пиролизе легких фракций нефти (прямогонного бензина).

Этилен представляет собой важное сырье для химической промышленности, в особенности – для получения поливинилхлорида (ПВХ), полиэтилена и полистирола. Россия отстает от развитых стран по производству основных полимеров, в первую очередь ПВХ. Существующий дефицит покрывается за счет импорта как самого полимера, так и изделий из него. Главным сдерживающим фактором развития производства ПВХ и других полимеров является недостаток углеводородного сырья – этилена. Дефицит этилена – проблема всей российской нефтехимии.

Ситуация на российском рынке этилена в последние годы характеризуется дисбалансом производственных и перерабатывающих мощностей. Увеличение объемов выпуска одного продукта достигается большей частью за счет сокращения производства

другого, в основном из-за дефицита пиролизного сырья для синтеза этилена. Увеличение объемов переработки нефти в этилен требует комплексного подхода – использования всех получаемых сопутствующих продуктов, что влечет за собой колоссальные инвестиционные затраты. В ситуации возрастания стоимости добычи нефти в РФ и роста потребности страны в моторном топливе сырьевая база для химической продукции из углеводородов, в том числе полимеров, сокращается, что приводит к необходимости поиска альтернативных источников углеводородов. Между тем Россия обладает практически неограниченными запасами природного газа – около трети мировых. Природный газ и его основной компонент метан в нашей стране используются по большей части как энергоресурсы в топливно-энергетическом комплексе. Вопрос экономически эффективного использования природного газа может быть решен путем его глубокой переработки в химическую продукцию.

Задачи, решаемые анализируемым инновационным проектом:

- устранение дефицита этилена, используемого в качестве основного сырья для производства ПВХ, путем создания технологии получения этилена из хлористого метила – продукта переработки природного газа;

- экономически эффективное использование природного газа и его основного компонента метана как более дешевого, более распространенного, чем нефть, сырья для производства химической продукции.

Для решения этих задач в создаваемом производстве будет использована двухстадийная каталитическая технология получения этилена путем переработки (каталитическим пиролизом) хлористого метила, полученного из природного газа. Соответствующее производство может быть организовано во всех отечественных компаниях, производящих хлормономеры и полимеры на их основе.

Предполагается, что новое производство будет организовано специально созданным для этой цели юридическим лицом (Проектной компанией) на площадке рядом с заводом по производству ПВХ, который станет стратегическим партнером проекта: завод будет закупать 100% производимого этилена и поставлять проектному предприятию хлорводород для внутрипроизводственных нужд.

Также предполагается, что в финансировании проекта примет участие венчурный фонд. Общий объем финансирования проекта составит примерно 886 млн руб., в том числе инвестиции венчурного фонда 128 млн руб. Стоимость Проектной компании была оценена на основе генерируемых ею денежных потоков. Чистый приведенный доход (*NPV*) с учетом ликвидационной стоимости, рассчитанный для периода 2013–2019 гг., равен примерно 261,4 млн руб. Предполагается, что доля венчурного фонда в уставном капитале Проектной компании составит 49%. То есть примерный объем инвестиций венчурного фонда 128 млн руб. ($261,4 \text{ млн руб.} \cdot 0,49 = 128 \text{ млн руб.}$). Таким образом, в общем объеме инвестиций в проект доля фонда составит 14,4% ($128 \text{ млн руб.} / 886 \text{ млн руб.} \cdot 100\% = 14,4\%$).

Инвестиции фонда осуществляются в два этапа. На первом этапе в 2013 г. (начало проекта) инвестируется 25,6 млн руб., или 20% инвестиций, и приобретается 9,8% ($25,6/261,4 \cdot 100\% = 9,8\%$) акций Проектной компании. В случае успешного развития проекта, после того как он начнет генерировать чистую прибыль (2015 г. – рис. 4.5), на втором этапе (2016 г.) вкладываются оставшиеся 80% инвестиций фонда, или 102,5 млн руб., и приобретаются зарезервированные за фондом 39,2% акций Проектной компании [Баранов и др., 2018а].

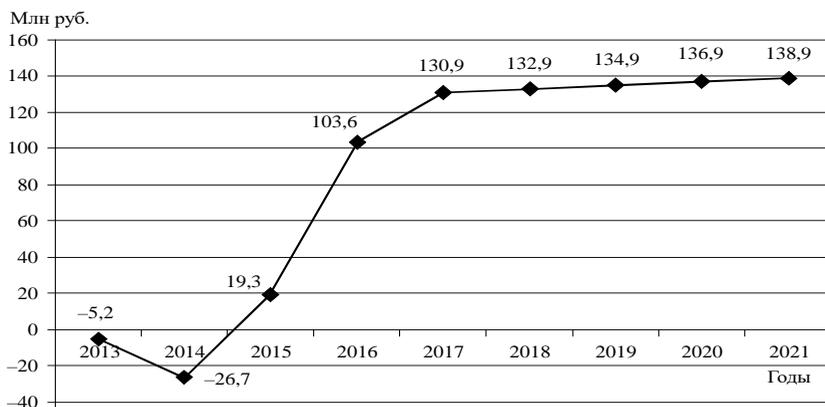


Рис. 4.5. Динамика чистой прибыли Проектной компании в 2013–2021 гг., млн руб.

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Основные финансовые показатели инновационного проекта по переработке хлористого метила в этилен представлены в таблице Е.1 Приложения Е.

В результате реализации данного инновационного проекта решается важная народнохозяйственная задача – создание производства этилена для производства ПВХ и продуктов из ПВХ из дешевого и распространенного в России сырья – природного газа. Одновременно снижается зависимость промышленности России от импортных поставок этилена, ПВХ и продуктов из ПВХ, что содействует усилению экономической безопасности страны и соответствует национальной стратегии развития экономики в сторону импортозамещения и создания новых эффективных производств на основе современных технологий. Все это содействует решению проблемы диверсификации российской экономики.

Венчурный фонд будет осуществлять поэтапное финансирование проекта в два раунда: в 2013-м году будут предоставляться средства в размере 25 566 тыс. руб., в 2016-м году – остальная часть средств в сумме 102 538 тыс. руб. В 2014-м и 2015-м гг. инвестиционный процесс будет осуществляться за счет средств инициаторов проекта.

Проведем оценку эффективности инновационного проекта по переработке хлористого метила в этилен с позиции венчурного фонда традиционным методом NPV (стандартный расчет).

Венчурный фонд имеет свои финансовые потоки, отличные от общих финансовых потоков собственно проекта. Состав финансовых потоков венчурного фонда в общем виде представлен в таблице 3.2 (см. п. 3.1 главы 3 данного исследования). Расчет показателей эффективности проекта с точки зрения венчурного фонда – чистого приведенного дохода фонда NPV^v и внутренней нормы доходности фонда IRR^v осуществляется в соответствии с формулами (3.1) и (3.3) (см. п. 3.1 главы 3).

Результаты стандартного расчета потоков венчурного фонда для двух крайних значений долей фонда в уставном капитале инвестируемой компании 25% и 49% для разных годов «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании представлены в таблицах Е.2–Е.7 Приложения Е. Результаты расчетов внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v при разных годах «вы-

хода» фонда из бизнеса для доли фонда 49% обобщены в таблице Е.10 Приложения Е.

Расчет денежных потоков, NPV^v и IRR^v венчурного фонда для разных годов «выхода» фонда из бизнеса показал, что венчурный фонд должен «выходить» из бизнеса проинвестированной компании в 2017 г., поскольку именно в этом году наблюдается наибольшее значение внутренней нормы доходности венчурного фонда.

В связи с ограниченностью объема монографии представим все расчеты для одной из долей фонда, а именно для доли 49%, являющейся верхней границей доли венчурного фонда.

Рассчитаем финансовые потоки венчурного фонда и показатели эффективности вложений фонда IRR^v и NPV^v для года «выхода» 2017 для доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 49% и разных значений ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу ($P/E = 2, 3, 4, 5, 6, 7$). Результаты расчетов представлены в левой части таблицы Е.11, а также в левой части таблицы Е.12 Приложения Е.

Проанализируем полученные результаты. Из практической деятельности известно, что приемлемая для венчурного фонда внутренняя норма доходности начинается с 20%.

Согласно нашим расчетам IRR^v , приемлемая для фонда, наблюдается начиная со значения $P/E = 4$ (т.е. при доходности 25%): $IRR^v = 32\%$. При значениях $P/E = 2$ и $P/E = 3$, т.е. достаточно высоких доходностях 50% и 33,3% соответственно, свойственных венчурному бизнесу, значения внутренней нормы доходности для венчурного фонда ниже требуемых 20%: при $P/E = 2$ $IRR^v = -9\%$; при $P/E = 3$ $IRR^v = 15\%$.

Для расчета чистого приведенного дохода фонда NPV^v про- дисконтируем его денежные потоки по ставкам 20%, 30% и 40%, которые широко используются при оценке проектов в России венчурными капиталистами. При внутренних нормах доходности венчурного фонда IRR^v меньше ставки дисконтирования NPV^v венчурного фонда отрицателен.

Положительное значение NPV^v венчурного фонда наблюдается начиная со значения $P/E = 4$ (при ставках дисконтирования 20% и 30%): $NPV^v = 17\ 886$ тыс. руб. (при $r = 20\%$) и $NPV^v = 2\ 391$ тыс. руб. (при $r = 30\%$) и начиная с $P/E = 5$ (при ставке дисконтирования 40%): $NPV^v = 5\ 761$ тыс. руб.

При $P/E = 2$ и $P/E = 3$ для ставок дисконтирования 20%, 30% и 40% NPV^v является отрицательным. Таким образом, при действительно «венчурных» условиях, приемлемых для фонда, NPV^v фонда отрицателен, т.е. анализируемый инновационный проект не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут инвестиционным комитетом.

Осуществим *оценку инновационного проекта по переработке хлористого метила в этилен с точки зрения венчурного фонда на основе метода реальных опционов.*

Нулевым моментом времени является 2013 год: $I_0^v = 25\,566$ тыс. руб. (согласно прогнозу денежных потоков в 2013 г. для реализации проекта требуемый объем средств, финансируемый из внешних источников, составляет 25 566 тыс. руб.).

Таким образом, срок исполнения составного (внешнего) опциона колл T_1 составит 3 года. Срок исполнения внутреннего опциона T_2 составит 4 года.

Поскольку мы осуществляем расчет стоимости 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: $t = 0$.

$$\tau_1 = T_1 - t = 3 \text{ года}, \quad \tau_2 = T_2 - T_1 = 4 - 3 = 1 \text{ год}, \quad \tau = T_2 - t = \tau_1 + \tau_2 = 4 \text{ года}.$$

Таким образом, $\tau_2 = T_2 - T_1$ – это промежуток времени пребывания венчурного фонда в бизнесе проинвестированной компании; τ_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 102 538 тыс. руб. Приведенная к нулевому

моменту времени величина $I_{1 \text{ дисконтир.}}^v$ составит 84 886 тыс. руб.

Для доли фонда 49% неявные издержки венчурного фонда (цена исполнения внутреннего опциона колл) составят: $I_2^v = NPAT_{total \text{ в } 2017 \text{ году}} * \text{долю фонда} = 130\,929 \text{ тыс. руб.} * 0,49 = 64\,155 \text{ тыс. руб.}$ (см. формулу (3.10), с. 121) данного исследо-

вания). Приведенная к нулевому моменту времени величина

$I_{2 \text{ дисконтир.}}^v$ составит 49 869 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 2017 году, приведенная к моменту оценки.

Для доли фонда 49% при значении ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу $P/E = 4$ величина V^v составит (см. формулу (3.9), с. 120):

$V^v = 103\,571 \text{ тыс. руб.} * 0,49 * 4 + 10\,150 \text{ тыс. руб.} = 213\,149 \text{ тыс. руб.}$ Приведенная к нулевому моменту времени величина V^v будет составлять 165 685 тыс. руб.

Решение об инвестировании оставшейся суммы средств 102 538 тыс. руб. будет принято в случае, если будет соблюдаться правило исполнения составного колл-опциона (внешнего опциона) (правило исполнения внешнего опциона описано в п. 3.1, с. 120). В нашей интерпретации величина V_{T_1} представляет собой оценку бизнеса в 2016 году (см. формулу (3.11), с. 121).

Безрисковая ставка процента r в наших расчетах составит 6,5%. Ее значение взято на уровне средней ставки вложений в альтернативные активы по состоянию на 19.05.2017 г., под которыми подразумеваются депозиты для юридических лиц с наибольшим сроком в наиболее крупном и надежном банке России – ПАО «Сбербанк России».

В качестве уровня рискованности операций компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$, σ_I , было взято значение коэффициента вариации индекса «Химия и нефтехимия» Московской биржи за период с 2009 года по I квартал 2017 года [Индекс «Химия и нефтехимия ... »]. Данный период был выбран с целью исключить существенные колебания 2007 и 2008 гг. Был выбран именно индекс «Химия и нефтехимия», поскольку рассматриваемый нами проект производства этилена относится к нефтехимической отрасли. Коэффициент вариации индекса «Химия и неф-

техимия» Московской биржи будет равен 44,79%. Таким образом, $\sigma_1 = 44,79\%$.

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) , σ_2 будет меньше, чем σ_1 . Результаты расчетов стоимости составного опциона колл для разных значений σ_2 (для доли венчурного фонда 49%) для года «выхода» 2017 г. представлены в таблице Е.13 Приложения Е.

Результаты расчетов стоимости составного опциона колл при разных значениях показателя Р/Е представлены на рисунке 4.6 (см. таблицу Е.14 Приложения Е).

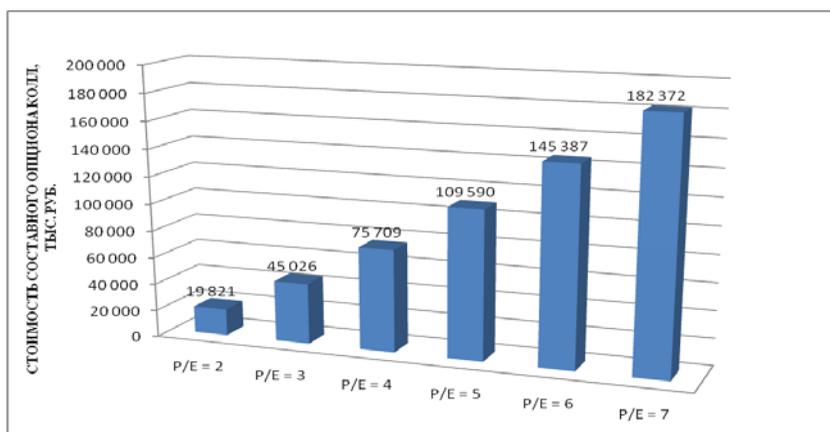


Рис. 4.6. Стоимость составного опциона колл при разных значениях Р/Е

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Результаты расчетов денежных потоков венчурного фонда с учетом стоимости составного опциона колл для долей фонда 25% и 49% для года «выхода» 2017 г. представлены в таблицах Е.8 и Е.9 Приложения Е соответственно.

Сравним результаты расчетов NPV^v и IRR^v традиционным методом дисконтированных денежных потоков и с учетом

стоимости составного опциона колл. Для доли фонда 49% при разных ставках дисконтирования 20%, 30% и 40% представим на одном графике NPV^v венчурного фонда, полученный на основе стандартного расчета, и полученный в результате расчета с учетом стоимости составного опциона колл (рис. 4.7 – 4.9).

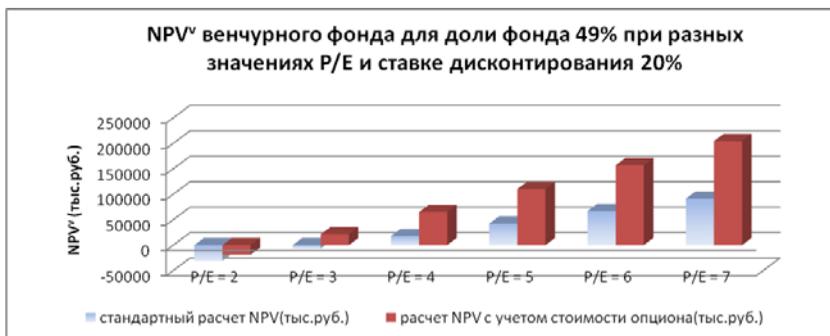


Рис. 4.7. NPV^v венчурного фонда для доли в уставном капитале 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 20%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

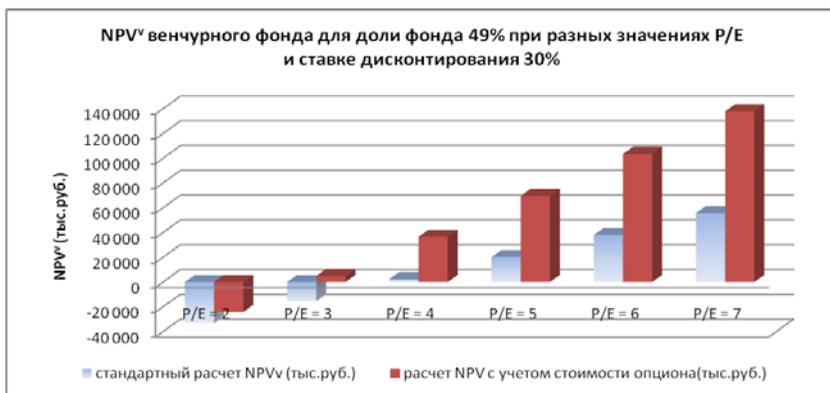


Рис. 4.8. NPV^v венчурного фонда для доли в уставном капитале 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 30%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

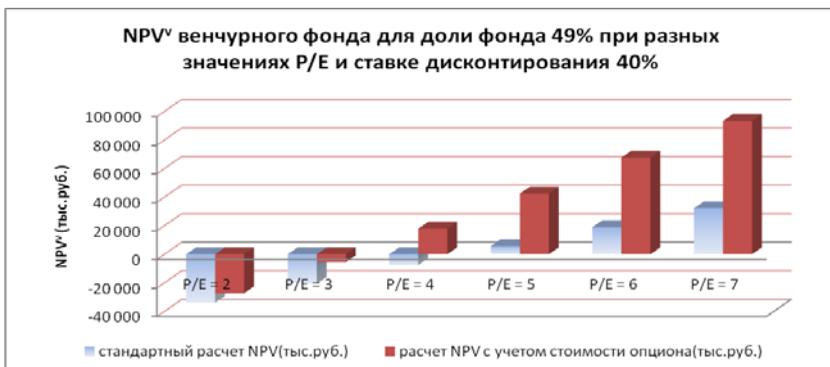


Рис. 4.9. NPV^v венчурного фонда для доли в уставном капитале 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 40%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Представим на графике IRR^v , посчитанное стандартным методом, и IRR^v , полученное в результате расчета с учетом стоимости составного опциона колл, для доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 49% для одного значения показателя P/E (например, при P/E = 3) (рис. 4.10).

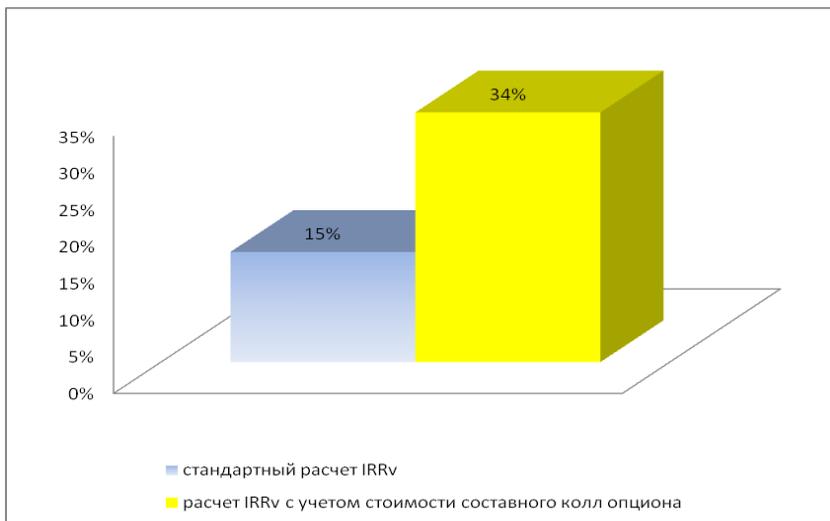


Рис. 4.10. Стандартный расчет IRR^v и расчет IRR^v с учетом опциона при P/E=3 и доли фонда 49%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Данные рисунки демонстрируют, что показатели эффективности венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона колл улучшаются: значения 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 стандартном расчете IRR^v приемлемая для фонда внутренняя норма доходности (20% и более) начинается с $P/E = 4$ (32%) (см. левую часть таблицы Е.11 Приложения Е); при расчете IRR^v с учетом опциона – с $P/E = 3$ (34%) (см. правую часть таблицы Е.11 Приложения Е). При расчете с учетом опциона IRR^v выше: при $P/E = 4$ $IRR^v = 32\%$ (стандартный расчет) и при $P/E=4$ $IRR^v_{c\text{ опц.}} = 56\%$ (расчет с учетом стоимости опциона); при $P/E = 5$ $IRR^v = 46\%$ (стандартный расчет) и при $P/E = 5$ $IRR^v_{c\text{ опц.}} = 73\%$ (расчет с учетом стоимости опциона). Начиная со значения $P/E = 3$ при ставках дисконтирования $r = 20\%$ и $r = 30\%$ для доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 49% чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» становится положительным. К примеру, при ставке дисконтирования $r = 20\%$ при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 21\,346$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 64\,856$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 110\,350$ тыс. руб. При ставке дисконтирования $r = 30\%$ при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 4\,903$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 36\,493$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 69\,522$ тыс. руб. (см. правую часть таблицы Е.12 Приложения Е).

Таким образом, во многих случаях, 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 по-

лучит 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 [Баранов и др., 2017а; Баранов и др., 2017б].

4.3. Оценка эффективности инновационного проекта в нефтехимической промышленности для венчурного фонда с применением метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа

В данном параграфе сделаем акцент на оценке показателей эффективности инновационного проекта по переработке хлористого метила в этилен на основе метода реальных опционов с использованием метода нечетких множеств применительно к инвестициям венчурного фонда.

В данном анализе мы зафиксировали долю венчурного фонда в уставном капитале Проектной компании на уровне 49%. Применительно к анализируемому проекту изменялись цены на продукцию Проектной компании, а также цены на сырье. Данные для построения графиков функций принадлежности представлены в таблицах Е.15–Е.21 Приложения Е соответственно.

В таблице 4.1 приведены результаты расчета *устойчивости* и *надежности* показателей эффективности инвестиций венчурного фонда в анализируемый проект с учетом стоимости составного опциона колл – $NPV^v_{с опционом}$ и $IRR^v_{с опционом}$, а также показателей *надежности* и *устойчивости* стоимости составного коллопциона C^v , V_{T1}^v – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_1 , и V_{T2}^v – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент T_2 , для случая базовых цен на продукцию и для случая снижения цен на выпускаемую Проектной компанией продукцию на 10% [Baranov и др., 2018b].

Таблица 4.1

**Характеристика надежности и устойчивости
показателей эффективности проекта для венчурного фонда
для случая базовых цен на продукцию и при снижении цен на продукцию
Проектной компании на 10%, %**

Показатель	Надежность	Устойчивость
IRR^v с опционом	46,2	60,3
$V_{T_2}^v$ (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент T_2)	36,5	34,0
NPV^v с опционом	38,7	29,8
$V_{T_1}^v$ (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент T_1)	36,9	31,3
C^v	43,7	56,1

Источник: составлено автором на основе результатов расчетов.

Из данных таблицы 4.1 видно, что стоимость составного опциона C^v намного более устойчива к снижению цен на продукцию, чем показатель чистой приведенной стоимости фонда NPV^v с опционом, $V_{T_1}^v$ и $V_{T_2}^v$. Устойчивость C^v равна 56,1% (рис. 4.11), надежность оценки стоимости опциона – 43,7% (рис. 4.12). Показатели $V_{T_1}^v$ и $V_{T_2}^v$ намного менее устойчивы к снижению цен на продукцию Проектной компании: устойчивость – 31,3% и 34% соответственно (рис. 4.13)). Устойчивость NPV^v с опционом равна 29,8% (рис. 4.14), надежность оценки – 38,7% (рис. 4.15).

Финансово-экономическая интерпретация полученных результатов состоит в следующем.

На стоимость акций $V_{T_1}^v$ и $V_{T_2}^v$ снижение цен на продукцию Проектной компании напрямую влияет негативно. При более низком уровне цен на продукцию их колебания снижают устойчивость данных показателей. На стоимость составного опциона колебания цен воздействуют опосредованно. Помимо цен на продукцию Проектной компании на эту величину влияют другие факторы – например, усиление неопределенности в динамике цен, которые могут расти или снижаться, равно как и процентная ставка по безрисковым активам. Поэтому стои-

мость составного опциона более устойчива к колебанию цен. Это, в частности, находит отражение и в большей устойчивости IRR^v с опционом, которая рассчитывается с учетом стоимости составного опциона колл.

Геометрическая интерпретация полученных результатов в части устойчивости и надежности оценки стоимости опциона колл состоит в следующем. Устойчивость оценки стоимости составного опциона колл характеризуется минимумом из двух отношений: заштрихованной области на рисунке 4.11 к подграфу функции принадлежности цены опциона для случая базовых цен (сплошная кривая) и отношения той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности цены опциона при ценах на продукцию, сниженных на 10%, на том же рисунке 4.11 (прерывистая кривая).

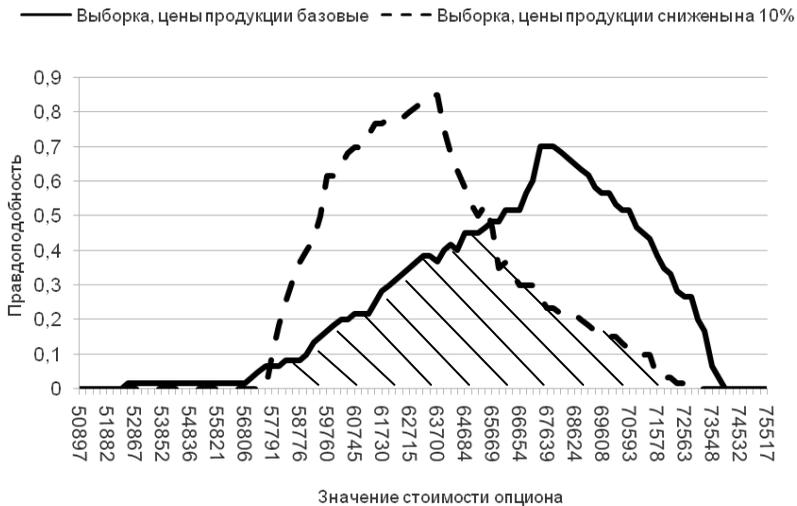


Рис. 4.11. Устойчивость оценки стоимости составного опциона колл C^v в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 56,1%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Надежность равна минимуму из двух отношений: заштрихованной области на рисунке 4.12 к подграфу эталона на рисунке 4.12 (прерывистая кривая) и той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности цены опциона при базовых ценах на продукцию (сплошная кривая) на том же рисунке 4.12.



Рис. 4.12. Надежность оценки показателя стоимости составного опциона колл C^V при вариации базовых цен продукции равна 43,7%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.



Рис. 4.13. Устойчивость $V_{T_2}^v$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 34%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов

В таблице 4.2 приведены результаты расчета *устойчивости* и *надежности* показателей эффективности инвестиций венчурного фонда в анализируемый проект с учетом стоимости составного опциона колл – $NPV^v_{с опционом}$ и $IRR^v_{с опционом}$ для случая базовых цен на потребляемое сырье и для случая увеличения цен на сырье на 10%. Кроме того, для этого же случая рассчитаны показатели *надежности* и *устойчивости* стоимости составного колл-опциона C^v ; $V_{T_1}^v$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_1 , и $V_{T_2}^v$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 .



Рис. 4.14. Устойчивость оценки $NPV_{с\ опционом}^v$ в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 29%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Результаты расчетов указывают на очень низкую устойчивость показателей $V_{T_2}^v$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 , и стоимости составного колл-опциона C^v . На рисунке 4.16 хорошо видно резкое смещение графика функции принадлежности показателя стоимости составного опциона влево при росте цен на сырье, что и обуславливает очень низкую устойчивость данного показателя по отношению к изменению сырьевых цен.

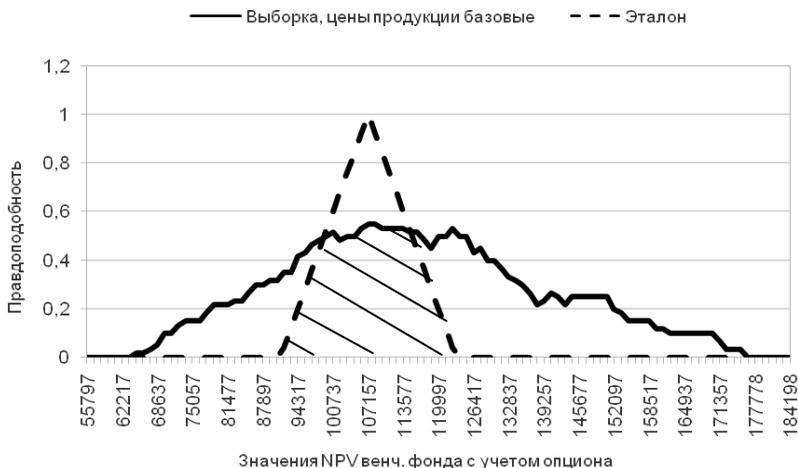


Рис. 4.15. Надежность оценки показателя NPV^v с опционом в случае вариации базовых цен на продукцию равна 38,7%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Таблица 4.2

Характеристика надежности и устойчивости показателей эффективности проекта для венчурного фонда для случая базовых цен на сырье и при увеличении цен на сырье на 10%, %

Показатель	Надежность	Устойчивость
IRR^v с опционом	35,4	50,9
$V_{T_2}^v$ (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2)	34,5	0,4
NPV^v с опционом	34,6	81,1
$V_{T_1}^v$ (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_1)	33,9	30,8
C^v	37,1	0,1

Источник: составлено автором на основе результатов расчетов.



Рис. 4.16. Устойчивость оценки стоимости составного опциона колл C^V в случае повышения цен на сырье на 10% равна 0,1%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Подведем итоги. В стандартном инвестиционном анализе эффективности инвестиционных (в том числе инновационных) проектов с помощью имитационных финансовых моделей влияние вариации экзогенных параметров (цены на продукцию инвестируемой компании, цены на сырье и т.д.) проводится с помощью анализа чувствительности проекта к изменению этих переменных. В результате получается «вилка», в рамках которой меняются основные показатели эффективности IRR и NPV при колебании экзогенных параметров.

Использование нечетко-множественных методов позволяет синтезировать традиционный инвестиционный анализ с нечетко-множественным подходом. Появляется возможность количественно оценить *устойчивость* различных характеристик эффективности проекта к изменению экзогенных переменных, сравнить устойчивость различных показателей (см. рисунки 4.11, 4.13, 4.14, 4.16). Это может быть весьма полезным при определении «узких мест» проекта.

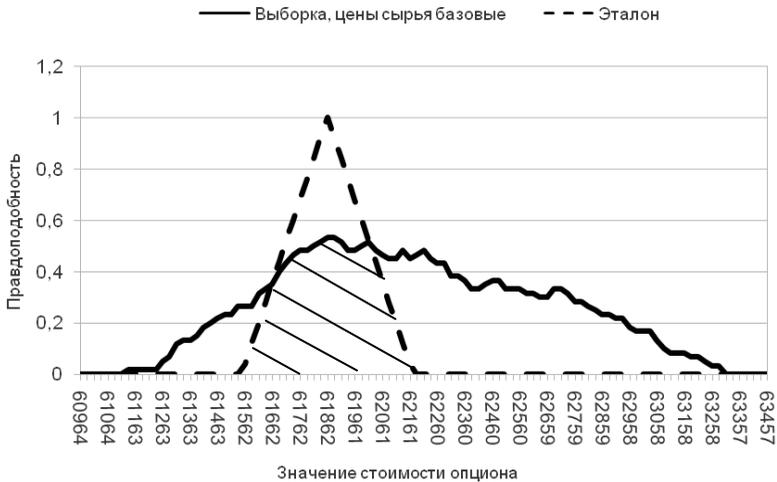


Рис. 4.17. Надежность оценки стоимости составного опциона колл C^v в случае вариации базовых цен на сырье равна 37,1%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Помимо этого, появляется возможность количественно оценить *надежность* получаемых расчетных показателей эффективности проекта (см. рис. 4.12, 4.15, 4.17). Такие оценки не могут быть выполнены на основе традиционных методов анализа. Низкая или высокая надежность полученных показателей эффективности послужит дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта венчурным фондом [Баранов и др., 2017в; Баранов и др., 2017г].

На основе проведенного в *четвертой главе* исследования можно сделать следующие *выводы*.

1. Предложенная методика оценки эффективности инновационных проектов на основе синтеза метода реальных опционов и метода нечетких множеств, адаптированная к условиям венчурного финансирования, апробирована на примере реальных россий-

ских инновационных проектов в фармацевтической и нефтехимической промышленности.

2. Расчеты для инновационного проекта по переработке хлористого метила в этилен традиционным методом дисконтированных денежных потоков с позиции венчурного фонда показали, что внутренняя норма доходности IRR^v , приемлемая для фонда, наблюдается начиная со значения $P/E = 4$ (т.е. при доходности 25%): $IRR^v = 32\%$. При значениях $P/E = 2$ и $P/E = 3$, т.е. достаточно высоких доходностях 50% и 33,3% соответственно, свойственных венчурному бизнесу, значения внутренней нормы доходности для венчурного фонда ниже требуемых 20%: при $P/E = 2$ $IRR^v = -9\%$; при $P/E = 3$ $IRR^v = 15\%$.

3. Согласно стандартному расчету традиционным методом дисконтированных денежных потоков для проекта по переработке хлористого метила в этилен положительное значение чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v наблюдается, начиная со значения $P/E = 4$ (при ставках дисконтирования 20% и 30%): $NPV^v = 17\,886$ тыс. руб. (при $r=20\%$) и $NPV^v = 2\,391$ тыс. руб. (при $r=30\%$), и начиная с $P/E = 5$ (при ставке дисконтирования 40%): $NPV^v = 5\,761$ тыс. руб. При $P/E = 2$ и $P/E = 3$ для ставок дисконтирования 20%, 30% и 40% NPV^v является отрицательным. Таким образом, при действительно «венчурных» условиях, приемлемых для фонда, NPV^v фонда отрицателен, т.е. инновационный проект организации производства по переработке хлористого метила в этилен не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут инвестиционным комитетом.

4. Во многих случаях, согласно стандартным расчетам по проанализированным инновационным проектам, внутренние нормы доходности IRR^v венчурного фонда меньше ставки дисконтирования, приемлемой для венчурных фондов, значения чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v отрицательны. Иными словами, в соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков проанализированные инновационные проекты в фармацевтической и нефтехимической промышленности не являются эффективными с позиции венчурного фонда и получают отказ в финансировании.

5. При стандартном расчете IRR^v по проекту в нефтехимической промышленности приемлемая для фонда внутренняя норма доходности (20% и более) начинается с $P/E = 4$ (32%), при расчете IRR^v с учетом опциона – с $P/E = 3$ (34%). При расчете с учетом опциона IRR^v выше: при $P/E = 4$ $IRR^v = 32\%$ (стандартный расчет) и при $P/E = 4$ $IRR^v_{c\text{ опц.}} = 56\%$ (расчет с учетом стоимости опциона); при $P/E = 5$ $IRR^v = 46\%$ (стандартный расчет) и при $P/E = 5$ $IRR^v_{c\text{ опц.}} = 73\%$ (расчет с учетом стоимости опциона). Начиная со значения $P/E = 3$ при ставках дисконтирования $r = 20\%$ и $r = 30\%$ для доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 49%, чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона колл становится положительным. К примеру, при ставке дисконтирования $r = 20\%$ при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 21\,346$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 64\,856$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 110\,350$ тыс. руб. При ставке дисконтирования $r = 30\%$ при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 4\,903$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 36\,493$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 69\,522$ тыс. руб. Таким образом, инновационный проект по созданию производства по переработке хлористого метила в этилен становится эффективным для венчурного фонда.

6. Показатели эффективности проанализированных инновационных проектов с позиции венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона колл улучшаются. Если в стоимости проектов для венчурного фонда мы учтем стоимость составного опциона колл, то проекты во многих случаях будут иметь положительную стоимость и получают финансирование. Стоимость составного опциона колл увеличивает ценность проектов за счет учета фактора их поэтапной реализации и возможности прекратить финансирование, т.е. за счет учета возможности большей гибкости при принятии управленческих решений.

7. Развитие разработки и производства высококачественных средств по уходу за полостью рта на основе инновационных технологий в рамках проанализированного проекта снижает зависимость экономики России от импортных поставок (импортозамещение), что является одним из приоритетов национальной государственной политики. В результате реализации инновационного

проекта по переработке хлористого метила в этилен решается важная народнохозяйственная задача – создание производства этилена для производства ПВХ и продуктов из ПВХ из дешевого и распространенного в России сырья – природного газа. Одновременно снижается зависимость промышленности России от импортных поставок этилена, ПВХ и продуктов из ПВХ, что содействует усилению экономической безопасности страны и соответствует национальной стратегии развития экономики в сторону импортозамещения и создания новых эффективных производств на основе современных технологий. Применение разработанной методики оценки эффективности инновационных проектов с использованием метода реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом, по нашему мнению, будет содействовать решению проблемы финансирования инновационных проектов, имеющего важное народнохозяйственное значение. В свою очередь это будет способствовать решению проблемы диверсификации российской экономики.

8. Оценка эффективности инновационного проекта организации производства средств по уходу за полостью рта с позиции венчурного фонда с использованием метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа позволила получить следующие результаты. Надежность чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v выше в случае вариации цен на продукцию компании по сравнению с надежностью этого показателя в случае вариации доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании: $56,4\% > 35,7\%$. Сильнее отклоняется от эталона показатель NPV^v венчурного фонда, который мы получаем при вариации доли фонда. Иными словами, при вариации цен на продукцию оценка показателя NPV^v венчурного фонда более надежна, при вариации доли фонда – менее надежна.

9. Чем выше устойчивость какого-либо «выходного» параметра оценки эффективности инновационного проекта, тем меньшее влияние на него оказывает изменение «входного» параметра. В случае проекта организации производства средств по уходу за полостью рта это цены на продукцию компании или доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Устойчивость NPV^v венчурного фонда при увеличении доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании (50,1%) больше,

чем при снижении цен на продукцию компании (18,6%). Иными словами, снижение цен на продукцию компании оказывает более сильное влияние на NPV^v венчурного фонда, так как устойчивость при снижении цен меньше. NPV^v венчурного фонда более устойчиво, когда увеличивается доля фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Это связано с положительным влиянием роста доли фонда на значение чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v , поскольку такой положительный финансовый поток фонда, как дивиденды, которые выплачивает проинвестированная компания венчурному фонду (выплачивается из чистой прибыли), напрямую зависит от доли фонда в уставном капитале этой инвестируемой компании. Положительный финансовый поток в виде ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании, определяемый как оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций, также напрямую зависит от величины доли венчурного фонда в уставном капитале компании. Снижение же цен на производимую инвестируемой компанией продукцию влияет негативно на показатель NPV^v венчурного фонда, так как приводит к уменьшению чистой прибыли компании, что в свою очередь приводит к снижению величины дивидендов, выплачиваемых венчурному фонду инвестируемой компанией, а также к снижению величины ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда.

10. Оценка эффективности инновационного проекта организации производства по переработке хлористого метила в этилен с позиции венчурного фонда с использованием метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа позволила получить следующие результаты. Стоимость составного опциона колл C^v намного более устойчива к снижению на 10% цен продукции, выпускаемой Проектной компанией, чем показатель чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v , показатель текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_1 , $V_{T_1}^v$, и текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 , $V_{T_2}^v$. Устойчивость C^v

равна 56,1%, надежность оценки стоимости опциона 43,7%. Показатели V_{T1}^v и V_{T2}^v намного менее устойчивы к снижению цен на продукцию Проектной компании (устойчивость 31,3% и 34% соответственно). Устойчивость NPV^v равна 29,8%, надежность оценки 38,7%. На стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, V_{T1}^v и V_{T2}^v , снижение цен на продукцию Проектной компании напрямую влияет негативно. При более низком уровне цен на продукцию их колебания снижают устойчивость данных показателей, одновременно снижается надежность оценки их расчетных значений. На стоимость составного опциона колл колебания цен воздействуют опосредованно. Помимо цен на продукцию Проектной компании на эту величину влияют и другие факторы – например, усиление неопределенности в динамике цен, которые могут расти или снижаться, равно как и процентная ставка по безрисковым активам. Поэтому стоимость составного опциона более устойчива к колебанию цен. Это, в частности, находит отражение и в большей устойчивости показателя внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v с учетом опциона, которая рассчитывается с учетом стоимости опциона. Результаты расчетов указывают на очень низкую устойчивость показателей V_{T2}^v – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 и стоимости составного колл-опциона C^v при увеличении цен на сырье на 10%.

Глава 5

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ ПРОИЗВОДСТВА МОТОРНОГО ТОПЛИВА ИЗ ВЫСОКОЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ БИОМАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

5.1. Описание проекта по созданию производства биотоплива и его показателей

Проблема энергетической безопасности является ключевой для устойчивого развития современного общества. В связи с тем, что использование невозобновляемого традиционного углеводородного сырья, запасы которого истощаются с каждым годом, влечет за собой глобальные проблемы – эмиссия CO_2 , глобальное потепление, загрязнение окружающей среды и др., существенную и всевозрастающую роль в мировой энергетике играют возобновляемые (или так называемые «альтернативные») источники энергии, в частности, солнечная энергия, биомасса животного, растительного, микробного, бытового и промышленного происхождения [Моисеев и др., 2006, с. 431].

Одним из основных видов возобновляемых (альтернативных) энергоносителей является биотопливо, которое производится из переработанной различными способами липидосодержащей биомассы различных растений, опилок и микроводорослей. В настоящее время во всем мире интенсивно развивается отрасль производства масличных технических (непищевых) культур для получения биотоплива. Сегодня мы являемся свидетелями новой энергетической революции – взрывного развития инновационных технологий производства традиционных видов топлива: бензина, керосина, дизельного и авиационного топлива из энергонасыщенной и быстрорастущей непищевой биомассы самых различных растений [Баранов и др., 2020].

Настоящий инновационный проект предполагает использование ряда последовательных технологий для получения конечных продуктов из биомассы микроводорослей:

- биодизель;
- витаминизированные кормовые добавки для животноводства;
- органические удобрения;
- биогаз;
- пропан.

Предполагается, что новое производство будет организовано специально созданным для этой цели юридическим лицом (Проектной компанией) на производственной площадке в городе N2 рядом с ТЭЦ, которая будет стратегическим партнером проекта и единственным поставщиком электроэнергии, CO₂ и тепла.

Основные финансовые показатели проекта представлены в таблице Ж.1 Приложения Ж.

Объем требуемых инвестиций в реализацию проекта равен 459,3 млн руб. (включая НДС). Продажи (с НДС) за период реализации проекта составят 865 567,6 тыс. руб., чистая прибыль 242 366,9 тыс. руб. Проект является эффективным. Внутренняя норма доходности (*IRR*) составляет 14,2%. Чистый приведенный доход (*NPV*) для периода 2013–2019 гг. равен 125 626 тыс. руб.

Расчет показателей эффективности инновационного проекта в целом проводился с учетом ликвидационной стоимости в конце рассматриваемого периода 2013–2019 гг. В этом случае предполагается, что собственники инвестируемого предприятия могут после 2019 г. продать предприятие по стоимости, определенной по показателю $P/E = 6$ (цена приобретения бизнеса, отнесенная к доходу). Иначе говоря, предполагается, что потенциальный инвестор – покупатель бизнеса в конце 2019 г. готов будет заплатить за приобретение Проектной компании цену, в 6 раз превосходящую ее прибыль в 2019 г. (т.е. ликвидационная стоимость составит 382 417 тыс. руб.). Следовательно, предполагается, что инвестор рассчитывает получать 16,6% годовых дохода на вложения при предположении, что в дальнейшем проектная компания будет генерировать тот же объем прибыли, что и в 2019 г.

Общеэкономическая значимость данного инновационного проекта рассматривается в контексте решения проблемы диверсификации российской экономики в направлении снижения ее зави-

симости от углеводородного сырья и перехода на новые экологически чистые технологии, которые не только дают экологически чистые продукты, но и позволяют утилизировать отходы других производств. В результате реализации проекта решается важная народнохозяйственная задача утилизации CO₂, снижения материальных и энергозатрат, связанных с добычей углеводородов при одновременном улучшении экологической ситуации в районе производства. Развитие разработок и производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы в рамках данного проекта способствует освобождению экономики России от зависимости от импортных поставок (импортозамещение), что является одним из приоритетов государственной политики нашей страны.

5.2. Оценка эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива с позиции венчурного фонда с использованием метода реальных опционов

В рамках данного подраздела проведена оценка эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива с позиции венчурного фонда традиционным методом NPV (стандартный расчет) и с применением метода реальных опционов (в четком виде).

Оценка инновационного проекта по производству биодизельного топлива традиционным методом NPV с позиции венчурного фонда.

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

Предполагается, что в финансировании проекта примет участие венчурный фонд. Общий объем финансирования проекта составит примерно 397 379 тыс. руб., в том числе инвестиции венчурного фонда – 61 557 тыс. руб.

Стоимость Проектной компании была оценена на основе генерируемых ею денежных потоков. Чистый приведенный доход (NPV) с учетом ликвидационной стоимости равен 125 626 тыс. руб.

Венчурный фонд будет варьировать свою долю в уставном капитале инвестируемой компании в пределах от 25 до 49%, по-

сколькx нынешние владельцы компании хотят сохранить контрольный пакет акций в своих руках.

Сделаем расчеты для двух крайних значений долей венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 25% и 49% (нижняя и верхняя границы).

Расчеты для нижней границы доли венчурного фонда 25%.

Предположим, что доля венчурного фонда в уставном капитале Проектной компании составит 25%. То есть примерный объем инвестиций венчурного фонда в этом случае составит 31 406,5 тыс. руб. (125 626 тыс. руб. ($NPV_{\text{проекта в целом}}$) * 0,25 = 31 406,5 тыс. руб.). Стало быть, в общем объеме инвестиций в проект доля фонда составит 7,9% (31 406,5 тыс. руб. / 397 379 тыс. руб. * 100% = 7,9%).

Инвестиции венчурного фонда осуществляются в два этапа. На первом этапе в 2013 г. (начало проекта) инвестируется 9 422 тыс. руб., или 30% инвестиций, и приобретается 7,5% ($9422 / 125\,626 * 100\% = 7,5\%$) акций Проектной компании. В случае успешного развития проекта, после того как он начнет генерировать чистую прибыль (2015 г. – рис. 5.1), на втором этапе (2016 г.) вкладываются оставшиеся 70% инвестиций фонда, или 21 985 тыс. руб., и приобретаются зарезервированные за фондом 17,5% акций Проектной компании.

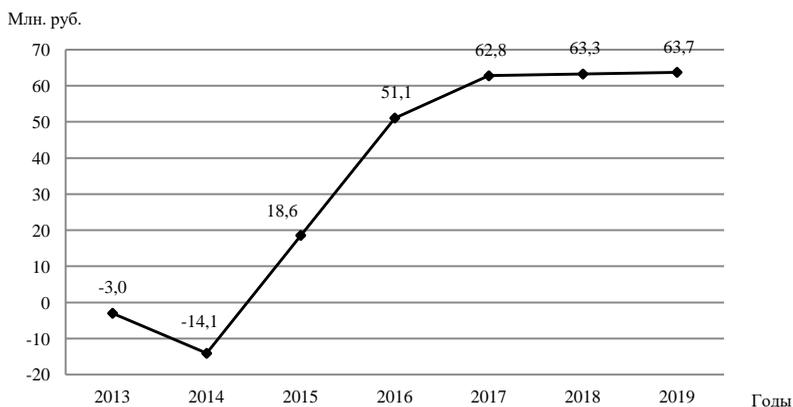


Рис. 5.1. Динамика чистой прибыли Проектной компании в 2013–2019 гг., млн руб.

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

В анализируемом проекте по производству биодизельного топлива 2017 г. выбран как год «выхода» венчурного фонда из бизнеса Проектной компании. На рисунке 5.1 хорошо видно, что после 2017 г. темп роста чистой прибыли Проектной компании резко падает. Поэтому венчурному фонду необходимо продать свои акции в момент, когда потенциальный покупатель будет рассчитывать на дальнейший существенный рост прибыли, опираясь на данные о ее динамике в 2015–2017 гг.

Расчеты для верхней границы доли венчурного фонда 49%.

Предположим, что доля венчурного фонда в уставном капитале Проектной компании составит 49%. То есть примерный объем инвестиций венчурного фонда – 61 557 тыс. руб. (125626 тыс. руб. * 0,49 = 61 557 тыс. руб.). Стало быть, в общем объеме инвестиций в проект доля фонда составит 15,5% (61 557 тыс. руб. / 397 379 тыс. руб. * 100% = 15,5%).

Инвестиции венчурного фонда осуществляются в два этапа. На первом этапе в 2013 г. (начало проекта) инвестируется 18 467 тыс. руб., или 30% инвестиций, и приобретается 14,7% (18 467/125 626 * 100% = 14,7%) акций Проектной компании.

В случае успешного развития проекта, после того как он начнет генерировать чистую прибыль (2015 г. – см. рис. 5.1), на втором этапе (2016 г.) вкладываются оставшиеся 70% инвестиций фонда, или 43 090 тыс. руб., и приобретаются зарезервированные за фондом 34,3% акций Проектной компании.

Результаты стандартного расчета денежных потоков венчурного фонда для двух крайних значений долей фонда в уставном капитале инвестируемой компании 25% и 49% для разных годов «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании представлены в таблицах Ж.2 – Ж.7 Приложения Ж. Результаты расчетов внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v при разных годах «выхода» фонда из бизнеса обобщены в таблице Ж.10 Приложения Ж.

Стандартный расчет показателей эффективности вложений венчурного фонда NPV^v и IRR^v для года «выхода» 2017 г., долей фонда 25% и 49% и разных значений ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу ($P/E = 2, 3, 4, 5, 6, 7$) представлены в левой части таблицы Ж.11 Приложения Ж, а также в левой части таблицы Ж.12 Приложения Ж.

Проанализируем полученные результаты. Из практической деятельности известно, что приемлемая для венчурного фонда внутренняя норма доходности начинается с 20%.

В соответствии с нашими расчетами приемлемая для фонда IRR^v начинается со значения $P/E = 4$ (т.е. при доходности 25%): $IRR^v = 28\%$. При значениях $P/E = 2$ и $P/E = 3$, т.е. достаточно высоких доходностях 50% и 33,3% соответственно, характерных для венчурного бизнеса, значения внутренней нормы доходности для венчурного фонда ниже требуемых 20%: при $P/E=2$ $IRR^v = -6\%$; при $P/E=3$ $IRR^v = 14\%$.

Для расчета чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v продисконтируем его денежные потоки по ставкам 20%, 30% и 35%, которые широко используются при оценке проектов в России венчурными инвесторами (см. левую часть таблицы Ж.11 Приложения Ж). При внутренних нормах доходности венчурного фонда IRR^v меньше ставки дисконтирования NPV^v венчурного фонда отрицателен. Для обеих долей венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании (25% и 49%) положительная величина NPV^v венчурного фонда наблюдается, начиная со значения $P/E = 4$ при ставке дисконтирования 20% и начиная со значения $P/E = 5$ при ставках дисконтирования 20%, 30% и 35%.

Для доли фонда 25%: при $P/E = 4$ и ставке дисконтирования $r = 20\%$ $NPV^v = 3\,717$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v = 9\,874$ тыс. руб. (при $r = 20\%$), $NPV^v = 3\,818$ тыс. руб. (при $r = 30\%$), $NPV^v = 1\,632$ тыс. руб. (при $r = 35\%$). Для доли фонда 49%: при $P/E = 4$ и ставке дисконтирования $r = 20\%$ $NPV^v = 7\,285$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v = 19\,353$ тыс. руб. (при $r = 20\%$), $NPV^v = 7\,483$ тыс. руб. (при $r = 30\%$), $NPV^v = 3\,198$ тыс. руб. (при $r = 35\%$).

При $P/E = 2$ и $P/E = 3$ для ставок дисконтирования 20%, 30% и 35% NPV^v венчурного фонда является отрицательным. Таким образом, при действительно «венчурных» условиях, приемлемых для фонда, NPV^v фонда отрицателен. Анализируемый инновационный проект по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут инвестиционным комитетом [Баранов и др., 2020].

Оценка инновационного проекта по производству биодизельного топлива для венчурного фонда с применением метода реальных опционов.

Осуществим оценку инновационного проекта по производству биодизельного топлива с точки зрения венчурного фонда на основе метода реальных опционов для двух крайних долей венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании: 25% и 49%.

Опишем в качестве примера ход наших расчетов для доли фонда 49%. Действия венчурного фонда по финансированию данного инновационного проекта могут быть описаны в терминах составного опциона. Составной опцион колл – это опцион, базовым активом которого является внутренний колл-опцион. Нами предлагается следующая содержательная интерпретация составного опциона колл применительно к анализируемому проекту.

Нулевым моментом времени T_0 является 2013 г.; T_1 – 2016 г.; T_2 – 2017 г. (год «выхода» венчурного фонда из бизнеса проинвестированной компании).

Инвестиции на приобретение в момент времени $T_0 = 2013$ г. составного опциона колл равны $I_0^v = 18\,467$ тыс. руб. Этот опцион предоставляет инвестору (венчурному фонду) право (но не обязанность) купить через определенное время (предполагается, что этот период равен трем годам) в момент времени $T_1 = 2016$ г. по цене $I_1^v = 43\,090$ тыс. руб. оставшуюся часть зарезервированных за ним акций Проектной компании. Приобретение венчурным фондом части акций в момент T_1 по цене I_1^v может быть истолковано как покупка внутреннего опциона колл на приобретение актива со сроком исполнения T_2 и ценой исполнения I_2^v . Активы, право на покупку которых инвестор приобретает в момент времени T_1 , есть не что иное, как прибыль венчурного инвестора, которую он может получить в момент T_2 (в нашем расчете это 2017 г.) после продажи всех своих акций (49%), приобретенных в моменты T_0 и T_1 .

Срок исполнения составного (внешнего) опциона колл T_1 составит 3 года. Срок исполнения внутреннего опциона T_2 составит 4 года.

Поскольку мы осуществляем расчет стоимости 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: $t = 0$.

$$\tau_1 = T_1 - t = 3 \text{ года}, \quad \tau_2 = T_2 - T_1 = 4 - 3 = 1 \text{ год}, \quad \tau = T_2 - t = \tau_1 + \tau_2 = 4 \text{ года}.$$

Таким образом, $\tau_2 = T_2 - T_1$ – это промежуток времени пребывания венчурного фонда в бизнесе проинвестированной компании; τ_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 43 090 тыс. руб. Приведенная к нуле-

вому моменту времени величина $I_{1 \text{ дисконтир.}}^v$ составит 36 312 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 нами как его неявные издержки и цена исполнения внутреннего опциона колл I_2^v .

Для доли фонда 49% неявные издержки венчурного фонда (цена исполнения внутреннего опциона колл) составит: $I_2^v = NPAT_{\text{total в 2017 году}} * \text{долю фонда} = 62\,770 \text{ тыс. руб.} * 0,49 = 30\,757 \text{ тыс. руб.}$ (см. формулу (3.10), с. 121 данного исследования). При-

веденная к нулевому моменту времени величина $I_{2 \text{ дисконтир.}}^v$ составит 24 483 тыс. руб.

Текущая стоимость базового актива в нашей интерпретации представляет собой текущую стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду: V^v – стоимость базового актива внутреннего опциона колл в момент его исполнения, т.е. в 2017 г., приведенная к моменту оценки.

К примеру, для доли фонда 49% при значении ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу $P/E = 4$ величина V^v составит: $V^v = 51\,072 \text{ тыс. руб.} * 0,49 * 4 + 5\,005 \text{ тыс. руб.} = 105\,106 \text{ тыс. руб.}$ (см. формулу (3.9), с. 120). Приведенная к нулевому моменту времени величина V^v будет составлять 83 664 тыс. руб.

Решение об инвестировании оставшейся суммы средств 43 090 тыс. руб. будет принято в случае, если будет соблюдаться правило исполнения составного колл-опциона (внешнего опциона) (см. п. 3.1, с. 120). В нашей интерпретации величина V_{T_1} представляет собой оценку бизнеса в 2016 г. (см. формулу (3.11), с. 121).

Безрисковая ставка процента r в наших расчетах составит 5,87%. Ее значение взято на уровне средней ставки вложений в альтернативные активы по состоянию на 21.05.2018 г., под которыми подразумеваются депозиты для юридических лиц с наибольшим сроком в наиболее крупном и надежном банке России – ПАО «Сбербанк России».

В качестве уровня рискованности операций компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$, σ_1 , было взято значение коэффициента вариации индекса «ММВБ-инновации» (MICEXINNOV) Московской биржи за период с 2010 г. (расчет данного индекса ведется только с 2010 года) по 21.05.2018 г. [Индекс «ММВБ-инновации ...]. Был выбран именно «Индекс ММВБ – инновации», поскольку рассматриваемый нами проект по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы относится к инновационным проектам и реализуется в России. Коэффициент вариации индекса «ММВБ – инновации» Московской биржи будет равен 49,88%. Таким образом, $\sigma_1 = 49,88\%$.

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) , σ_2 , будет меньше, чем σ_1 .

Результаты расчетов стоимости составного опциона колл для разных значений σ_2 (для доли венчурного фонда 49%) для года «выхода» 2017 г. представлены в таблице Ж.13 Приложения Ж.

На рисунке 5.2 представлен график зависимости стоимости составного опциона «колл» от значений σ_2 . Из графика видно, что вариация значений σ_2 оказывает незначительное влияние на изменение стоимости составного опциона колл.

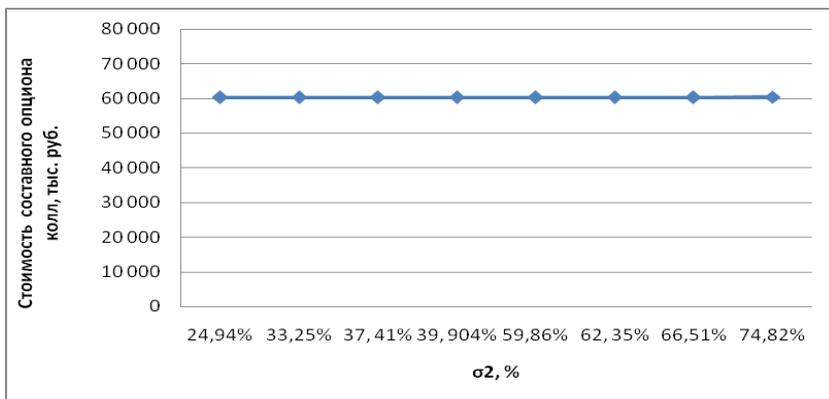


Рис. 5.2. График зависимости стоимости составного опциона колл от значений σ_2

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

В связи с вышесказанным в качестве значения уровня рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) возьмем наибольшее значение σ_2 (т.е. «наихудший» случай) при соблюдении предположения о том, что уровень риска с течением времени будет снижаться. Таким образом, $\sigma_2 = 39,904\%$.

Результаты расчетов стоимости составного опциона колл для долей фонда 25% и 49% при разных значениях показателя P/E представлены на рисунке 5.3 (см. таблицы Ж.14 и Ж.15 Приложения Ж соответственно).

Рисунок 5.3. демонстрирует, что для одного и того же значения ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу P/E с ростом доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании стоимость составного опциона колл повышается. Из графика также видно, что чем выше значение показателя P/E при одной и той же доле венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании, тем выше стоимость составного колл-опциона. Таким образом, стоимость составного опциона колл увеличивается с ростом P/E , т.е. увеличивается по мере снижения задаваемого экзогенно показателя приемлемой для потенциального покупателя акций венчурного фонда

уровня доходности по акциям, а также стоимость составного опциона увеличивается по мере роста доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании.

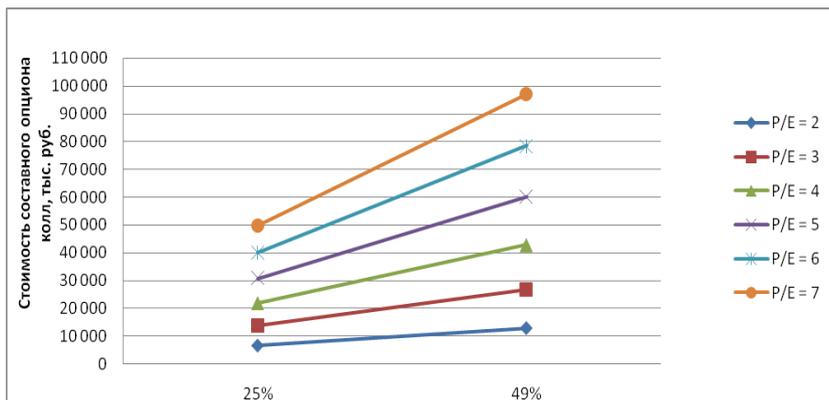


Рис. 5.3. Стоимость составного опциона колл для долей венчурного фонда 25% и 49% при разных значениях P/E

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Рассчитаем внутреннюю норму доходности венчурного фонда IRR^v и чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v , учитывая стоимость составного опциона колл. Результаты расчетов денежных потоков венчурного фонда с учетом стоимости составного опциона колл для долей фонда 25% и 49% для года «выхода» 2017 г. представлены в таблицах Ж.8 и Ж.9 Приложения Ж соответственно. Результаты расчета NPV^v и IRR^v (с учетом стоимости составного опциона колл) представлены соответственно в правых частях таблиц Ж.11 и Ж.12 Приложения Ж.

Показатели эффективности венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона колл улучшаются: значения внутренней нормы доходности венчурного фонда и чистого приведенного дохода венчурного фонда повышаются.

Проанализируем результаты расчетов внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v с учетом стоимости составного опциона колл.

При расчете с учетом стоимости опциона колл начиная со значения $P/E = 3$, внутренняя норма доходности венчурного фонда превышает нижнюю границу 20%: IRR^v при $P/E = 3$ равно 32%; IRR^v при $P/E = 4$ составляет уже 50% (см. правую часть таблицы Ж.12 Приложения Ж).

При стандартном расчете IRR^v приемлемая для фонда внутренняя норма доходности (20% и более) начинается с $P/E = 4$, при расчете IRR^v с учетом опциона – с $P/E = 3$ (32%). При расчете с учетом опциона IRR^v выше: при $P/E = 4$ $IRR^v = 28\%$ (стандартный расчет) и при $P/E=4$ $IRR^v_{c\text{ опц.}} = 50\%$ (расчет с учетом стоимости опциона); при $P/E = 5$ $IRR^v = 40\%$ (стандартный расчет) и при $P/E = 4$ $IRR^v_{c\text{ опц.}} = 64\%$ (расчет с учетом стоимости опциона) (см. правую часть таблицы Ж.12 Приложения Ж).

Проанализируем результаты расчетов чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v с учетом стоимости составного опциона колл.

Для обеих долей венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании (25% и 49%) при ставках дисконтирования $r = 20\%$ и $r = 30\%$ начиная со значения $P/E = 3$, значение чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона колл становится положительным.

При ставке дисконтирования $r = 20\%$ и доле фонда 25%: при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 5\,801$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 16\,947$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 28\,501$ тыс. руб. При ставке дисконтирования $r = 30\%$ и доле фонда 25%: при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 861$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 8\,953$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 17\,341$ тыс. руб.

При ставке дисконтирования $r = 20\%$ и доле фонда 49%: при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 11\,371$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 33\,216$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 55\,862$ тыс. руб. При ставке дисконтирования $r = 30\%$ и доле фонда 49%: при $P/E = 3$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 1\,687$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 17\,548$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 33\,989$ тыс. руб.

При ставке дисконтирования $r = 35\%$ NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона колл становится положительным начиная с $P/E = 4$ и выше для обеих долей фонда: для доли фонда 25% $NPV^v_{c\text{ опц.}} = 6\,047$ тыс. руб. при $P/E = 4$ и

$NPV^{v}_{c\text{ опц.}}$ = 13 260 тыс. руб. при $P/E = 5$; для доли фонда 49% $NPV^{v}_{c\text{ опц.}}$ = 11 853 тыс. руб. при $P/E = 4$ и $NPV^{v}_{c\text{ опц.}}$ = 25 990 тыс. руб. при $P/E = 5$ (см. правую часть таблицы Ж.11 Приложения Ж). Таким образом, при таких условиях анализируемый инновационный проект является эффективным для венчурного фонда.

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 значениях P/E для разных ставок дисконтирования 20%, 30% и 35% (см. рисунки 5.4., 5.5. и 5.6. соответственно).

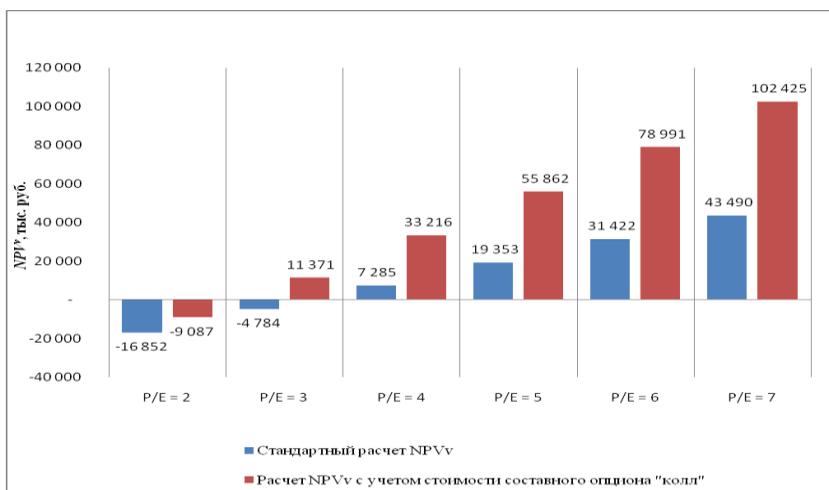


Рис. 5.4. NPV^v венчурного фонда для доли 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 20%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Представим на графике IRR^v , посчитанное стандартным методом, и IRR^v , полученное в результате расчета с учетом стоимости составного опциона колл, для доли фонда 49% для одного значения показателя P/E (при $P/E = 3$ – рис. 5.7.; при $P/E = 4$ – рис. 5.8).

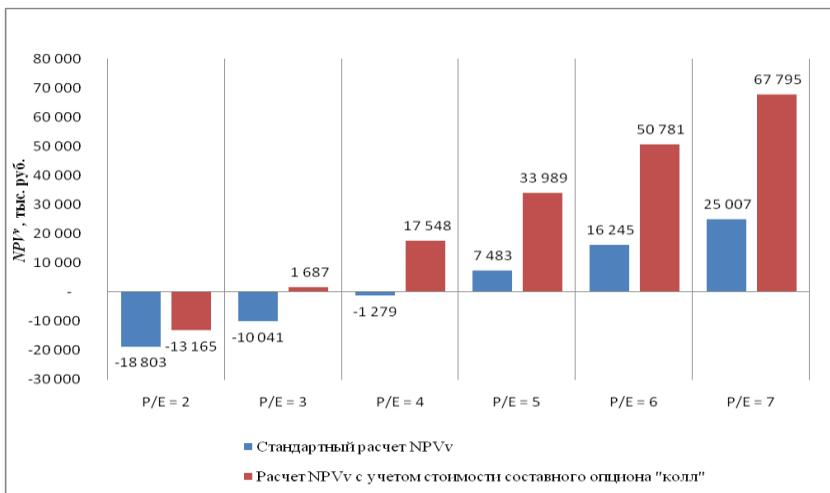


Рис. 5.5. NPV^v венчурного фонда для доли 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 30%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

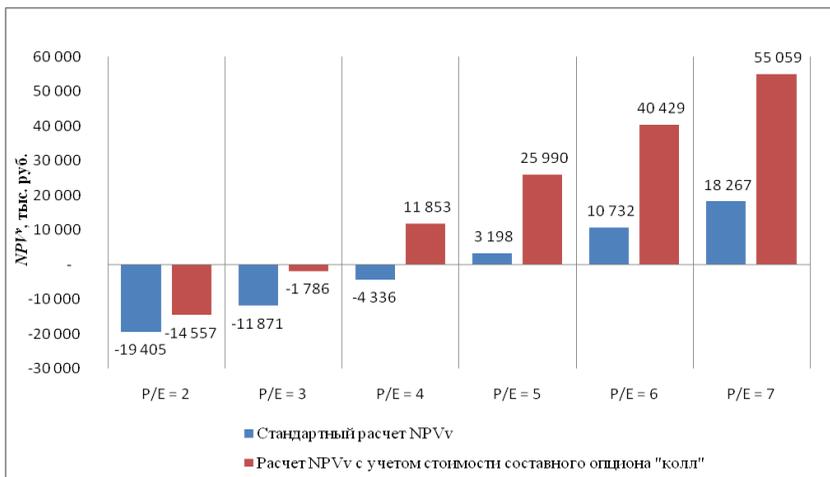


Рис. 5.6. NPV^v венчурного фонда для доли 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 35%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

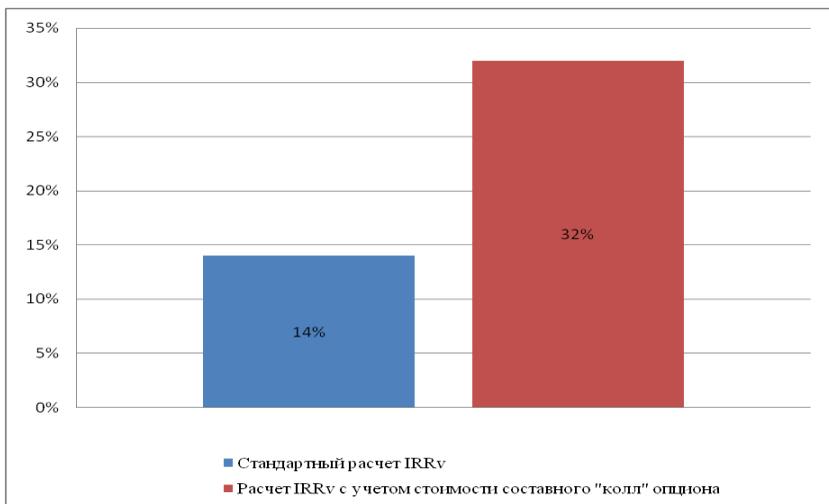


Рис. 5.7. Стандартный расчет IRR^v и расчет IRR^v с учетом составного опциона колл при P/E = 3 для доли фонда 49%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

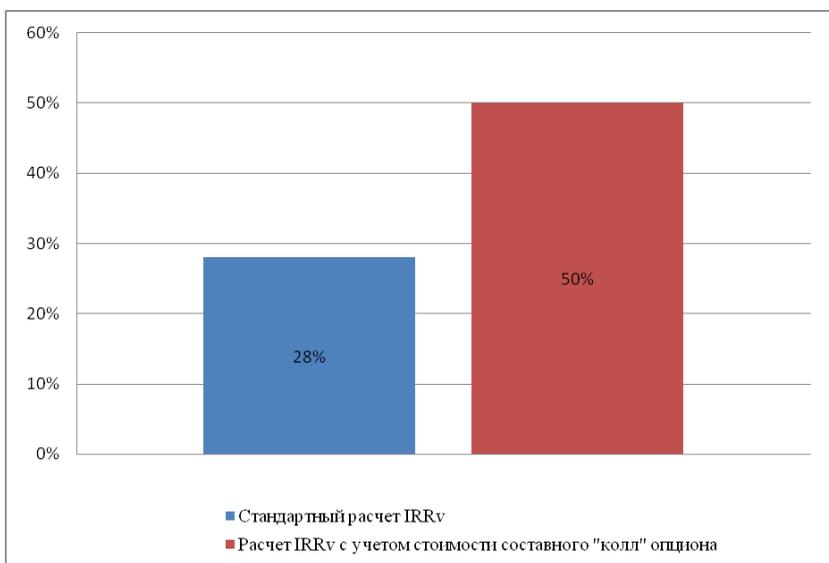


Рис. 5.8. Стандартный расчет IRR^v и расчет IRR^v с учетом составного опциона колл при P/E = 4 для доли фонда 49%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Таким образом, во многих случаях, согласно стандартному расчету, IRR^v венчурного фонда меньше ставки дисконтирования, чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v отрицателен. В соответствии со стандартным методом NPV анализируемый инновационный проект по производству биодизельного топлива не является эффективным для венчурного фонда при действительно «венчурных» условиях, должен быть отклонен инвестиционным комитетом и получит отказ в финансировании. Однако если в стоимости проекта для венчурного фонда мы учтем стоимость составного опциона колл, проект во многих случаях будет иметь положительную стоимость и получит финансирование. Стоимость составного опциона колл добавляет стоимости проекту за счет учета и количественной оценки управленческой гибкости при принятии решений о его дальнейшей реализации, что позволяет повысить точность оценки проекта венчурным фондом и принимать более обоснованные решения по финансированию проектов [Баранов и др., 2020].

5.3. Оценка эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива для венчурного фонда с применением метода реальных опционов на основе нечетко-множественного подхода

В данном подразделе сделаем акцент на оценке показателей эффективности проекта на основе метода реальных опционов с использованием метода нечетких множеств применительно к инвестициям венчурного фонда для проекта по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы. В данном анализе мы зафиксировали долю венчурного фонда в уставном капитале Проектной компании на уровне 49%. Применительно к анализируемому проекту по производству биодизельного топлива изменялись *рыночные цены на производимую продукцию и цены на ресурсы (цены на основные сырье, материалы, электроэнергию и пр.)*. «Раскачка» экзогенных параметров проекта в каждый год прогнозного периода проводилась в пределах $\pm 10\%$.

Расчеты выполнялись при значении показателя $P/E = 4$ и ставке дисконтирования потоков венчурного фонда $r = 20\%$. При $P/E = 4$ доходность приобретенных активов равна 25%, т.е. доходность актива определяется как $1/(P/E)$, где P – цена актива, а E – доходы, которые он генерирует.

Результаты расчетов *надежности* и *устойчивости* показателей эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива представлены в таблицах 5.1 и 5.2 соответственно. Данные для построения графиков функций принадлежности представлены в таблицах Ж.16 – Ж.46 Приложения Ж соответственно.

Опишем результаты расчетов на каждом этапе разработанной нами методики.

На *первом этапе* методики (*оценка эффективности инновационного проекта методом NPV с позиции проекта в целом*) с использованием результатов расчетов по построенной детерминированной финансовой модели проекта осуществляется моделирование с применением метода нечетких множеств финансовых потоков, характеристики которых определяются степенью «раскачивания» экзогенных параметров. Далее, имея «раскачанные» прогнозные значения финансовых потоков по проекту, определяем диапазон колебания показателей эффективности проекта в целом ($NPV_{\text{проекта}}$, $IRR_{\text{проекта}}$). Оцениваем степень *надежности* и *устойчивости* вычисленных нечетких показателей эффективности по отношению к нечеткому описанию экзогенных параметров модели.

Проанализируем сначала *надежность* оценки показателей эффективности проекта в целом – чистый приведенный доход проекта в целом ($NPV_{\text{проекта в целом}}$) и внутреннюю норму доходности ($IRR_{\text{проекта в целом}}$) в случае вариации базовых цен ресурсов и в случае вариации базовых цен продукции в диапазоне $\pm 10\%$ (см. рисунки 5.9 – 5.12).

Геометрическая интерпретация надежности. Надежность оценки показателя равна минимуму из двух отношений: заштрихованной области на рисунке (например, см. рисунок 5.9) к подграфу эталона на рисунке 5.9 (красная кривая) и той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности показателя при базовых ценах на ресурсы (синяя кривая) на том же рисунке 5.9.

Таблица 5.1

**Характеристика надежности показателей эффективности
инновационного проекта по производству биодизельного топлива**

Показатель	Надежность	
	Вариация базовых цен ресурсов $\pm 10\%$	Вариация базовых цен продукции $\pm 10\%$
$NPV_{\text{проекта в целом}}$	95,36%	81,15%
$IRR_{\text{проекта в целом}}$	95,36%	80,04%
$NPV^v_{\text{венчурного фонда}}$	91,41%	86,01%
$IRR^v_{\text{венчурного фонда}}$	77,17%	67,27%
V^v_{T1}	91,28%	91,28%
V^v_{T2}	91,28%	91,28%
C^v	88,39%	38,43%
$NPV^v_{\text{с учетом опциона}}$	87,96%	82,88%
$IRR^v_{\text{с учетом опциона}}$	76,35%	66,20%

Источник: составлено автором на основе результатов расчетов.

Таблица 5.2

**Характеристика устойчивости показателей эффективности
инновационного проекта по производству биодизельного топлива**

Показатель	Устойчивость	
	Увеличение цен ресурсов на 10%	Снижение цен продукции на 10%
$NPV_{\text{проекта в целом}}$	48,40%	92,53%
$IRR_{\text{проекта в целом}}$	38,43%	86,01%
$NPV^v_{\text{венчурного фонда}}$	22,78%	35,41%
$IRR^v_{\text{венчурного фонда}}$	15,82%	32,69%
V^v_{T1}	22,33%	39,73%
V^v_{T2}	22,40%	39,90%
C^v	23,57%	43,07%
$NPV^v_{\text{с учетом опциона}}$	26,67%	39,51%
$IRR^v_{\text{с учетом опциона}}$	4,12%	8,19%

Источник: составлено автором на основе результатов расчетов.

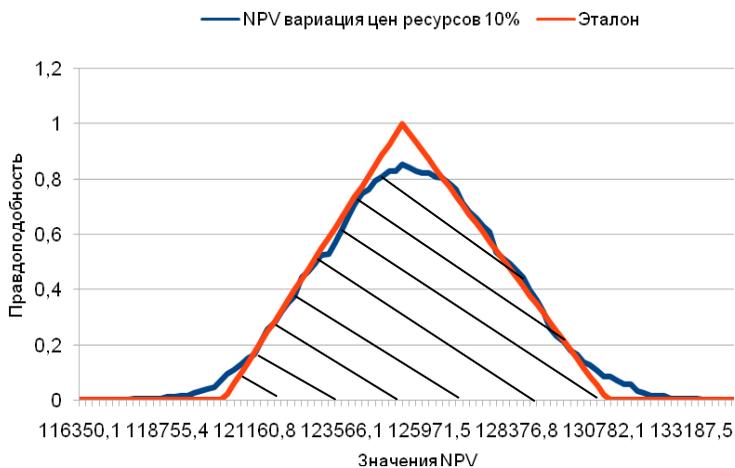


Рис. 5.9. Надежность оценки показателя $NPV_{\text{проекта в целом}}$ в случае вариации базовых цен ресурсов равна 95,36%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

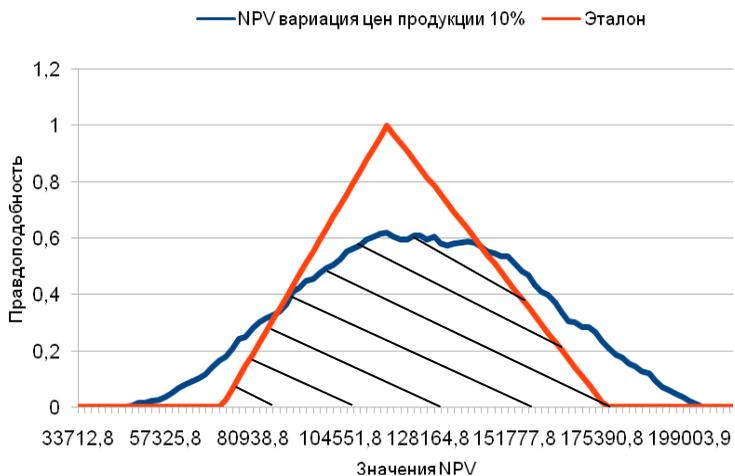


Рис. 5.10. Надежность оценки показателя $NPV_{\text{проекта в целом}}$ в случае вариации базовых цен продукции равна 81,15%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

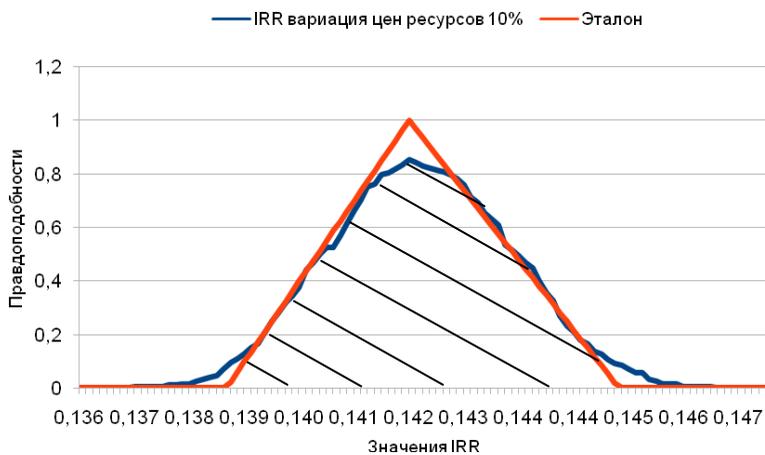


Рис. 5.11. Надежность оценки показателя IRR_{проекта} в целом в случае вариации базовых цен ресурсов равна 95,36%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

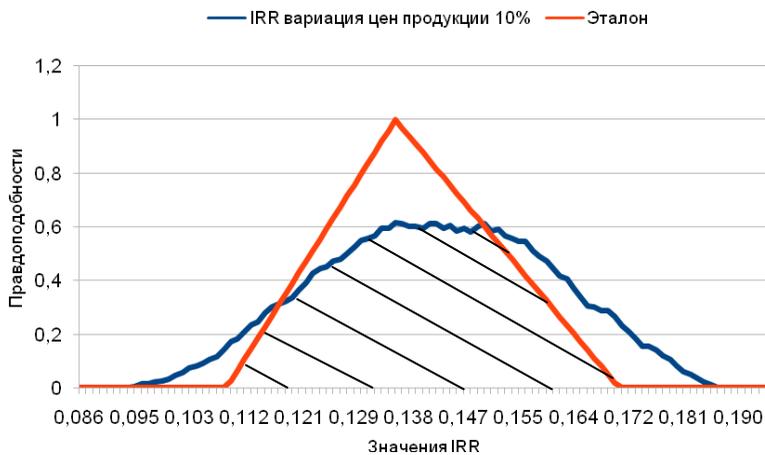


Рис. 5.12. Надежность оценки показателя IRR_{проекта} в целом в случае вариации базовых цен продукции равна 80,04%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Финансово-экономическая интерпретация результатов расчетов I этапа в части надежности. Надежность $NPV_{\text{проекта в целом}}$ выше в случае вариации базовых цен на ресурсы по сравнению с надежностью этого показателя в случае вариации базовых цен продукции: $95,36\% > 81,15\%$. Сильнее отклоняется от эталона показатель $NPV_{\text{проекта в целом}}$, который мы получаем при вариации цен на продукцию, т.е. в этом случае показатель эффективности инновационного проекта в целом менее надежен. Таким образом, можно сделать вывод, что при вариации цен ресурсов прогноз показателя $NPV_{\text{проекта в целом}}$ более надежен, при вариации цен продукции – менее надежен (см. таблицу 5.1 и рисунки 5.9 и 5.10).

При вариации цен продукции надежность прогноза показателя $IRR_{\text{проекта в целом}}$ также меньше, чем надежность прогноза этого показателя в случае вариации цен ресурсов: $95,36\% > 80,04\%$ (см. таблицу 5.1 и рисунки 5.11 и 5.12).

Теперь проанализируем *устойчивость* оценки показателей эффективности проекта в целом – чистый приведенный доход проекта в целом ($NPV_{\text{проекта в целом}}$) и внутреннюю норму доходности ($IRR_{\text{проекта в целом}}$) в случае увеличения цен ресурсов на 10%, а также в случае снижения цен на продукцию на 10% (рис. 5.13 – 5.16).

Геометрическая интерпретация устойчивости. Устойчивость оценки показателя характеризуется минимумом из двух отношений: заштрихованной области на рисунке (например, см. рисунок 5.13) к подграфу функции принадлежности показателя для случая базовых цен (синяя кривая) и отношения той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности показателя при ценах на ресурсы, увеличенных на 10% на том же рисунке 5.13 (красная кривая).

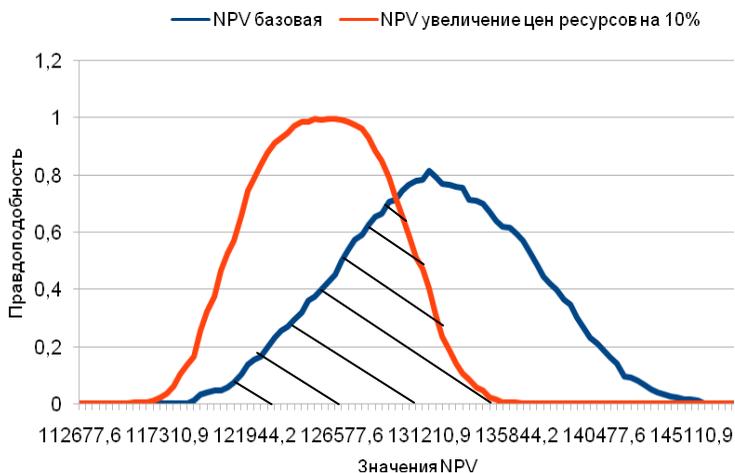


Рис. 5.13. Устойчивость NPV проекта в целом в случае увеличения цен ресурсов на 10% равна 48,40%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

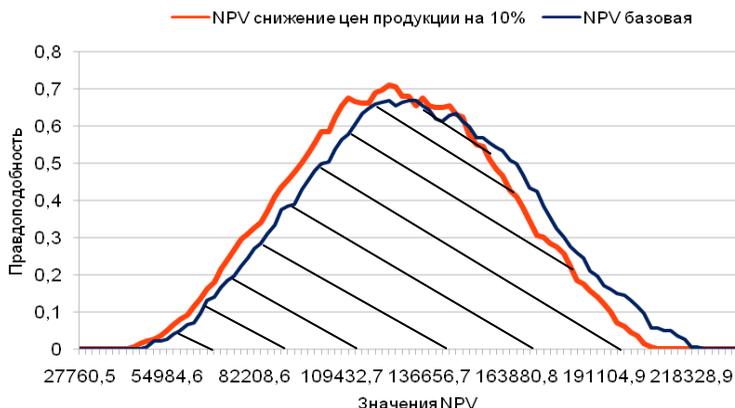


Рис. 5.14. Устойчивость NPV проекта в целом в случае снижения цен продукции на 10% равна 92,53%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

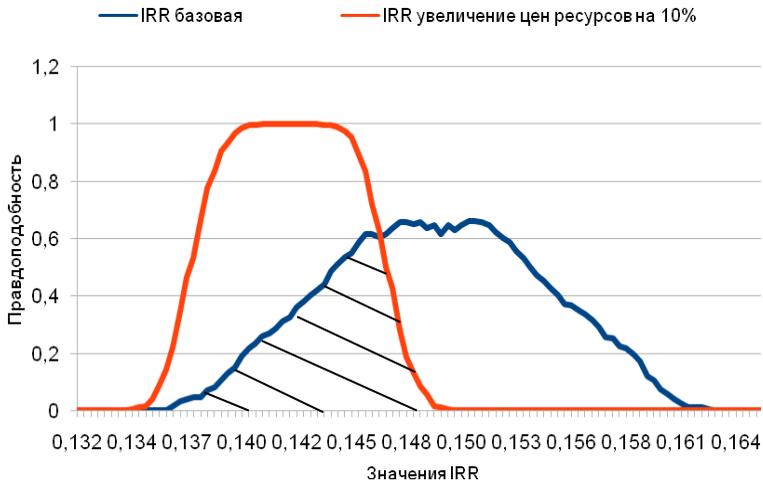


Рис. 5.15. Устойчивость IRR_{проекта} в целом в случае увеличения цен ресурсов на 10% равна 38,43%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

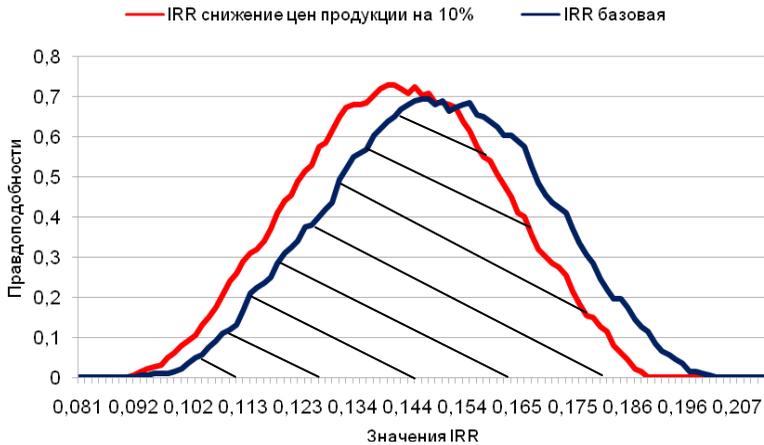


Рис. 5.16. Устойчивость IRR_{проекта} в целом в случае снижения цен продукции на 10% равна 86,01%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Финансово-экономическая интерпретация результатов расчетов I этапа в части устойчивости.

Чем выше устойчивость какого-либо «выходного» параметра оценки эффективности проекта, тем меньшее влияние на него оказывает изменение «входного» параметра, в данном случае цен на ресурсы или цен на производимую компанией продукцию. Устойчивость $NPV_{\text{проекта в целом}}$ при снижении цен на продукцию (92,53%) больше (т.е. из 100 вариантов в 92 вариантах нечеткое множество $NPV_{\text{проекта в целом}}$ не меняется), чем при увеличении цен на ресурсы (48,40%). Иными словами, цены на ресурсы оказывают более сильное влияние на $NPV_{\text{проекта в целом}}$, так как устойчивость для ресурсов меньше. $NPV_{\text{проекта в целом}}$ более устойчиво (т.е. менее изменчиво), когда меняются цены на продукцию (см. табл. 5.2 и рис. 5.13 и 5.14). В случае устойчивости $IRR_{\text{проекта в целом}}$ увеличение цен на ресурсы влияет сильнее (устойчивость составляет 38,43%), чем снижение цен на продукцию (устойчивость составляет 86,01%) – результат, аналогичный устойчивости $NPV_{\text{проекта в целом}}$ (см. табл. 5.2 и рис. 5.15 и 5.16).

На втором этапе методики (оценка эффективности инновационного проекта методом NPV с позиции венчурного фонда) осуществим моделирование с применением метода нечетких множеств «раскачанных» финансовых потоков венчурного фонда, характеристики которых определяются степенью изменчивости экзогенных параметров – рыночных цен на продукцию и цен на основное сырье, материалы, электроэнергию. Имея «раскачанные» прогнозные значения финансовых потоков венчурного фонда, определяем диапазон колебания показателей его эффективности: чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v и внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v . Оцениваем степень *надежности* и *устойчивости* вычисленных нечетких показателей эффективности проекта по отношению к нечеткому описанию экзогенных параметров модели. Рассмотрим *надежность* показателя NPV^v венчурного фонда для случая вариации базовых цен на продукцию, а также для случая вариации базовых цен на ресурсы (NPV^v венчурного фонда возьмем при $P/E = 4$ и ставке дисконтирования фонда $r = 20\%$) (см. табл. 5.1 и рис. 5.17 и 5.18).

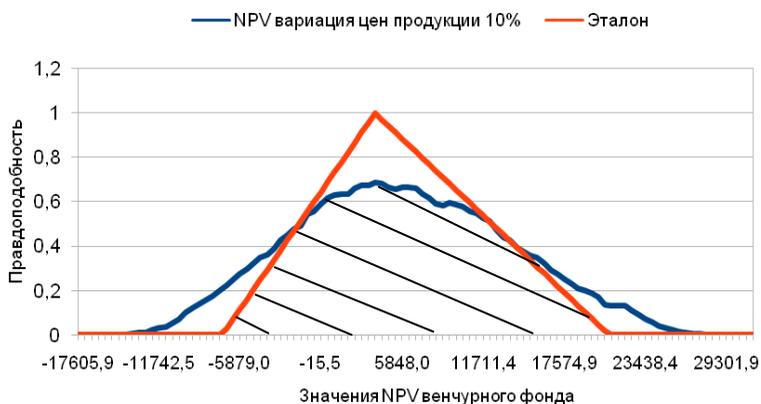


Рис. 5.17. Надежность оценки показателя NPV^V венчурного фонда в случае вариации базовых цен продукции равна 86,01%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

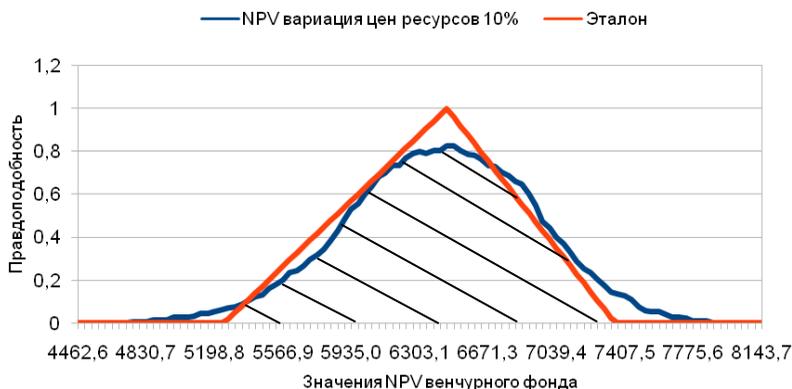


Рис. 5.18. Надежность оценки показателя NPV^V венчурного фонда в случае вариации базовых цен ресурсов равна 91,41%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Устойчивость показателя NPV^V венчурного фонда в случае увеличения цен ресурсов на 10% составила 22,78% (рис. 5.19).

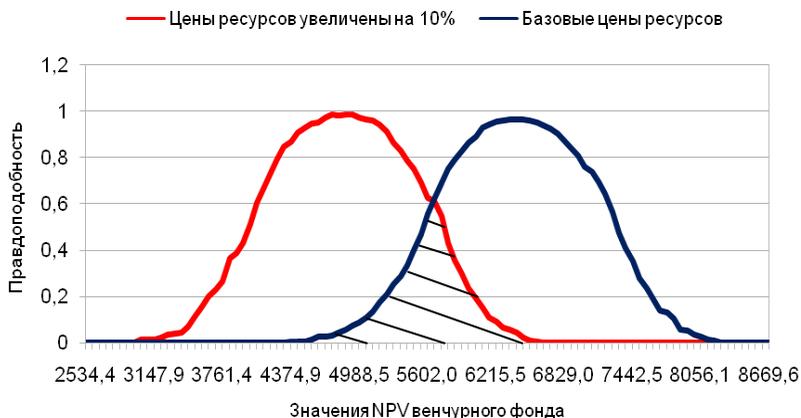


Рис. 5.19. Устойчивость показателя NPV^v венчурного фонда в случае увеличения цен ресурсов на 10% равна 22,78%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Теперь проанализируем *надежность* IRR^v венчурного фонда при вариации базовых цен продукции (рис. 5.20), а также при вариации базовых цен ресурсов (рис. 5.21).

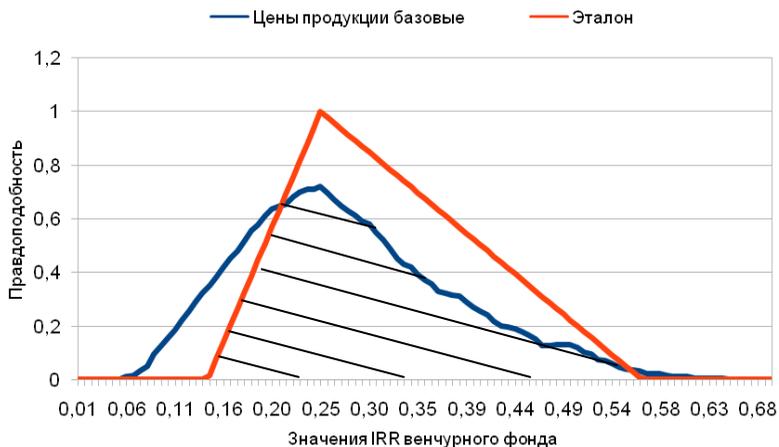


Рис. 5.20. Надежность оценки показателя IRR^v венчурного фонда в случае вариации базовых цен продукции равна 67,27%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

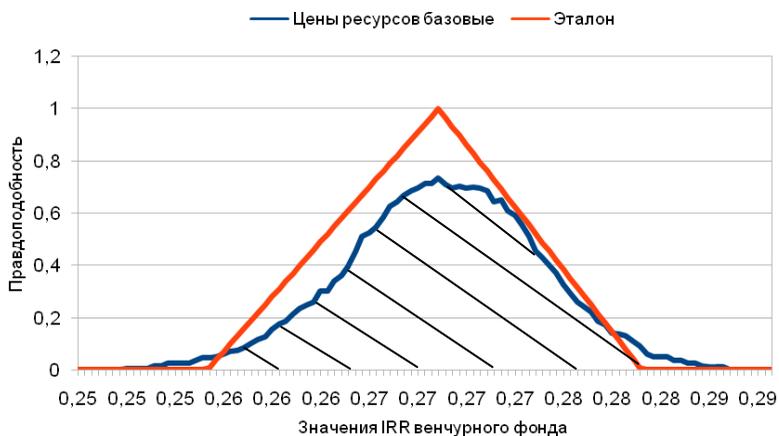


Рис. 5.21. Надежность оценки показателя IRR^v венчурного фонда в случае вариации базовых цен ресурсов равна 77,17%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Проанализируем *устойчивость* IRR^v венчурного фонда в случае снижения цен на продукцию на 10% (рис. 5.22) и в случае увеличения цен на ресурсы на 10% (рис. 5.23).

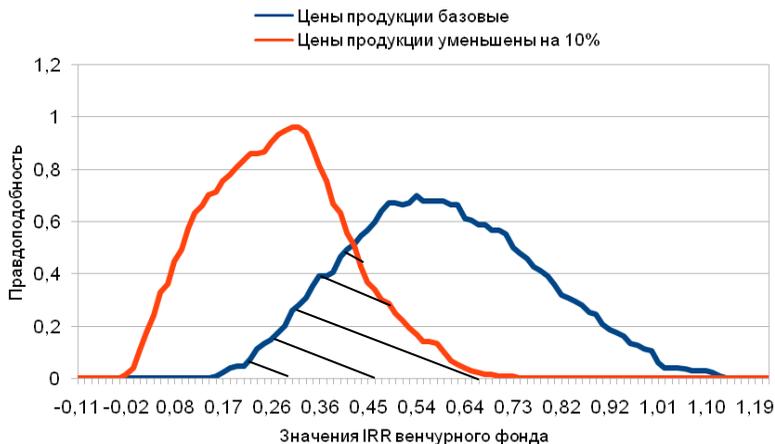


Рис. 5.22. Устойчивость показателя IRR^v венчурного фонда в случае снижения цен продукции на 10% равна 32,69%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

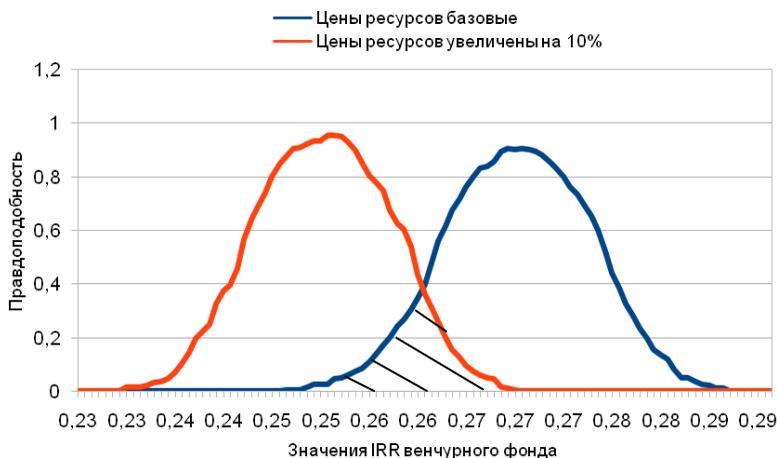


Рис. 5.23. Устойчивость показателя IRR^v венчурного фонда в случае увеличения цен ресурсов на 10% равна 15,82%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Финансово-экономическая интерпретация результатов расчетов II этапа в части надежности и устойчивости.

В случае показателей эффективности анализируемого инновационного проекта с точки зрения венчурного фонда NPV^v венчурного фонда и IRR^v венчурного фонда их надежность также выше при вариации базовых цен ресурсов, как и в случае с показателями $NPV_{\text{проекта в целом}}$ и $IRR_{\text{проекта в целом}}$.

Для случая венчурного фонда показатель NPV^v венчурного фонда оценивается как более надежный, чем показатель IRR^v венчурного фонда и при вариации базовых цен ресурсов ($91,41\% > 77,17\%$), и при вариации базовых цен продукции ($86,01\% > 67,27\%$) (см. табл. 5.1).

Что же касается устойчивости показателей эффективности венчурного фонда и NPV^v , и IRR^v более устойчивы в случае снижения цен продукции компании на 10% и менее устойчивы при увеличении цен на ресурсы на 10% (тенденция, аналогичная показателям эффективности проекта в целом) (см. табл. 5.2). Это может быть объяснено высокой долей затрат на электроэнергию в структуре себестоимости: 75% затрат на сырье и материалы со-

ставляет электроэнергия, что связано с технологическими особенностями выращивания микроводорослей для получения биомассы, из которых впоследствии получают биотопливо.

На *третьем этапе* методики (*оценка эффективности инновационного проекта методом NPV с позиции венчурного фонда на основе метода реальных опционов*) произведем вычисление текущей стоимости базового актива внутреннего опциона колл V^v , которая представляет собой ликвидационную стоимость проекта для венчурного фонда TER^v в год «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании. Параметр V^v также находится под влиянием «раскачанных» с применением метода нечетких множеств показателей. В частности, он зависит от значения чистой прибыли, генерируемой проектом, которая моделируется с применением метода нечетких множеств. Следовательно, этот параметр будет меняться в зависимости от колебаний «входных» параметров.

Далее выполним расчет стоимости составного опциона колл C^v , которым владеет венчурный фонд, по модифицированной формуле Геске, которая также зависит от «входных» параметров, моделируемых с помощью метода нечетких множеств, соответственно стоимость составного опциона колл C^v также становится нечеткой.

Затем осуществим расчет показателей эффективности вложений венчурного фонда с учетом стоимости составного опциона колл NPV^v с учетом опциона и IRR^v с учетом опциона. Эти показатели будут зависеть от того, как, в каком режиме изменяются экзогенные параметры инновационного проекта. Следовательно, можно будет оценить степень *устойчивости* показателей эффективности вложений венчурного фонда в зависимости от вариации экзогенных параметров проекта с учетом стоимости составного опциона колл, а также оценить *надежность* этих показателей.

Рассмотрим *надежность* и *устойчивость* двух важных показателей: V_{T1}^v и V_{T2}^v . Оба показателя зависят от чистой прибыли проинвестированной компании, которая в свою очередь является нечеткой вследствие моделирования нами с применением метода нечетких множеств цен на ресурсы и цен на производимую компанией продукцию, следовательно, показатели V_{T1}^v и V_{T2}^v также становятся нечеткими.

V_{T1}^v представляет собой стоимость акций инвестируемой компании в момент времени T_1 (применительно к анализируемому нами проекту по производству биодизельного топлива – 2016 г.): $V_{T1}^v = NPAT_{total \ в \ 2016 \ году} * P/E (=4) * 0,49$ (доля фонда), т.е. это оценка бизнеса в 2016 г., когда венчурным фондом принимается решение о вложении основной порции инвестиций I_1^v . Венчурный фонд исполнит составной колл-опцион и будет инвестировать I_1^v только в случае, если значение стоимости акций инвестируемой компании в момент времени $t=T_1$, V_{T1}^v , превысит пороговое значение \bar{V} (см. соотношение (3.7), с. 119).

V_{T2}^v представляет собой текущую стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 . V_{T2}^v – это не что иное, как ликвидационная стоимость проекта для венчурного фонда TER^v в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании, в данной случае в 2017 году: $TER^v = NPAT_{total \ предш.} * S * P/E + DIV^v_{текущ.}$, где $NPAT_{total \ предш.}$ – чистая прибыль проинвестированной компании в году, предшествующем году «выхода» венчурного фонда из бизнеса (нечеткая); S – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании; P/E – ожидаемая величина отношения цены акции к получаемому по ней доходу; $DIV^v_{текущ.}$ – дивиденды, выплачиваемые проинвестированной компанией венчурному фонду в текущем году (нечеткие). Следовательно, само значение V_{T2}^v также становится нечетким. Данный параметр входит в формулу оценки стоимости составного опциона колл C^v , соответственно, стоимость составного опциона колл также становится нечеткой.

Проанализируем *надежность* показателей V_{T1}^v и V_{T2}^v в случае вариации базовых цен ресурсов и в случае вариации базовых цен продукции в диапазоне $\pm 10\%$ для значения $P/E = 4$ и доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 49% (рис. 5.24–5.27).

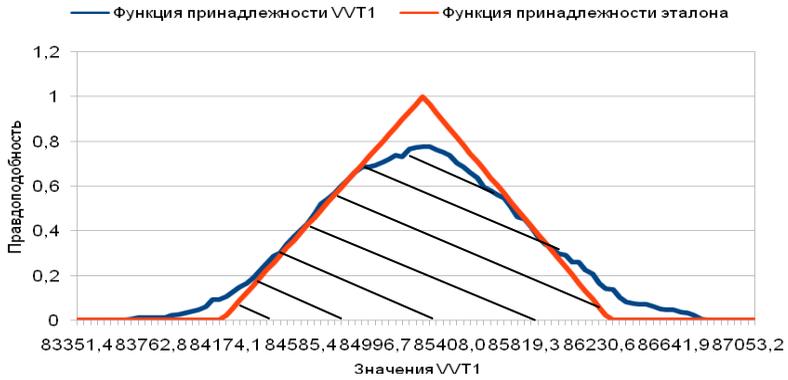


Рис. 5.24. Надежность оценки показателя V_{T1}^v при вариации базовых цен продукции равна 91,28%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.



Рис. 5.25. Надежность оценки показателя V_{T1}^v при вариации базовых цен ресурсов равна 91,28%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.



Рис. 5.26. Надежность оценки показателя $V_{T_2}^v$ при вариации базовых цен продукции равна 91,28%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

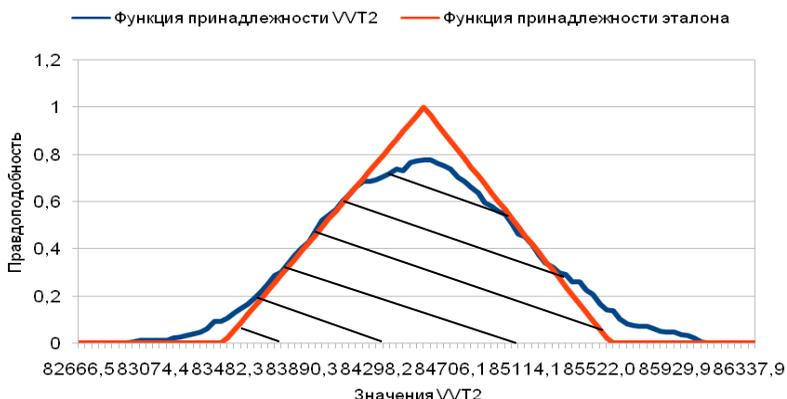


Рис. 5.27. Надежность оценки показателя $V_{T_2}^v$ при вариации базовых цен ресурсов равна 91,28%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

По оценкам надежности показателей $V_{T_1}^v$ и $V_{T_2}^v$ можно сделать следующий вывод: надежность $V_{T_1}^v$ и $V_{T_2}^v$ одинаковая (91,28%) и при вариации базовых цен ресурсов, и при вариации базовых цен продукции, т.е. оба полученных показателя оцениваются как одинаково надежные. Примерно одинаковые абсолют-

ные оценки надежности и V_{T1}^v , и V_{T2}^v могут быть объяснены близкими формулами расчета данных показателей.

Проанализируем *устойчивость* показателей V_{T1}^v и V_{T2}^v в случае снижения цен продукции на 10% (рис. 5.28 и 5.29), а также в случае увеличения цен ресурсов на 10% (рис. 5.30 и 5.31) для значения $P/E = 4$ и доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 49%.



Рис. 5.28. Устойчивость V_{T2}^v в случае снижения цен продукции на 10% равна 39,90%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов



Рис. 5.29. Устойчивость V_{T1}^v в случае снижения цен продукции на 10% равна 39,73%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

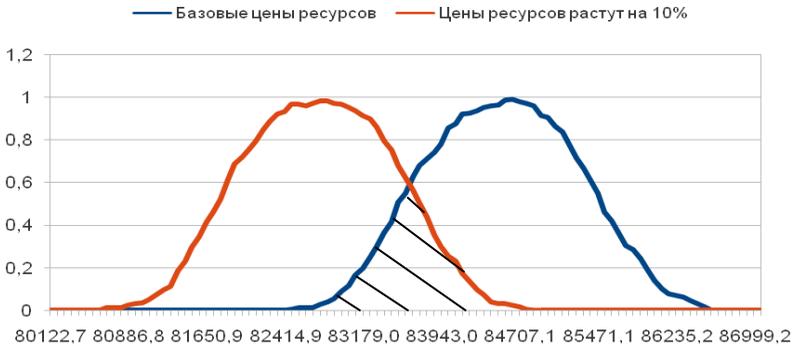


Рис. 5.30. Устойчивость V_{T1}^v в случае увеличения цен ресурсов на 10% равна 22,33%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов

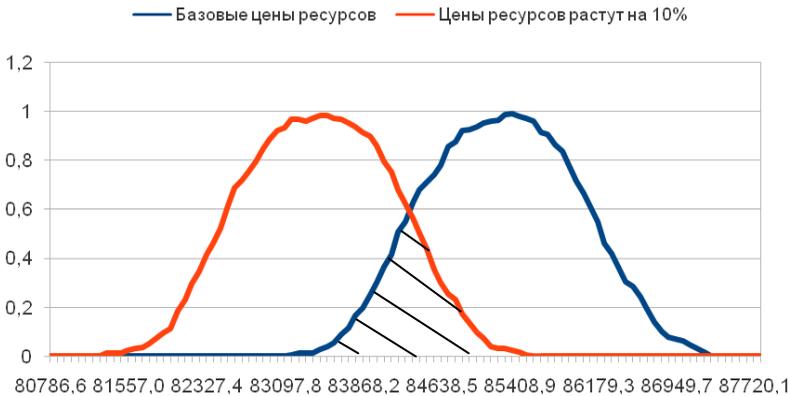


Рис. 5.31. Устойчивость V_{T2}^v в случае увеличения цен ресурсов на 10% равна 22,40%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Выводы по устойчивости показателей V_{T1}^v и V_{T2}^v : устойчивость ниже при увеличении цен ресурсов и для V_{T1}^v , и для V_{T2}^v . Цены ресурсов влияют сильнее, поскольку решающую роль в данном случае играют затраты на электроэнергию, что связано с технологическими особенностями выращивания микроводорослей, являющихся сырьем для производства биотоплива. Для доли

венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 49% анализируем *надежность* оценки стоимости составного опциона колл C^v в случае вариации базовых цен ресурсов (рис. 5.32) и в случае вариации базовых цен продукции в диапазоне $\pm 10\%$ (рис. 5.33).



Рис. 5.32. Надежность оценки стоимости составного опциона колл C^v в случае вариации базовых цен ресурсов равна 88,39%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Проанализируем *надежность* показателя «стоимость составного опциона колл C^v » в случае вариации базовых цен продукции $\pm 10\%$ (рис. 5.33). Надежность данного показателя сразу снижается при вариации цен продукции и становится равной 38,43%, надежность же в случае вариации цен ресурсов высокая – 88,39%.

Выводы по надежности показателя стоимости составного опциона колл C^v : надежность стоимости составного опциона колл C^v выше в случае вариации базовых цен ресурсов (88,39%). При вариации базовых цен продукции надежность снижается и составляет 38,43%.

Проанализируем *устойчивость* стоимости составного опциона колл C^v в случае снижения цен продукции на 10% (рис. 5.34) и в случае увеличения цен на ресурсы на 10% (рис. 5.35).



Рис. 5.33. Надежность оценки стоимости составного опциона колл C^v в случае вариации базовых цен продукции равна 38,43%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

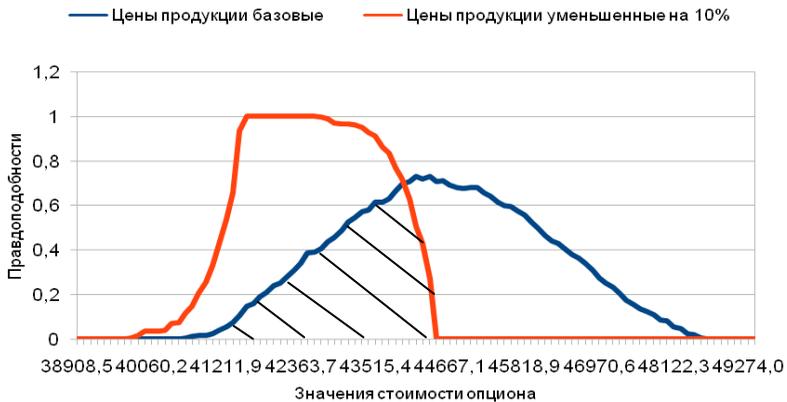


Рис. 5.34. Устойчивость стоимости составного опциона колл C^v в случае снижения цен продукции на 10% равна 43,07%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.



Рис. 5.35. Устойчивость стоимости составного опциона колл C^v в случае увеличения цен ресурсов на 10% равна 23,57%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Выводы по устойчивости стоимости составного опциона колл C^v .

Как и на все проанализированные ранее показатели, на стоимость составного опциона колл C^v увеличение цен ресурсов влияет больше, чем снижение цен на продукцию (23,57% < 43,07%).

Надежность оценки показателя NPV^v венчурного фонда с учетом составного опциона колл при вариации базовых цен продукции составила 82,88% (рис. 5.36). *Устойчивость* NPV^v венчурного фонда с учетом составного опциона колл в случае снижения цен продукции на 10% составила 39,51% (рис. 5.37).

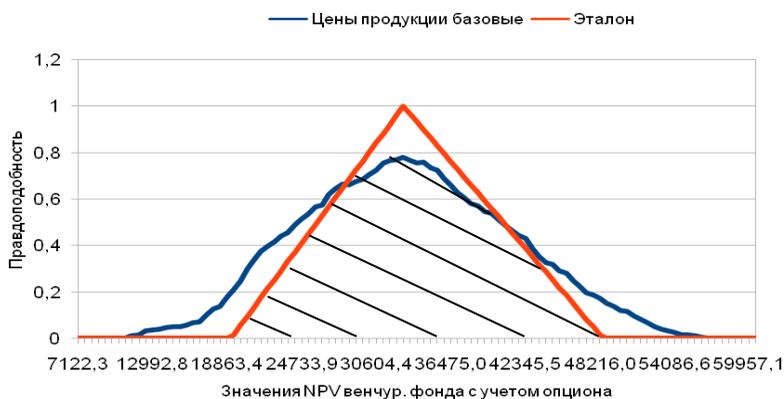


Рис. 5.36. Надежность оценки показателя NPV^V венчурного фонда с учетом составного опциона колл в случае вариации цен продукции равна 82,88%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

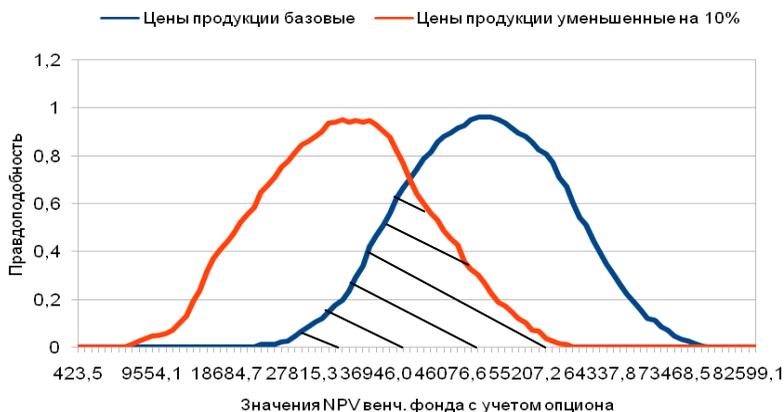


Рис. 5.37. Устойчивость NPV^V венчурного фонда с учетом составного опциона колл в случае снижения цен продукции на 10% равна 39,51%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Надежность оценки показателя IRR^V венчурного фонда с учетом составного опциона колл при вариации базовых цен продукции составила 66,2% (рис. 5.38).

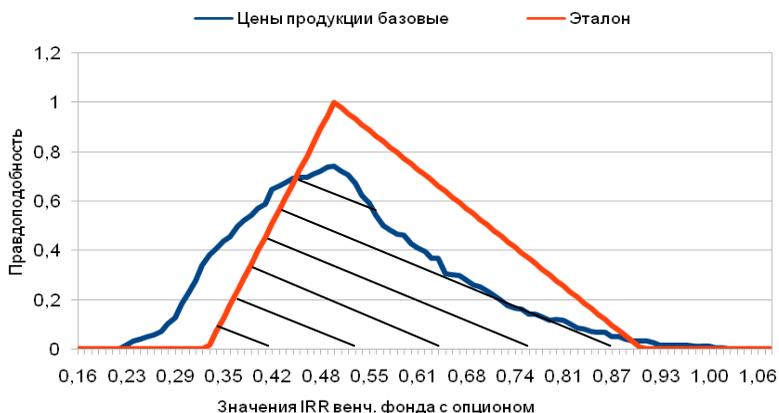


Рис. 5.38. Надежность оценки показателя IRR^v венчурного фонда с учетом составного опциона колл в случае вариации цен продукции равна 66,2%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Устойчивость показателя IRR^v венчурного фонда с учетом составного опциона колл при снижении цен продукции на 10% составила 8,19% (рис. 5.39).



Рис. 5.39. Устойчивость IRR^v венчурного фонда с учетом составного опциона колл в случае снижения цен продукции на 10% равна 8,19%

Источник: построено автором на основе результатов расчетов.

Выводы по надежности и устойчивости показателей эффективности для венчурного фонда с учетом стоимости составного опциона колл NPV^v с учетом опциона и IRR^v с учетом опциона

Как и в случае с показателями эффективности проекта в целом, а также с позиции венчурного фонда надежность NPV^v с учетом опциона и IRR^v с учетом опциона выше в случае вариации базовых цен ресурсов. NPV^v с учетом опциона более подвержено увеличению цен ресурсов (26,67%), чем влиянию снижения цен на производимую продукцию (39,51%). Это же справедливо и для показателя IRR^v с учетом опциона.

Таким образом, цены на ресурсы оказывают более значительное влияние на все основные показатели эффективности инновационного проекта, чем цены на производимую продукцию, что связано со спецификой структуры себестоимости для данного вида производства, а именно весьма высокой долей затрат на электроэнергию.

В стандартном инвестиционном анализе эффективности инвестиционных (в том числе инновационных) проектов с помощью имитационных финансовых моделей влияние вариации экзогенных параметров (цены на продукцию инвестируемой компании, цены на сырье и пр.) проводится с помощью анализа чувствительности проекта к изменению этих переменных. В результате получается «вилка», в рамках которой меняются основные показатели эффективности проекта (чистый приведенный доход (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR)) при колебании экзогенных параметров.

Использование нечетко-множественных методов позволяет синтезировать традиционный инвестиционный анализ с нечетко-множественным подходом. Появляется возможность количественно оценить *устойчивость* различных характеристик эффективности инновационного проекта к изменению экзогенных переменных, сравнить *устойчивость* различных показателей. Это может быть весьма полезным при определении «узких» мест проекта. Также появляется возможность количественно оценить *надежность* получаемых расчетных показателей эффективности проекта. Такие оценки не могут быть выполнены на основе традиционных методов инвестиционного анализа. Низкая или высокая надежность полученных показателей эффективности послужит дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта, что позволит венчурному фонду более рационально распределять свои ограниченные ресурсы среди рассматриваемых им инновационных проектов. В целом, использование метода реальных оп-

ционов в сочетании с методом нечетких множеств расширяет инструментарий венчурного инвестора, используемый им для обоснования решений по финансированию проектов, и позволяет получить более точные и обоснованные оценки [Баранов и др., 2020а; 2020б].

На основе проведенного в *пятой главе* исследования можно сделать следующие *выводы*.

1. Разработанная методика оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов на основе метода реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств апробирована на примере реального российского инновационного проекта по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы.

2. В соответствии с расчетами традиционным методом дисконтированных денежных потоков с позиции венчурного фонда приемлемая для фонда внутренняя норма доходности IRR^v начинается со значения $P/E = 4$ (т.е. при доходности 25%): $IRR^v = 28\%$. При значениях $P/E = 2$ и $P/E = 3$, т.е. достаточно высоких доходностях 50% и 33,3% соответственно, характерных для венчурного бизнеса, значения внутренней нормы доходности для венчурного фонда ниже требуемых 20%: при $P/E=2$ $IRR^v = -6\%$; при $P/E=3$ $IRR^v = 14\%$.

3. Согласно стандартному расчету традиционным методом NPV для обеих долей венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании (25% и 49%) положительная величина чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v наблюдается начиная со значения $P/E = 4$ при ставке дисконтирования 20% и начиная со значения $P/E = 5$ при ставках дисконтирования 20%, 30% и 35%. При $P/E = 2$ и $P/E = 3$ для ставок дисконтирования 20%, 30% и 35% NPV^v венчурного фонда является отрицательным.

4. Во многих случаях, согласно стандартному расчету, IRR^v венчурного фонда меньше ставки дисконтирования, приемлемой для венчурных фондов, чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v отрицателен. В соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков проанализированный инновационный проект по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы не является эффективным для венчурного фонда при действительно «венчурных» условиях и должен быть отклонен инвестиционным комитетом.

5. Показатели эффективности венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона «колл»

улучшаются: значения внутренней нормы доходности венчурного фонда и чистого приведенного дохода венчурного фонда повышаются. При стандартном расчете IRR^v приемлемая для фонда внутренняя норма доходности (20% и более) начинается с $P/E = 4$, при расчете IRR^v с учетом опциона – с $P/E = 3$ (32%). При расчете с учетом опциона IRR^v выше: при $P/E = 4$ $IRR^v = 28\%$ (стандартный расчет) и при $P/E=4$ $IRR^v_{c. опц.} = 50\%$ (расчет с учетом стоимости опциона); при $P/E = 5$ $IRR^v = 40\%$ (стандартный расчет) и при $P/E = 4$ $IRR^v_{c. опц.} = 64\%$ (расчет с учетом стоимости опциона).

6. Для обеих долей венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании (25% и 49%) при ставках дисконтирования $r = 20\%$ и $r = 30\%$ начиная со значения $P/E = 3$ чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» становится положительным. К примеру, при ставке дисконтирования $r = 20\%$ и доле фонда 49%: при $P/E = 3$ $NPV^v_{c. опц.} = 11\,371$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c. опц.} = 33\,216$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c. опц.} = 55\,862$ тыс. руб. При ставке дисконтирования $r = 30\%$ и доле фонда 49%: при $P/E = 3$ $NPV^v_{c. опц.} = 1\,687$ тыс. руб.; при $P/E = 4$ $NPV^v_{c. опц.} = 17\,548$ тыс. руб.; при $P/E = 5$ $NPV^v_{c. опц.} = 33\,989$ тыс. руб. Таким образом, проанализированный инновационный проект по созданию производства биотоплива становится эффективным для венчурного фонда.

7. Показатели эффективности проекта с позиции венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» по инновационному проекту создания производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы улучшаются. Иными словами, если в стоимости проекта для венчурного фонда мы учтем стоимость составного опциона «колл», проект во многих случаях будет иметь положительную стоимость и получит финансирование. Стоимость составного опциона колл увеличивает стоимость проекта за счет учета и количественной оценки факта его поэтапной реализации и возможности прекращения финансирования при получении негативной информации о его реализации, т.е. за счет учета и количественной оценки управленческой гибкости.

8. Общеэкономическая значимость инновационного проекта по производству биотоплива заключается в содействии решению проблемы диверсификации российской экономики в направлении снижения ее зависимости от углеводородного сырья и перехода на новые экологически чистые технологии, которые не только

дают экологически чистые продукты, но и позволяют утилизировать отходы других производств. Развитие разработок и производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы в рамках данного проекта способствует освобождению экономики России от зависимости от импортных поставок (импортозамещение), что является одним из приоритетов государственной политики нашей страны. Использование разработанной методики оценки эффективности инновационных проектов с применением метода реальных опционов в совокупности с методом нечетких множеств, по нашему мнению, будет способствовать решению проблемы финансирования подобных проектов, имеющих важное народнохозяйственное значение.

9. Оценка эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива для венчурного фонда с использованием метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа дала следующие результаты. Надежность показателя $NPV_{\text{проекта в целом}}$ выше в случае вариации базовых цен на ресурсы по сравнению с надежностью этого показателя в случае вариации базовых цен продукции: $95,36\% > 81,15\%$. Сильнее отклоняется от эталона показатель $NPV_{\text{проекта в целом}}$, который мы получаем при вариации цен на продукцию. Таким образом, при вариации цен ресурсов прогноз показателя $NPV_{\text{проекта в целом}}$ более надежен, при вариации цен продукции – менее надежен. При вариации цен продукции надежность прогноза показателя внутренней нормы доходности проекта в целом $IRR_{\text{проекта в целом}}$ также меньше, чем надежность прогноза этого показателя в случае вариации цен ресурсов: $95,36\% > 80,04\%$.

10. Чем выше устойчивость какого-либо «выходного» параметра оценки эффективности проекта, тем меньшее влияние на него оказывает изменение «входного» параметра, в данном случае цен на ресурсы или цен на производимую компанией продукцию. Устойчивость $NPV_{\text{проекта в целом}}$ при снижении цен на продукцию (92,53%) больше, чем при увеличении цен на ресурсы (48,40%). Иными словами, цены на ресурсы оказывают более сильное влияние на $NPV_{\text{проекта в целом}}$. Оно более устойчиво, когда меняются цены на продукцию. В случае устойчивости $IRR_{\text{проекта в целом}}$ увеличение цен на ресурсы влияет сильнее (устойчивость составляет 38,43%), чем снижение цен на продукцию (устойчивость – 86,01%) – результат, аналогичный устойчивости $NPV_{\text{проекта в целом}}$.

11. Для показателей эффективности проанализированного инновационного проекта с точки зрения венчурного фонда NPV^v венчурного фонда и IRR^v венчурного фонда надежность также выше при вариации базовых цен ресурсов, как и для показателей NPV проекта в целом и IRR проекта в целом. Показатель NPV^v венчурного фонда оценивается как более надежный, чем показатель IRR^v венчурного фонда и при вариации базовых цен ресурсов ($91,41\% > 77,17\%$), и при вариации базовых цен продукции ($86,01\% > 67,27\%$). Что же касается устойчивости показателей эффективности венчурного фонда, и NPV^v , и IRR^v более устойчивы в случае снижения цен продукции компании на 10% и менее устойчивы при увеличении цен на ресурсы на 10% (тенденция, аналогичная показателям эффективности проекта в целом). Это может быть объяснено высокой долей затрат на электроэнергию в структуре себестоимости: 75% затрат на сырье и материалы составляет электроэнергия, что связано с технологическими особенностями выращивания микроводорослей для получения биомассы, из которых впоследствии получают биотопливо.

12. Надежность показателя стоимости составного опциона колл C^v выше в случае вариации базовых цен ресурсов (88,39%). При вариации базовых цен продукции надежность снижается и составляет 38,43%. Как и на все описанные ранее показатели, на стоимость составного опциона колл C^v увеличение цен ресурсов влияет больше, чем снижение цен на продукцию ($23,57\% < 43,07\%$). Как и в случае с показателями эффективности проекта в целом, а также с позиции венчурного фонда надежность NPV^v с учетом опциона и IRR^v с учетом опциона выше в случае вариации базовых цен ресурсов. NPV^v с учетом опциона более подвержено увеличению цен ресурсов (26,67%), чем влиянию снижения цен на производимую продукцию (39,51%). Это же справедливо и для показателя IRR^v с учетом опциона. Таким образом, цены на ресурсы оказывают более значительное влияние на все основные показатели эффективности инновационного проекта, чем цены на производимую продукцию, что связано со спецификой структуры себестоимости для данного вида производства, а именно весьма высокой долей затрат на электроэнергию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие основные выводы.

1. Проблема финансирования инновационных проектов имеет важное народнохозяйственное значение. Решение этой проблемы позволит диверсифицировать экономику России и снизить ее зависимость от конъюнктурных колебаний мирового рынка энергоносителей, что будет содействовать усилению экономической безопасности страны и соответствует национальной стратегии развития экономики в сторону импортозамещения и создания новых эффективных производств на основе современных технологий. Венчурный капитал является одним из наиболее эффективных источников финансирования инновационного бизнеса в развитых странах. Проведенное комплексное исследование динамики венчурной индустрии в России позволило выявить следующие основные особенности российского рынка венчурного инвестирования.

1.1. Преобладает инвестирование в компании на поздних стадиях (расширение, реструктуризация), а инновационные компании на более ранних, так называемых «венчурных стадиях» (посевная, начальная, ранняя), остаются недофинансированными.

1.2. Среди фондов, занимающихся инвестированием в компании на венчурных стадиях, т.е. VC фондов, наибольшую долю занимают частные фонды.

1.3. Наибольший объем инвестиций венчурного капитала в России осуществляется в сектор информационно-коммуникационных технологий, т.е. в IT-компаниях.

1.4. Венчурное инвестирование в так называемые «реальные отрасли» (в терминологии РАВИ), осуществляющие производство материальной и нематериальной продукции, занимает наименьшую долю в отраслевых предпочтениях VC и PE фондов. Иными словами, инновационные проекты в данных отраслях национальной экономики остаются недофинансированными.

1.5. Большинство венчурных инвестиций направлено в Центральный федеральный округ, остальные регионы РФ не принимают активного участия в формировании национальной венчурной среды.

1.6. Венчурной индустрии в России присуще небольшое количество прибыльных «выходов» через IPO, что связано с неразвитостью фондового рынка. В большинстве случаев венчурный

инвестор осуществляет «выход» из бизнеса проинвестированной компании посредством продажи своего пакета акций стратегическому инвестору. Отрицательным моментом такого типа «выхода» является то, что зачастую таким инвестором выступает не российская компания, а иностранная, что может не всегда устраивать первоначальных собственников – инициаторов проекта.

1.7. Российская венчурная индустрия достаточно молодая и сейчас находится на стадии становления. На данном этапе можно говорить об отсутствии четкого механизма взаимодействия между потенциальными венчурными инвесторами, инициаторами инновационного проекта и надзорными органами. Иными словами, можно констатировать неразвитость институтов венчурного бизнеса.

2. На основе анализа зарубежного опыта и выявленных проблем венчурного бизнеса предложен подход к развитию инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в России на уровне регионов, обладающих высоким уровнем научного потенциала.

2.1. В настоящее время деятельность различных структур, оказывающих содействие инновационному процессу на уровне регионов, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала, не скоординирована. Необходимо создание единого центра, координирующего инновационную деятельность в конкретном регионе, включая деятельность, связанную с привлечением венчурных фондов и инвестированием их средств в объекты в данном регионе.

2.2. По нашему мнению, необходимо создание для потенциальных инвесторов единого «окна», где они могут получить информацию об инновационных проектах на территории данного региона, что существенно упростит поиск компаний или проектов для инвестиций. В таком «окне» должна быть сконцентрирована краткая информация об инновационных проектах, реализующихся на территории данного региона, с дифференциацией их по видам экономической деятельности и стадиям реализации: посевная стадия, стартапы и т.д.

2.3. Ключевым элементом инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в регионах РФ должны стать квалифицированные кадры. Необходимо развернуть подготовку аналитиков для работы в венчурных фондах на базе экономических факультетов ведущих ВУЗов страны. Принципиальным моментом является привлечение для обучения специалистов,

имеющих опыт реальной работы в венчурных фондах в России и (или) за рубежом.

2.4. Целесообразно введение налогового стимулирования венчурных инвестиций в инновационную сферу в регионах России, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала, по примеру Республики Татарстан путем использования инвестиционного налогового кредита в случае инвестирования в инновационные проекты и налоговых льгот, стимулирующих инновационную деятельность.

2.5. По нашему мнению, дополнительной формой поддержки венчурного финансирования инновационных проектов может стать гарантирование кредитов Правительством региона в случае, если венчурные фонды осуществляют инвестиции в виде так называемой «смешанной» сделки, когда часть средств предоставляется инвестируемой компании в виде прямых инвестиций, а часть – в форме кредита.

2.6. Целесообразно привлечение венчурных фондов крупных банков (ПАО Сбербанк и Банк ВТБ (ПАО)) для финансирования перспективных инновационных проектов, которые могут быть внедрены в самих этих банках; создание краудфандинговых компаний, а также новых венчурных фондов в форме инвестиционного товарищества в регионах России, обладающих высоким уровнем развития научного потенциала.

2.7. Пенсионные фонды США играют очень важную роль в венчурном бизнесе, поскольку они вкладывают большие объемы средств, которые в последующем направляются на инновационную деятельность. В России данный способ инвестирования запрещен законом № 111-ФЗ, ст. 26. По нашему мнению, необходимо расширение источников финансирования для венчурных инвестиций, как на региональном, так и на национальном уровне посредством реализации неоднократно выдвигаемого в России предложения об использовании части (в пределах 5%) пенсионных накоплений россиян для инвестирования в венчурный капитал.

3. Выполнен критический анализ зарубежной и отечественной литературы в сфере применения концепции реальных опционов и теории нечетких множеств для оценки эффективности финансирования инновационных проектов.

3.1. В проанализированных работах зарубежных ученых, в которых метод нечетких множеств в совокупности с методом реальных опционов применяется для целей оценки эффективности

инвестиционных проектов, были выявлены следующие направления исследований: оценка эффективности стратегических мегаинвестиций, имеющих высокую степень неопределенности; оценка эффективности R&D-проектов; проблема выбора оптимального портфеля R&D-проектов; оценка инвестиций в недвижимость; оценка стоимости фирмы; оценка инвестиций в программное обеспечение. Было установлено, что в данных исследованиях используются следующие типы реальных опционов: европейский колл-опцион (опцион роста, опцион на отказ от инвестирования, опцион на уменьшение масштабов инвестирования); американский колл-опцион; составной европейский двухстадийный колл-опцион с постоянной волатильностью. Применяются такие модели оценки реальных опционов, как модель Блэка-Шоулза (в подавляющем большинстве работ), модель Геске и биномиальная модель (модель Кокса-Росса-Рубинштейна) в нечетком виде. Используются следующие нечеткие «входные» параметры: текущая стоимость ожидаемых денежных потоков по инновационному проекту, текущая стоимость ожидаемых затрат по проекту, «входные» параметры биномиальной модели, «входные» параметры формулы Блэка-Шоулза, модели Геске.

3.2. Выявлен следующий существенный недостаток проанализированных зарубежных публикаций: далеко не во всех работах проводится апробация предлагаемых авторами этих работ подходов. Если такая апробация и проводится, то отсутствует содержательная экономическая интерпретация полученных результатов. Преобладает технико-математический подход.

3.3. При проведении библиометрического анализа мировой экономической литературы в области оценки эффективности финансирования инновационных проектов, статей по запросу на ключевые словосочетания «реальные опционы», «нечеткие множества» и «венчурный капитал» в наукометрических системах Web of Science и Scopus, а также в библиографической базе данных EconLit не было найдено. Это свидетельствует о слабой изученности проблематики приложения метода реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств для целей оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов.

3.4. Проанализирована степень научного интереса к применению метода нечетких множеств для анализа эффективности инвестиционных и инновационных проектов в диссертационных исследованиях в России. Было установлено, что методы теории нечетких

множеств активно применяются учеными-экономистами. Всплеск интереса российских ученых к применению аппарата нечетких множеств в инвестиционном анализе наблюдается в 2003–2006 гг. после защиты докторской диссертации А.О. Недосекиным.

3.5. Несмотря на то что российские исследователи проявляют достаточно большой интерес к методу нечетких множеств, лишь в небольшой части работ он используется в сочетании с методом реальных опционов для оценки эффективности инвестиционных и инновационных проектов.

3.6. Исследования, в которых концепция реальных опционов в совокупности с теорией нечетких множеств применяется для целей оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, на данный момент не получили распространения как за рубежом, так и в России.

3.7. Применение метода нечетких множеств в рамках методики оценки эффективности инновационного проекта с реальными опционами, финансируемого венчурным фондом, на данный момент не описывается в мировой экономической литературе. Имеются работы отдельно по применению метода нечетких множеств при оценке венчурных инвестиций, при оценке эффективности инновационных проектов и при оценке стоимости реальных опционов. Существуют работы зарубежных авторов, в которых метод нечетких множеств используется при оценке реальных опционов, возникающих в инновационных проектах, но без венчурного финансирования.

4. Предложена новая авторская модификация концепции реальных опционов в нечетко-множественной постановке в направлении ее приложения к венчурному финансированию инновационных проектов. Применение нечетко-множественного подхода к оценке стоимости составного опциона колл по модели Геске-Хсу, элементы которой проинтерпретированы с учетом особенностей венчурного финансирования, расширяет аналитические возможности финансистов-практиков. Появляется возможность оценить следующие дополнительные показатели: надежность и устойчивость оценки стоимости составного опциона колл; надежность и устойчивость оценки стоимости акций инвестируемой компании в момент времени, когда венчурным фондом принимается решение о вложении основной суммы инвестиций; надежность и устойчивость стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании, что выступает развитием

по отношению к существующей классической теории реальных опционов и обогащает результаты аналитического исследования. Представленная новая содержательная финансово-экономическая интерпретация экзотического составного опциона колл в нечетко-множественной постановке на основе финансовых потоков венчурного фонда в нечетком виде с учетом особенностей процесса венчурного финансирования инновационного проекта позволяет повысить адекватность отображения процессов венчурного финансирования и оценки неопределенности в теории и методиках анализа эффективности инновационных проектов.

5. Разработан новый методический подход к оценке эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов с использованием модели Геске-Хсу и включением нечетко-множественного анализа.

5.1. Предложенная методика позволяет учесть и количественно оценить управленческую гибкость при принятии решения о дальнейшей реализации инновационного проекта. Это помогает преодолеть недостатки традиционных подходов к оценке эффективности инвестиционных проектов, ограничивающих их применение для целей анализа инновационных проектов, а также позволяет повысить точность оценки стоимости проекта венчурными фондами по сравнению с имеющимися в теории и практике подходами и принимать более обоснованные решения по финансированию проектов.

5.2. В стандартном инвестиционном анализе эффективности инвестиционных (и в том числе инновационных) проектов с помощью имитационных финансовых моделей влияние вариации экзогенных параметров (цены на продукцию инвестируемой компании, цены на сырье и т.д.) проводится с помощью анализа чувствительности проекта к изменению этих переменных. В результате получается «вилка», в рамках которой меняются основные показатели эффективности проекта (чистый приведенный доход (NPV) и внутренняя норма доходности (IRR)) при колебании экзогенных параметров. В результате применения нечетко-множественных методов становится возможным *количественно* оценить *устойчивость* различных характеристик эффективности инновационного проекта к изменению экзогенных переменных. Это может быть весьма полезным при определении «узких» мест проекта.

5.3. Появляется возможность *количественно* оценить *надежность* получаемых расчетных показателей эффективности проек-

та. Низкая или высокая надежность полученных показателей эффективности послужит дополнительным аргументом в пользу отрицательного или положительного решения по поводу финансирования проекта, что позволит венчурному фонду более рационально распределять свои ограниченные ресурсы среди анализируемых им инновационных проектов.

5.4. Использование нечетко-множественных методов позволяет синтезировать традиционный инвестиционный анализ с нечетко-множественным подходом. Появляется возможность количественно оценить такие дополнительные характеристики, как *надежность* и *устойчивость* основных показателей эффективности инновационного проекта, что является *существенным развитием традиционного инвестиционного анализа*. Такие оценки не могут быть выполнены на основе традиционных подходов.

5.5. С применением нечетко-множественных методов оценивается относительная надежность показателей эффективности инновационного проекта, позволяющая сравнивать полученные показатели эффективности и определять более надежные и менее надежные. Иными словами, устанавливать границы для надежности показателей эффективности инновационного проекта является нецелесообразным. При традиционных способах финансирования в качестве границы устойчивости показателей эффективности инвестиционных проектов предлагается использовать значение 75–80%. Поскольку венчурное финансирование является высокорисковым, то для данного способа финансирования необходимо снизить границу устойчивости показателей эффективности инновационных проектов до 66,6 % (2/3).

6. Предложена финансово-экономическая интерпретация применения нечетких методов к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов, содержащих в себе реальные опционы. Иными словами, разработана не только методика расчета стоимости реальных опционов в нечетко-множественной постановке, но, что особенно важно с теоретической и практической точки зрения, дана содержательная интерпретация полученных результатов, и описаны полученные в результате расчетов дополнительные характеристики инновационных проектов (надежность и устойчивость). Это существенно расширяет круг аналитических показателей, используемых венчурными фондами при оценке и отборе проектов, что позволит инвесторам принимать более обоснованные решения по их финансированию.

7. Предложенный новый методический подход к оценке эффективности инновационного проекта на основе синтеза метода реальных опционов и метода нечетких множеств, адаптированный к условиям венчурного финансирования, апробирован на примере реального российского инновационного проекта в фармацевтической промышленности – проекта организации производства средств по уходу за полостью рта.

7.1. Развитие разработки и производства высококачественных средств по уходу за полостью рта на основе инновационных технологий в рамках данного проекта снижает зависимость экономики России от импортных поставок (импортозамещение), что является одним из приоритетов национальной государственной политики. Использование предложенной методики оценки эффективности инновационных проектов на основе метода реальных опционов в нечетко-множественной постановке, по нашему мнению, может оказать содействие в решении проблемы финансирования инновационных проектов, имеющей важное народнохозяйственное значение.

7.2. Оценка эффективности инновационного проекта организации производства средств по уходу за полостью рта с позиции венчурного фонда с использованием метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа позволила получить следующие результаты. Надежность чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v выше в случае вариации цен на продукцию компании по сравнению с надежностью этого показателя в случае вариации доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Сильнее отклоняется от эталона показатель NPV^v венчурного фонда, который мы получаем при вариации доли фонда. Иными словами, при вариации цен на продукцию оценка показателя NPV^v венчурного фонда более надежна, при вариации доли фонда – менее надежна.

7.3. Чем выше устойчивость какого-либо «выходного» параметра оценки эффективности инновационного проекта, тем меньшее влияние на него оказывает изменение «входного» параметра, в данном случае цен на продукцию компании или доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Устойчивость NPV^v венчурного фонда при увеличении доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании больше, чем при снижении цен на продукцию компании. Иными словами, снижение цен на продукцию компании оказывает более сильное влияние на NPV^v венчурного фонда, так как устойчивость при снижении цен меньше. NPV^v венчурного

фонда более устойчиво, когда увеличивается доля фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Это связано с положительным влиянием роста доли фонда на значение чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV' , поскольку такой положительный финансовый поток фонда, как дивиденды, которые выплачивает проинвестированная компания венчурному фонду (выплачивается из чистой прибыли), напрямую зависит от доли фонда в уставном капитале этой инвестируемой компании. Положительный финансовый поток в виде ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании, определяемый как оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций, также напрямую зависит от величины доли венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании. Снижение же цен на производимую инвестируемой компанией продукцию влияет негативно на показатель NPV' венчурного фонда, так как приводит к уменьшению чистой прибыли компании, что в свою очередь приводит к снижению величины дивидендов, выплачиваемых венчурному фонду инвестируемой компанией, а также к снижению величины ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда.

8. Выполнена оценка эффективности венчурного финансирования реализуемого в России инновационного проекта в нефтехимической промышленности – проекта организации производства по переработке хлористого метила, полученного из природного газа, в этилен с использованием предложенного методического подхода на основе метода реальных опционов и нечетко-множественного анализа и проинтерпретированы результаты полученных расчетов.

8.1. В результате реализации инновационного проекта по переработке хлористого метила в этилен решается важная народнохозяйственная задача – создание производства этилена для производства ПВХ и продуктов из ПВХ из дешевого и распространенного в России сырья – природного газа. Одновременно снижается зависимость промышленности России от импортных поставок этилена, ПВХ и продуктов из ПВХ, что содействует усилению экономической безопасности страны и соответствует национальной стратегии развития экономики в сторону импортозамещения и создания новых эффективных производств на основе современных технологий. Применение разработанной методики оценки эффективности инновацион-

ных проектов с использованием метода реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом, по нашему мнению, будет содействовать решению проблемы финансирования инновационных проектов, имеющей важное народнохозяйственное значение. В свою очередь это будет способствовать решению проблемы диверсификации российской экономики.

8.2. Оценка эффективности инновационного проекта организации производства по переработке хлористого метила в этилен с позиции венчурного фонда с использованием метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа позволила получить следующие результаты. Стоимость составного опциона колл C^v намного более устойчива к снижению цен на продукцию, выпускаемую Проектной компанией, чем показатель чистого приведенного дохода для венчурного фонда NPV^v , показатель текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_1 , V_{T1}^v , и текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 , V_{T2}^v . Показатели V_{T1}^v и V_{T2}^v намного менее устойчивы к снижению цен на продукцию Проектной компании.

8.3. На стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, V_{T1}^v и V_{T2}^v , снижение цен на продукцию Проектной компании напрямую влияет негативно. При более низком уровне цен на продукцию их колебания снижают устойчивость данных показателей, одновременно снижается надежность оценки их расчетных значений. На стоимость составного опциона колл колебания цен воздействуют опосредованно. Помимо цен на продукцию Проектной компании на эту величину влияют и другие факторы – например, усиление неопределенности в динамике цен, которые могут расти или снижаться, равно как и процентная ставка по безрисковым активам. Поэтому стоимость составного опциона колл более устойчива к колебанию цен. Это, в частности, находит отражение и в большей устойчивости показателя внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v с учетом опциона, которая рассчитывается с учетом стоимости составного опциона. Результаты расчетов указывают на очень низкую устойчивость показателей V_{T2}^v – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 и стоимости составного колл-опциона C^v при увеличении цен на сырье.

9. Выполнена оценка эффективности венчурного финансирования инновационного проекта с использованием предложенной методики на основе метода реальных опционов с включением нечетко-множественного анализа на примере реального российского инновационного проекта в биотопливной индустрии – проекта по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы, и дана содержательная финансово-экономическая интерпретация полученных результатов.

9.1. Общеэкономическая значимость инновационного проекта по производству биотоплива заключается в содействии решению проблемы диверсификации российской экономики в направлении снижения ее зависимости от углеводородного сырья и перехода на новые экологически чистые технологии, которые не только дают экологически чистые продукты, но и позволяют утилизировать отходы других производств. Развитие разработок и производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы в рамках данного проекта способствует освобождению экономики России от зависимости от импортных поставок (импортозамещение), что является одним из приоритетов государственной политики нашей страны. Использование разработанной методики оценки эффективности инновационных проектов с применением метода реальных опционов в совокупности с методом нечетких множеств, по нашему мнению, будет способствовать решению проблемы финансирования подобных проектов.

9.2. Оценка эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива для венчурного фонда с использованием метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа дала следующие результаты. Надежность показателя чистого приведенного дохода проекта в целом $NPV_{\text{проекта в целом}}$ выше в случае вариации базовых цен на ресурсы по сравнению с надежностью этого показателя в случае вариации базовых цен продукции. Сильнее отклоняется от эталона показатель $NPV_{\text{проекта в целом}}$, который мы получаем при вариации цен на продукцию. Таким образом, при вариации цен ресурсов прогноз показателя $NPV_{\text{проекта в целом}}$ более надежен, при вариации цен продукции – менее надежен. При вариации цен продукции надежность прогноза показателя внутренней нормы доходности проекта в целом $IRR_{\text{проекта в целом}}$ также меньше, чем надежность прогноза этого показателя в случае вариации цен ресурсов. Чем выше устойчивость какого-либо «выходного» параметра оценки эффек-

тивности проекта, тем меньшее влияние на него оказывает изменение «входного» параметра, в данном случае цен на ресурсы или цен на производимую компанией продукцию. Устойчивость $NPV_{\text{проекта в целом}}$ при снижении цен на продукцию больше, чем при увеличении цен на ресурсы. Иными словами, цены на ресурсы оказывают более сильное влияние на $NPV_{\text{проекта в целом}}$. $NPV_{\text{проекта в целом}}$ более устойчиво, когда меняются цены на продукцию. В случае устойчивости $IRR_{\text{проекта в целом}}$ увеличение цен на ресурсы влияет сильнее, чем снижение цен на продукцию – результат, аналогичный устойчивости $NPV_{\text{проекта в целом}}$.

9.3. Для показателей эффективности проанализированного инновационного проекта с точки зрения венчурного фонда $NPV^v_{\text{венчурного фонда}}$ и $IRR^v_{\text{венчурного фонда}}$ надежность также выше при вариации базовых цен ресурсов, как и для показателей $NPV_{\text{проекта в целом}}$ и $IRR_{\text{проекта в целом}}$. Показатель $NPV^v_{\text{венчурного фонда}}$ оценивается как более надежный, чем показатель $IRR^v_{\text{венчурного фонда}}$ и при вариации базовых цен ресурсов, и при вариации базовых цен продукции. Что же касается устойчивости показателей эффективности венчурного фонда и NPV^v , и IRR^v более устойчивы в случае снижения цен продукции компании и менее устойчивы при увеличении цен на ресурсы (тенденция, аналогичная показателям эффективности проекта в целом). Это может быть объяснено высокой долей затрат на электроэнергию в структуре себестоимости: 75% затрат на сырье и материалы составляет электроэнергия, что связано с технологическими особенностями выращивания микродорослей для получения биомассы, из которых впоследствии получают биотопливо. Надежность оценки показателя стоимости составного опциона колл C^v выше в случае вариации базовых цен ресурсов. При вариации базовых цен продукции надежность снижается. Как и на все проанализированные ранее показатели, на стоимость составного опциона колл C^v увеличение цен ресурсов влияет больше, чем снижение цен на продукцию. Как и в случае с показателями эффективности проекта в целом, а также с позиции венчурного фонда надежность $NPV^v_{\text{с учетом опциона}}$ и $IRR^v_{\text{с учетом опциона}}$ выше в случае вариации базовых цен ресурсов. По результатам оценки устойчивости $NPV^v_{\text{с учетом опциона}}$ более подвержено увеличению цен ресурсов, чем влиянию снижения цен на производимую продукцию. Это же справедливо и для показателя $IRR^v_{\text{с учетом опциона}}$. Таким образом, цены на ресурсы оказывают более значительное влияние на все основные показатели эффектив-

ности инновационного проекта, чем цены на производимую продукцию, что связано со спецификой структуры себестоимости для данного вида производства, а именно весьма высокой долей затрат на электроэнергию.

10. Обобщены результаты проведенных аналитических расчетов.

10.1. Апробация разработанного методического подхода на примере реальных инновационных проектов, реализуемых в России, в различных отраслях промышленности (в фармацевтической промышленности, нефтехимической промышленности и биотопливной индустрии) показала, что в большинстве случаев, согласно стандартному расчету, внутренняя норма доходности IRR^v венчурного фонда меньше ставки дисконтирования, приемлемой для венчурных фондов, чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v отрицателен. В соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков проанализированные инновационные проекты не являются эффективными для венчурного фонда, должны быть отклонены инвестиционным комитетом и получить отказ в финансировании.

10.2. Показатели эффективности проанализированных инновационных проектов с позиции венчурного фонда в фармацевтической и нефтехимической промышленности, а также в биотопливной индустрии IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» улучшаются. Если в стоимости проектов для венчурного фонда мы учтем стоимость составного опциона «колл», то данные проекты во многих случаях будут иметь положительную стоимость и получают финансирование. Стоимость составного опциона «колл» добавляет стоимость инновационным проектам за счет учета и количественной оценки управленческой гибкости при принятии решений об их дальнейшей реализации, что позволяет повысить точность оценки инновационных проектов венчурными фондами и принимать более обоснованные решения по финансированию проектов. В результате применения нечетко-множественного подхода получены и описаны *дополнительные характеристики* проанализированных инновационных проектов. Такими дополнительными характеристиками являются *устойчивость* и *надежность* следующих показателей: эффективности проекта в целом (чистого приведенного дохода и внутренней нормы доходности проекта в целом); эффективности проекта с позиции венчурного фонда (чистого приведенного дохода и

внутренней нормы доходности венчурного фонда); текущей стоимости акций инвестируемой компании в момент времени T_1 , принадлежащих венчурному фонду (оценки бизнеса компании в году T_1 , когда венчурным фондом принимается решение о вложении основной порции инвестиций), текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 (ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда в году «выхода» фонда из бизнеса), стоимости составного опциона колл, которым владеет венчурный фонд; показателей эффективности вложений венчурного фонда с учетом стоимости составного опциона (чистого приведенного дохода и внутренней нормы доходности венчурного фонда с учетом опциона). Подобные оценки не могут быть выполнены на основе традиционных методов инвестиционного анализа.

10.3. В соответствии со стандартным методом дисконтированных денежных потоков инновационный проект, обладающий высокой степенью неопределенности, не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут. Использование концепции реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом позволяет более адекватно оценивать неопределенность, характерную для инноваций, и проекты, которые должны быть отклонены инвестиционным комитетом венчурного фонда согласно традиционным методам инвестиционного анализа, смогут получить финансирование. Иными словами, применение методики оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием с позиции венчурного фонда на основе метода реальных опционов в сочетании с методом нечетких множеств может оказать содействие в развитии венчурного финансирования в России.

10.4. В целом, использование метода реальных опционов в сочетании с нечетко-множественным анализом расширяет инструментарий венчурного инвестора, используемый им для обоснования решений по финансированию инновационных проектов, в том числе новых эффективных производств на основе современных технологий. Это в немалой степени будет способствовать решению важной народнохозяйственной проблемы, стоящей перед экономикой России, – проблемы импортозамещения и диверсификации экономики, успешное преодоление которой позволит значительно усилить экономическую безопасность нашей страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Абдулаева З.И. Разработка методов управления рисками инновационной деятельности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2013. – 25 с.

Агафонов В.В. Разработка методики обоснования параметров технологических систем угольных шахт с учетом рисков: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2013. – 21 с.

Айхель К.В. Управление рисками инвестиционных проектов на промышленных предприятиях: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Челябинск, 2011. – 24 с.

Алябушев Д.Б. Управление инновационным проектом на промышленном предприятии на стадиях его разработки и реализации: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Челябинск, 2011. – 25 с.

Афанасьев В.Ю. Модели управления инвестиционными потоками в региональной социально-экономической системе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2003. – 16 с.

Бабакина Е.В. Организационно-экономический механизм привлечения инвестиций в экономику региона: на материалах Республики Башкортостан: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 1999. – 18 с.

Баев И.А., Алябушев Д.Б. Экономическая оценка инновационных проектов по методу реальных опционов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2010. – № 39, вып. 16. – С. 25–31.

Баранов А.О., Музыка Е.И. Венчурная индустрия в России: особенности и перспективы развития // Идеи и идеалы. – 2020а. – Т. 12, № 2, ч. 2. – С. 260–278.

Баранов А.О., Музыка Е.И. Интерпретация составного опциона колл в нечетко-множественной постановке для оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов // Финансы. – 2020б. – № 7. – С. 44–50.

Баранов А.О., Музыка Е.И. Концепция реальных опционов как инновационный метод оценки эффективности инвестиционных проектов в промышленности // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2015. – Т. 15, вып. 1. – С. 32–51.

Баранов А.О., Музыка Е.И. Особенности венчурного бизнеса в России // Развитие инновационной экономики: анализ, методы и модели: монография / отв. ред. В.И. Суслов, науч. ред. О.В. Валиева, ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2020в. – Гл. 5.2. – С. 373–410.

Баранов А.О., Музыка Е.И. Оценка эффективности венчурного финансирования инновационных проектов методом реальных опционов: монография. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 272 с.

Баранов А.О., Музыка Е.И. Оценка эффективности инновационных проектов как института развития национальной инновационной системы // Современная экономика и управление: институты, инновации, технологии. Исследование отдельных аспектов институционального и регионального развития: колл. монография / под ред. Г.П. Литвинцевой, М.В. Хайруллиной. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016а. – Гл. 1.3. – С. 41–74.

Баранов А.О., Музыка Е.И. Реальные опционы: панацея найдена? // ЭКО. – 2016б. – № 11 (509). – С. 159–167.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Маслов М.П., Павлов В.Н. Методика исследования нечетко-множественных свойств реальных опционов в инновационных проектах // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП-2016): Труды 13-й междунар. науч.-техн. конф. – Новосибирск, 3–6 окт. 2016 г.: в 12 т. – Новосибирск: НГТУ, 2016а. – Т. 11. – С. 28–37.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Использование нечетко-множественного инструментария для оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов // Сибирская финансовая школа. – 2015а. – № 4 (111). – С. 90–96.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Математическое обоснование методики исследования нечетко-множественных свойств модели Геске и ее модификаций для реальных опционов // Мир экономики и управления. – 2016б. – Т. 16, № 2. – С. 78–88.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Нечетко-множественная оценка параметров эффективности инновационного проекта // Вестник Финансового университета. – 2016в. – № 6. – С. 120–132.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Нечетко-множественная оценка эффективности инновационного проекта с венчурным финансированием с применением метода реальных опционов // Современные тенденции, проблемы и перспективы развития инновационной экономики и предпринимательства в России: сб. науч. тр. Всерос. науч. конф., Новосибирск, 3 ноября 2016 г. – Новосибирск: НГТУ, 2016г. – С. 5–14.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Новые методы оценки экономической эффективности инновационных проектов в промышленности: реальные опционы и теория нечетких множеств // Институциональная трансформация экономики: российский вектор новой индустриализации: материалы 4-й междунар. науч. конф., Омск, 21–23 октября 2015 г.: в 2 ч. – Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2015б. – Ч. 2. – С. 211–219.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Оценка инновационных проектов методом реальных опционов в нефтехимической промышленности // Юность и знания – гарантия успеха – 2017: сб. науч. тр. 4-й междунар. молодеж. науч. конф., Курск, 27–28 сент. 2017 г.: в 2 т. – Курск: Университетская книга, 2017а. – Т. 1. – С. 25–37.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Оценка эффективности венчурного финансирования инновационного проекта методом реальных оп-

ционов (в нефтехимической промышленности) // Финансы: теория и практика. – 2017б. – Т. 21, Вып. 4. – С. 78–87.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Оценка эффективности инновационного проекта в нефтехимической промышленности с использованием метода нечетких множеств // Современные проблемы экономики и менеджмента: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 31 октября 2017 г. – Воронеж: Воронежский гос. пед. ун-т, 2017в. – С. 44–61.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Оценка эффективности инновационных проектов с использованием опционного и нечетко-множественного подходов: монография. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2018а. – 336 с.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Оценка эффективности инновационного проекта по созданию производства биотоплива с использованием опционного и нечетко-множественного анализа // Мир экономики и управления. – 2020а. – Т. 20, № 1. – С. 20–45.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Применение нечетко-множественного подхода для оценки эффективности инновационного проекта с венчурным финансированием // Сибирская финансовая школа. – 2017г. – № 4. – С. 38–48.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Развитие методик оценки эффективности инновационных проектов в направлении использования опционного и нечетко-множественного подходов (на примере производства биотоплива) // Инвестиционный процесс и структурная трансформация российской экономики: монография / под редакцией А.В. Алексева, Л.К. Казанцевой. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2020б. – Гл. 9. – С. 235–263.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Синтез метода реальных опционов и метода нечетких множеств для оценки эффективности инновационных проектов: критический обзор // Идеи и идеалы. – 2018б. – Т. 2, № 1(35). – С. 190–209.

Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Экономическая эффективность инновационных проектов с венчурным финансированием // Вестник Финансового университета. – 2015в. – № 5. – С. 105–115.

Белецкий В.А. Оценка эффективности инвестирования в информационную безопасность предприятия на основе нечетких множеств: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Пермь, 2012. – 18 с.

Беляев М.К. Управление инвестиционной адаптивностью социально-экономических систем: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Волгоград, 2003. – 48 с.

Беляк А.В. Управление инвестиционной привлекательностью акционерной компании: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Тула, 2003. – 15 с.

Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе. Пер. с англ., 4-е изд. – М.: «Дело Лтд», 1994. – 720 с.

Бобылев Г.В. Экономическая оценка инновационных проектов с применением метода реальных опционов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Новосибирск, 2010. – 27 с.

Бодрова В.В. Управление риском инвестиционной деятельности промышленного предприятия в условиях неопределенности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2009. – 24 с.

Большаков О.А. Модели и алгоритмы конкурентного отбора инновационных проектов малых предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2006. – 27 с.

Борейшо А.А. Модели и методы оценки эффективности высокотехнологичных инвестиционных проектов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2005. – 19 с.

Борискова Л.А. Оценка эффективности научно-технических разработок научно-производственных предприятий оборонно-промышленного комплекса: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Нижний Новгород, 2010. – 24 с.

Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов / 2-е издание. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2007. – 1008 с.

Бритыко А.С. Многокритериальный подход к оценке эффективности проектов инновационного развития высокотехнологичных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2015. – 18 с.

Брусланова Н. Оценка инвестиционных проектов методом реальных опционов // Финансовый директор. – 2004. – № 7.

Бузулуцков В.Ф., Суслов Н.И. Разработка методики адаптации ОМММ-ЖДТ к сценарию развития экономики России // Комплексный подход к оценке общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов: монография / отв. ред. К.Л. Комаров; Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск, 2015. – С. 113–127.

Бухвалов А.В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему // Российский журнал менеджмента. – 2004. – № 1. – С. 3–32.

Вайсман Е.Д. Повышение конкурентоспособности промышленного предприятия на основе инновационной модели развития: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Челябинск, 2011. – 40 с.

Валетнинова Э.Н. Организационно-ресурсное обеспечение инновационной деятельности предприятия в системе экономической безопасности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2011. – 18 с.

Васильева А.В. Совершенствование ресурсного обеспечения при реализации субъектами предпринимательства проектов развития: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2012. – 26 с.

Вашенко И.Ю. Формирование эффективного инвестиционного портфеля крупного производственного комплекса: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Самара, 2008. – 23 с.

Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. – М.: Изд-во «Дело» АНХ, 2008. – 1104 с.

Воловник А.Д. Динамические модели производства банковского продукта для поддержки стратегического управления кредитной организацией: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Ижевск, 2006. – 48 с.

Воробьев В.Г., Константинов В.Д. Надежность и эффективность авиационного оборудования. – М.: Транспорт, 1995. – 248 с.

Габрин К.Э. Совершенствование управления инвестиционными проектами в условиях строительного-монтажных и эксплуатационных рисков: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Челябинск, 1998. – 21 с.

Гамидов Т.Г., Доможиров Д.А., Ибрагимов Н.М. Равновесные состояния открытой межрегиональной системы, порожденной оптимизационной межрегиональной межотраслевой моделью // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2013. – Т. 13, вып. 3. – С. 81–94.

Ганзер Я.Н. Модели инвестиционного анализа проектов продления сроков эксплуатации энергоблоков атомных станций первого и второго поколения: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2005. – 18 с.

Гареев Т.Ф. Формирование комплексной оценки инноваций на основе нечетко-интервальных описаний: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Казань, 2009. – 20 с.

Герашенко И.П. Теория и методология формирования оптимальной финансовой стратегии компании: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Томск, 2010. – 42 с.

Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. – М.: Наука, 1977. – 569 с.

Глебова О.В. Методологические основы формирования системы оценки и мониторинга НИОКР на научно-производственных предприятиях: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Нижний Новгород, 2012. – 48 с.

Глухов С.В. Методы, критерии и алгоритмы управления процессом обеспечения промышленной безопасности нефтегазовых предприятий, основанные на теории нечетких множеств: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Оренбург, 2006. – 26 с.

Гордеева С.М. Крупномасштабная изменчивость и долгосрочный прогноз температуры поверхности юго-восточной части Тихого океана: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 2008. – 21 с.

Гранберг А.Г., Михеева Н.Н., Суслов В.И., Новикова Т.С., Ибрагимов Н.М. Результаты экспериментальных расчетов по оценке эффективности инвестиционных проектов с использованием межотраслевых межрегиональных моделей // Регион: экономика и социология. – 2010. – № 4. – С. 45–72.

Гришина Е.Н. Модели и методы принятия инвестиционных решений в условиях нечетких случайных данных: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Тверь, 2006. – 16 с.

Гулакова О.И. Общественная эффективность крупных инфраструктурных проектов, методика и практика // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2013. – Т. 13, вып. 2. – С. 14–27.

Гурков Д.Р. Организационно-экономические условия функционирования венчурного капитала в предпринимательстве: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Уфа, 2009. – 24 с.

Гусев А.А. Реальные опционы в оценке бизнеса и инвестиций [Электронный ресурс]: монография. – М.: РИОР, 2009. – 118 с. URL: <https://znanium.com/read?id=74008> (дата обращения: 12.01.2021).

Даденков С.А., Кон Е.Л. Анализ моделей и методов агентного и дискретно-событийного имитационного моделирования // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2015. – № 5. – С. 35–41.

Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и методы оценки любых активов / пер. с англ. – 5-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 1340 с.

Демкин И.В. Управление инновационным риском в промышленности: методология, организация, модели: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2010. – 48 с.

Деревянко П.М. Модели и методы принятия стратегических решений по распределению реальных инвестиций предприятия с применением теории нечетких множеств: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2006. – 19 с.

Дзюба Т.А. Принятие решений в нечетких условиях, заданных нечеткими двудольными графами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Таганрог, 1999. – 20 с.

Дикунь Л.О. Проблемы и перспективы венчурного инвестирования инновационной деятельности в российской экономике // Бизнес в законе. – 2011. – № 3. – С. 277–282.

Дмитриев В.А. Надежность технических систем. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2008. – 76 с.

Домогатская Е.А. Методика управления бизнес-процессами инновационно-ориентированного предприятия и оценка их эффективности на базе системного подхода: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Курск, 2015. – 25 с.

Доможиров Д.А., Ибрагимов Н.М., Мельникова Л.В., Цыплаков А.А. Интеграция подхода «Затраты-выпуск» в агент-ориентированное моделирование. Часть 1. Методологические основы // Мир экономики и управления. – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 86–99.

Еременко Ю.И. Исследование эффективности интеллектуального управления в металлургии: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Липецк, 2005. – 44 с.

Ермасова Н.Б. Методология управления инвестиционной деятельностью экономических систем в условиях неопределенности и рисков: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Саратов, 2004. – 39 с.

Жбанова С.А. Прогнозная оценка эффективности инвестиционно-инновационной деятельности предприятий с учетом рисков: синергетический подход: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Курск, 2013. – 24 с.

Забоев М.В. Модели и методы экспресс-анализа инвестиционных проектов на основе теории нечетких множеств и искусственных нейронных сетей: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2009. – 27 с.

Заболотский А.А. Расчет премии опциона для препаратов биотехнологических компаний // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2008. – Т. 8, вып. 2. – С. 77–82.

Закорюкина А.В. Бизнес-планирование на промышленных предприятиях: экономическая надежность и критериальный отбор: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Иваново, 2005. – 24 с.

Златин П.А. Методология комплексного анализа и моделирования инновационных процессов автоматизации и управления пассажирскими автотранспортными предприятиями в условиях неопределенности: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2004. – 44 с.

Игнатьев М.Н. Нечетко-множественный подход к моделированию управления эффективностью затрат на корпоративные информационные системы в торговле: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Иваново, 2007. – 19 с.

Ильин И.В. Разработка методики оценки инвестиционных проектов на основе метода реальных опционов и теории нечетких множеств // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2009. – № 6. – С. 114–119.

Индекс «ММВБ-инновации MICEXINNOV» Московской биржи [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moex.com/ru/index/MICEXINNOV/archive/#/from=2010-01-10&till=2018-05-21&sort=TRADEDATE&order=desc> (дата обращения: 22.05.2018).

Индекс «Химия и нефтехимия» Московской биржи [Электронный ресурс]. URL: <http://www.moex.com/ru/index/MICEXCHM/archive/#/from=2009-01-11&till=2017-05-25&sort=TRADEDATE&order=desc> (дата обращения: 25.05.2017).

Инновационный потенциал научного центра: методологические и методические проблемы анализа и оценки / В.И. Сулов, руководитель авторского коллектива – Новосибирск: Сибирское Научное Издательство, 2007. – 276 с.

Исследование экономики России с использованием моделей с нечеткими параметрами: монография / под ред. А.О. Баранова, В.Н. Павлова; Новосибир. гос. ун-т. – Новосибирск, 2009. – 236 с.

Итс Т.А. Автоматизация экспресс-анализа экологических рисков инновационных проектов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2003. – 20 с.

Калачихин П.А. Разработка математических методов и инструментальных средств оценки инновационного потенциала результатов интеллектуальной деятельности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2014. – 26 с.

Калугин В.А. Теория и методология многокритериального подхода к принятию инвестиционных решений хозяйствующими субъектами: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Белгород, 2004. – 32 с.

Кальченко О.А. Принципы и методы оценки эффективности промышленных инновационных проектов в условиях неопределенности и рисков: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2012. – 16 с.

Канева М.А. Экзотические опционы в управлении финансовыми рисками: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Новосибирск, 2007. – 19 с.

Канева М.А., Лычагин М.В. Экзотические опционы как инструмент управления валютными и другими рисками // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2006. – Т. 6, вып. 2. – С. 3–12.

Карелина М.Г. Методология статистического исследования интеграционной активности российских холдингов: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2016. – 53 с.

Карташева И.Ю. Методическое и программное обеспечение системы поддержки принятия решений при экспертной оценке качества альтернатив: на примере конкурсного отбора инвестиционных проектов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Волгоград, 2002. – 23 с.

Каширин А.И., Семенов А.С. Венчурное инвестирование в России. – М.: Вершина, 2007. – 320 с.

Каширин А.И., Семенов А.С. Инновационный бизнес: венчурное и бизнес-ангельское инвестирование. – М.: Издательский дом «Дело» РАН-ХиГС», 2014. – 260 с.

Кириллов Ю.А. Разработка математического обеспечения оценки риска реальных инвестиционных проектов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Самара, 2004. – 16 с.

Кислицына В.Е. Моделирование процесса управления инвестициями на региональном уровне (на примере Республики Марий Эл): автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2011. – 24 с.

Клементьева С.В. Применение теории нечетких множеств для измерения и оценки эффективности реализации наукоемкой продуктовой инновации // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – № 11. – С. 65–69.

Климов В.В. Экспресс-обоснование экономической привлекательности инновационных проектов на базе нечеткой логики: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2011. – 20 с.

Клубков С.В. Методы принятия инвестиционных решений при освоении нефтегазовых объектов на основе нечетко-интервальных вычислений: автореф. дис. ...канд. экон. наук. – М., 2005. – 24 с.

Козловский А.Н. Управление портфелем инновационных проектов на промышленном предприятии: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2016. – 16 с.

Козырев А.Н., Макаров В.Л. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности. – М.: Интерреклама, 2003. – 352 с.

Коновалова Е.А. Формирование и оценка инвестиционных проектов на предприятиях грузового автомобильного транспорта с применением реальных опционов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2004. – 22 с.

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ifar.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (дата обращения: 20.09.2017).

Коркина Т.А. Управление инвестициями в человеческий капитал угледобывающих предприятий: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Челябинск, 2010. – 54 с.

Коробов Ю.Н. Развитие венчурного инвестирования сетевой инновационной деятельности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Краснодар, 2015. – 29 с.

Косовцев В.В. Оценка экономического риска при выборе газодобывающего проекта Восточной Сибири: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2011. – 20 с.

Костылев О.В. Совершенствование методов экономической оценки нефтегазовых ресурсов с учетом факторов неопределенности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Новосибирск, 2017. – 20 с.

Кошелев И.В. Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы Карачаево-Черкесской Республики: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2006. – 24 с.

Кравцов О.А. Совершенствование методов оценки и механизма снижения рисков при инновационном проектировании: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ярославль, 2005. – 21 с.

Кривошей В.А., Пенчукова Т.А. Анализ рынка проектного и венчурного финансирования, проблемы и перспективы их развития в России // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. – 2014. – № 10. – С. 47–63.

Круковский А.А. Использование модели реальных опционов для управления инновационными проектами и оценки соответствующих инвестиций: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2009. – 29 с.

Крюков С.В. Учет реальных опционов при оценке эффективности инвестиционных проектов // Вестник Ростовского государственного экономического университета «РИНХ». – 2006. – № 2. – С. 81–89.

Лазарева Л.М. Методы формирования приоритетов инвестиционной политики на уровне регионов, отраслей и территориальных образований: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2003. – 23 с.

Лапшин Д.Н. Определение целесообразности кредитования коммерческим банком инвестиционного проекта: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Тула, 2006. – 20 с.

Левченко В.В. Модели оценки инвестиционной привлекательности рынка жилья: на примере г. Москвы: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Воронеж, 2005. – 23 с.

Лемякин Е.Д. Метод комплексной оценки реальных опционов на основе систем нечеткого вывода: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2008. – 17 с.

Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. – М.: Дело, 2004. – 528 с.

Лисичкина Н.В. Синергетико-институциональный подход к оценке инвестиционной деятельности предприятия: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2009. – 19 с.

Литке М.Г. Экономическая оценка и управление инновационными проектами малого и среднего бизнеса на мезоуровне: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Челябинск, 2012. – 24 с.

Лускатова О.В. Оценка экономической устойчивости горного предприятия при управлении комплексом рисков: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2004. – 48 с.

Лычагин М.В., Мкртчян Г.М., Суслов В.И. Концепция системно-инновационного библиометрического анализа и картографирования экономической литературы // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2014. – Т. 14, вып. 2. – С. 127–141.

Максименко З.В. Модели и алгоритмы для управления распределением инвестиций в условиях нечетких исходных данных: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2005. – 16 с.

Малышев И.А. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия экономических решений на основе методов теорий нечетких множеств: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Волгоград, 2006. – 22 с.

Малюга К.А. Реальные опционы как инструмент управления финансовыми рисками инвестиционного проекта: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2016. – 24 с.

Мамедьярова Р.З. Управление инвестиционной деятельностью строительного предприятия в условиях неопределенности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Махачкала, 2006. – 21 с.

Мамонтов В.Д. Теория капитала и процента О. Бём-Баверка // Социально-экономическое мировоззрение. – 2019. – Т. 14, № 105. – С. 30–38.

Маринцев Д.А. Оптимизация надежности производственных систем на стадии бизнес-планирования: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Иваново, 2004. – 22 с.

Маслов М.П. Риск оправдывает средства: некоторые проблемы развития венчурного бизнеса в России // Креативная экономика. – 2011. – № 7. – С. 3–9.

Медведев В.Л., Бойко О.Г., Зосимов А.Г., Шаймарданов Л.Г. Методика оценки надежности функциональных систем самолетов гражданской авиации по статистическим материалам эксплуатанта // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – 2006. – С. 159–164.

Медников М.Д. Нечетко-множественный анализ в антикризисном менеджменте // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2008. – №2. – С. 315–321.

Медников С.С. Модели, алгоритмы и инструментальные средства инвестиционного проектирования: на примере малых и средних производственных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Самара, 2006. – 20 с.

Мельникова О.В. Организационно-методические основы обеспечения конкурсного отбора инвестиционных проектов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Владимир, 2006. – 27 с.

Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.

Методические указания по устойчивости энергосистем. – Утверждены приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 277. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 14 с.

Михеева Н.Н., Новикова Т.С., Суслов В.И. Оценка инвестиционных проектов на основе комплекса межотраслевых межрегиональных моделей // Проблемы прогнозирования. – 2011. – № 4. – С. 78–90.

Моисеев И.И., Платэ Н.А., Варфоломеев С.Д. Альтернативные источники органических топлив // Вестник РАН. – 2006. – Т. 76. – № 5. – С. 427–437.

Музыка Е.И. Анализ развития подходов к трактовке экономической сущности категории «реальный опцион» // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. – № 36 (243). – С. 12–17.

Музыка Е.И. Библиометрический анализ мировой экономической литературы в области оценки эффективности инновационных проектов (на

основе Web of Science и Scopus) // Экономика и предпринимательство. – 2020а. – № 8. – С. 1057–1065.

Музыка Е.И. Инвестиции в инновационные проекты: новые методы и подходы к оценке // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. – 2015. – № 1. – С. 79–89.

Музыка Е.И. Методы оценки инвестиционных проектов при венчурном финансировании // Экономика и предпринимательство. – 2020г. – № 11. – С. 772–777.

Музыка Е.И. Опыт США в организации венчурного инвестирования на уровне региона на примере штата Калифорния // Развитие инновационной экономики: анализ, методы и модели: монография / отв. ред. В.И. Суслов, науч. ред. О.В. Валиева, ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2020б. – Гл. 5.1. – С. 358–372.

Музыка Е.И. Отражение научного интереса к применению метода нечетких множеств для анализа эффективности инновационных проектов в диссертационных исследованиях в России // Идеи и идеалы. – 2018. – Т. 2, № 3 (37). – С. 50–65.

Музыка Е.И. Оценка эффективности инвестиционных проектов: истоки и современность // Экономика и предпринимательство. – 2020д. – № 12. – С. 786–791.

Музыка Е.И. Оценка эффективности финансирования инновационных проектов: анализ экономической литературы на основе базы данных EconLit // Экономика и предпринимательство. – 2020в. – № 9. – С. 841–845.

Музыка Е.И., Маслов М.П. Инновационное проектирование: методы и подходы // Инновационный менеджмент и технологическое предпринимательство: материалы Всероссийского молодежного научного форума (Новосибирск, 12–14 ноября 2015 г.). В 2 т. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015а. – Т. 2. – С. 83–89.

Музыка Е.И., Маслов М.П. Современные методы анализа инновационных проектов // Идеи и идеалы. – 2015б. – Т. 1, № 4 (26). – С. 112–118.

Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ 27.002 – 2015. – Введен в действие 01-03-2017. – М., Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 2016. – 24 с.

Нгуен Тхи Тху Тхьонг. Оценка инвестиционной привлекательности текстильно-швейных предприятий Вьетнама: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Тула, 2013. – 20 с.

Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дис. ... д-ра экон. наук. – СПб., 2003. – 280 с.

Недосекин А.О., Абдулаева З.И., Нарышкина Е.И. Анализ стоимости «отношенческих» реальных опционов [Электронный ресурс]. International Fuzzy Economics Lab Russia, 2013. URL: http://www.ifel.ru/docs/Opt_AZN.doc (дата обращения: 28.03.2015).

Немтинова Ю.В. Развитие моделей принятия решений по качеству инвестиционных проектов производственных систем: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Тамбов, 2007. – 26 с.

Нестерук Л.Г. Разработка инструментария для инвестиционного анализа систем информационной безопасности с использованием нейро-нечетких сетей: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2004. – 16 с.

Нехотина В.С. Математические методы и модели обоснования инвестиционных решений в сфере ИТ-услуг: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Белгород, 2011. – 22 с.

Низамова А.Ш. Совершенствование методов оценки эффективности инновационных проектов на основе метода нечетких множеств (на примере Республики Татарстан): автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Казань, 2012. – 26 с.

Низамова И.Р. Тенденции и перспективы развития инновационной системы Российской Федерации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 47. – С. 29–37.

Новикас Р.Ю. Оценка эффективности государственной поддержки реабилитации инновационно-инвестиционных проектов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Казань, 2013. – 25 с.

Новикова Т.С. Анализ общественной эффективности инвестиционных проектов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2005. – 221 с.

Новикова Т.С., Королькова М.В. Концептуальные конструкции современного научно-технологического развития: обзор зарубежных подходов // Мир экономики и управления. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 115–132.

Об инвестировании средств для финансирования накопительной пенсии в Российской Федерации: Федеральный закон от 24.07.2002 г. № 111-ФЗ.

Об инвестиционном товариществе: Федеральный закон от 28.11.2011 г. № 335-ФЗ.

Обзор рынка. Прямые и венчурные инвестиции в России. 2017. – СПб: РАВИ, 2018а. – 125 с.

Обзор рынка. Прямые и венчурные инвестиции в России. 2018. – СПб: РАВИ, 2018в. – 63 с.

Обзор рынка. Прямые и венчурные инвестиции в России. I полугодие 2018. – СПб: РАВИ, 2018б. – 118 с.

Овсянников В.Е. К вопросу управления инновационными проектами с использованием нейронных сетей // Вестник КузГТУ. – 2013. – № 3. – С. 86–87.

Оганесян А.С. Разработка научно-методической базы проектирования и обоснования стратегий развития угольных шахт с учетом неопределенности и рисков в функциональных средах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2012. – 51 с.

Онищенко Э.В. Управление инвестиционными проектами на промышленных предприятиях с учетом неопределенности среды: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Челябинск, 2002. – 22 с.

Онопrienко Ю.Г. Разработка моделей и методик для управления инновационными источниками развития на основе методов многокритериального принятия решений: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Волгоград, 2006. – 27 с.

Опарин Д.Ж. Управление экономическим развитием нефтедобывающих предприятий на основе риск-контроллинга: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ижевск, 2010. – 23 с.

Осипов Ю.М. Методологические основы и инструментальные средства инновационного управления конкурентоспособностью наукоемкой продукции машиностроения: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Томск, 2003. – 40 с.

Павлов А.В. Интервальный метод построения нечетких макроэкономических показателей: дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2004. – 118 с.

Павлов А.В., Павлов В.Н. Метод нечетко-случайных пар в исследовании неопределенности // Инновационный потенциал экономики России: состояние и перспективы: сб. науч. тр. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2013. – С. 326–337.

Павлов А.В., Павлов В.Н. Нечетко-случайные методы исследования неопределенности и их макроэкономические приложения: монография / научн. редактор А.Г. Коржубаев. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2012. – 188 с.

Павлова Н.В. Системный анализ динамики финансово-экономических показателей предприятия на основе оптимизации планов его развития: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Новосибирск, 2009. – 22 с.

Паринов И.П. Моделирование инвестиционной деятельности в имущественном комплексе Воронежской области на основе программно-целевого подхода: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Воронеж, 2006. – 20 с.

Пачковский Э.М. Моделирование инновационно-проектной деятельности в нестабильных условиях: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2005. – 26 с.

Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 798 с.

Перепелица Д.Г. Методы анализа и оценки эффективности инвестиционных проектов на основе реальных опционов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2009. – 23 с.

Перерва О.Л. Разработка теоретических основ и методологии управления эффективностью инновационной деятельности промышленного предприятия: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2006. – 32 с.

Плетюхина С.А. Сравнительная оценка бизнес-планов на промышленных предприятиях: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Иваново, 2005. – 22 с.

Поезжалова С.Н., Селиванов С.Г., Бородкина О.А., Кузнецова К.С. Рекуррентные нейронные сети и методы оптимизации проектных технологических процессов в АСПП машиностроительного производства // Вестник УГАТУ. – 2011. – Т. 15. – № 5 (45). – С. 36–46.

Прейс А.А. Сравнение методик расчета надежности функциональных систем самолетов государственной авиации // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – 2010. – С. 109–113.

Птускин А.С. Нечеткие модели задач принятия стратегических решений на предприятиях: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2004. – 42 с.

Пуряев А.С. Теория и методология компромиссной оценки эффективности инвестиционных проектов в машиностроении: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – СПб, 2009. – 39 с.

Развитие инновационной экономики: анализ, методы и модели: монография / отв. ред. В.И. Суслов, науч. ред. О.В. Валиева; Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2020. – 440 с.

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 480 с.

Рамзаев М. Гибкость стоимости [Электронный ресурс], 2005. URL: <http://ecommerce.al.ru/analis/newecon/valuefl.htm> (дата обращения: 13.06.2016).

Ремезова Е.М. Модели поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС на основе многоагентных систем и аппарата нечетких множеств: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2017. – 16 с.

Рогова Е.М., Ткаченко Е.А., Фияксель Э.А. Венчурный менеджмент: учебное пособие. – М.: Издательство Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2011. – 440 с.

Романов В.В. Моделирование количественной оценки риска инвестиционного проекта в условиях неопределенности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Пермь, 2005. – 22 с.

Рош Дж. Стоимость компании: от желаемого к действительному / Джулиан Рош; пер. с англ. Е.И. Недбальская; науч. ред. П.В. Лебедев. – Минск: Гревцов Паблицер, 2008. – 352 с.

Рыбальченко В.А. Управление реализацией инвестиционных проектов с учетом специфики современной экономической системы России: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Тула, 2001. – 24 с.

Рыгова Е.В. Оценка риска разработки и реализации инновационного продукта на малом промышленном предприятии: автореф. дис. ... канд. экон. наук – СПб., 2011. – 16 с.

Савенкова Е.В. Механизм финансового обеспечения инвестиционного процесса в регионах России: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2010. – 37 с.

Садчиков П.Н. Управление структурой инвестиций в ветхий и аварийный жилищный фонд: на примере города Астрахани: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Астрахань, 2008. – 19 с.

Салихов М.Р. Использование методологии реальных опционов для оценки эффективности инвестиций в инновационные проекты // Инновации. – 2007. – № 9. – С. 97–100.

Сафонова Л.А., Смоловик Г.Н. Использование теории реальных опционов в практике принятия инвестиционных решений // Аваль. – 2006. – № 3. – С. 62–68.

Свиридов Т.Л. Разработка системы поддержки принятия инновационных решений на предприятиях мебельной промышленности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Воронеж, 2011. – 22 с.

Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов / отв. ред. В.В. Кулешов, Н.И. Суслов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. – 488 с.

Смолянинов В.В. Современные формы организации предпринимательской деятельности компании на рынке США: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2003. – 24 с.

Соловьева И.А. Экономический анализ и оценка инвестиционных процессов на промышленном предприятии: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Челябинск, 2005. – 22 с.

Староверова Е.Н. Организационно-экономические инструменты повышения инвестиционной привлекательности предприятия: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Владимир, 2010. – 23 с.

Стародубов А.В. Разработка инструментального средства и нечетких моделей для многокритериального выбора рациональных инвестиционных решений: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Волгоград, 2007. – 24 с.

Строкатов А.Б. Управление позиционированием предприятия на рынке инвестиций: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Таганрог, 2005. – 28 с.

Субботина Н.В. Управление инновационными процессами на промышленном предприятии по показателям стоимости бизнеса: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Челябинск, 2007. – 24 с.

Суворов М.К. Нечеткие модели в задачах антикризисного управления: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Иваново, 2007. – 19 с.

Суслов В.И., Новикова Т.С., Цыплаков А.А. Моделирование роли государства в пространственной агент-ориентированной модели // Экономика региона. – 2016. – Т. 12, вып. 3. – С. 951–965.

Суслов Н.И. Народнохозяйственная оценка технологической структуры КАТЭК // Проблемы развития межотраслевых комплексов: тез. докл. Всесоюз. конф. молодых эконом. и социологов (г. Кемерово, 5–7 июня 1986 г.) / отв. ред. В.Н. Чурашев, А.А. Кисельников, Н.И. Суслов; КГУ, СибНИИ ЭСХ СО ВАСХНИЛ, ИЭОПП СО АН СССР. – Новосибирск, 1986. – С. 47–50.

Суслов Н.И., Бузулуцков В.Ф. Оценка макроэкономических эффектов от использования альтернативных технологий производства холода с применением модели ОМММ-Холод // Мир экономики и управления. – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 16–33.

Суслов Н.И., Бузулуцков В.Ф. Применение информационно-программно-модельного комплекса ОМММ-ТЭК для сценарного анализа развития ТЭК регионов: методические аспекты // Регион: экономика и социология. – 2017. – № 3. – С. 215–237.

Суслов Н.И., Хуторецкий А.Б. Модель экономики России как инструмент оценки эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов // Регион: экономика и социология. – 2015. – № 3. – С. 37–66.

Сысоев А.Ю. Использование моделей «реальных опционов» при оценке эффективности инвестиционных проектов // Вестник ФА. – 2003. – № 4. – С. 110–120.

Сысоева А.А. Развитие системы проектного финансирования инновационной деятельности коммерческими банками Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2016. – 25 с.

Теплова Т.В. Финансовый менеджмент: управление капиталом и инвестициями. – М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2000. – 504 с.

Терехин Д.В. Теоретические и методологические основы эффективности развития промышленного комплекса региона: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2006. – 41 с.

Титов В.В., Жигульский Г.В. Влияние реализации эффективных нововведений на налоговую нагрузку промышленного предприятия // Вестник НГУЭУ. – 2015. – № 1. – С. 272–281.

Толковый словарь «Инновационная деятельность». Термины инновационного менеджмента и смежных областей (от А до Я) / отв. ред. В.И. Суслов. – Новосибирск: Сибирское науч. изд-во, 2008. – 224 с.

Трифонов Е.С. Оценка экономической эффективности венчурных инвестиций: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2009. – 21 с.

Труханов В.М. Надежность изделий машиностроения: теория и практика: учебник. – М.: Спектр, 2013. – 333 с.

Туманов А.Ю. Автоматизированная система количественной оценки риска инновационного проекта: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2006. – 23 с.

Удалов Н.П. Методика оценки риска инвестиционного проекта для различных уровней неопределенности проектной информации: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2007. – 30 с.

Указ Президента РФ от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

Учурова Е.О. Инвестиционный потенциал Республики Калмыкия: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2003. – 21 с.

Федеральный закон «Об инвестировании средств для финансирования накопительной пенсии в Российской Федерации» № 111-ФЗ от 24 июля 2002 г.

Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25.02.1999 г. № 39-ФЗ.

Федосеева Т.В. Автоматизация принятия решений по управлению предприятиями промышленности и транспортного комплекса на основе анализа рисков: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2006. – 18 с.

Филиппов Л.А. Моделирование экономических результатов хозяйственной деятельности предприятий с оценкой надежности: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – СПб., 2006. – 33 с.

Фрэнк Найт. Понятия риска и неопределенности [Электронный ресурс] / Перевод С.А. Афонцева // THESIS. – 1994. – Вып. 5. – С. 12–28 (Knight F.H. The Meaning of Risk and Uncertainty. In: F.Knight. Risk, Uncertainty, and Profit. – Boston: Houghton Mifflin Co, 1921. – P. 210–235). URL: https://igiti.hse.ru/data/411/313/1234/5_1_1Knight.pdf (дата обращения: 06.09.2020).

Хабибуллин Р.М. Управление развитием промышленных предприятий на основе моделирования процессов интенсификации производства: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ижевск, 2010. – 24 с.

Хандожко Л.А. Оценка успешности метеорологических прогнозов: учебное пособие / под ред. В.И. Воробьева. – Ленинград: ЛПИ, 1977. – 68 с.

Хрущев Ю.В., Заповодников К.И., Юшков А.Ю. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 168 с.

Цыкунов А.В. Экономическая оценка эффективности инновационных технологий в нефтегазодобыче: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ижевск, 2009. – 21 с.

Чернов В.Г. Методология экономико-математического моделирования процесса инвестиционного анализа на основе нечетко-множественного подхода: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Иваново, 2007. – 30 с.

Чернова О.А. Сбалансированное развитие экономики региона: инновационно ориентированная стратегия управления: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Ростов-на-Дону, 2010. – 58 с.

Черняк В.В. Автоматизированная оценка инвестиционной привлекательности инновационных проектов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2004. – 22 с.

Чертина Е.В. Система поддержки принятия решений при управлении инновационными ИТ-проектами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2017. – 15 с.

Чиркова Т.В. Управление организационным развитием предприятия на основе инвестиционного подхода: автореф. дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2008. – 25 с.

Шабельникова Е.Г. Управление рисками банковского инвестиционного кредитования: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Ростов-на-Дону, 2014. – 25 с.

Шагалиев Р.Д. Информационная система поддержки принятия решений по финансированию инвестиционных проектов в условиях неопределенности и риска: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2002. – 16 с.

Шамшилов Р.А. Синергетический подход к управлению рисками инновационной деятельности предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2010. – 23 с.

Шibaева М.А. Моделирование инвестиционной деятельности на основе государственно-частного партнерства: теория, методология, практика (на примере дорожного хозяйства): автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Воронеж, 2009. – 39 с.

Шманев С.В. Методология управления инвестициями в промышленности: синергетико-институциональный подход: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2007. – 42 с.

Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности. – М.: Советское радио, 1968. – 284 с.

Якушевский А.В. Инструменты стратегического управления инвестиционной деятельностью коммерческих банков в инновационной сфере: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2010. – 19 с.

Adner R., Levinthal D.A. What Is Not a Real Option: Considering Boundaries for the Application of Real Options to Business Strategy // *Academy of Management Review*. – 2004. – № 29. – P. 74–85.

After 20 years: Updating the Berkus Method of valuation [Электронный ресурс]. Posted on November 4, 2016 by Dave Berkus. URL: <https://berkonomics.com/?p=2752> (дата обращения: 25.10.2020).

Amram M., Kulatilaka N. Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World. – Boston: Harvard Business School Press, 1999. – 246 p.

Arasteh A., Aliahmadi A. A proposed real options method for assessing investments // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2014. – № 70. – P. 1377–1393.

Augusiak-Boro A., Klinchuch C., Zhan A., Schwartz J. EquityZen Startup Valuation Guide [Электронный ресурс]. – September 2018. – 42 p. URL: <https://equityzen.com/knowledge-center/research-report/equityzens-guide-to-valuing-startups/> (дата обращения: 26.10.2020).

Babiarz A. Methods of valuing investment projects used by venture capital funds financed with public funds [Электронный ресурс] // *Wroclaw Conference in Finance: Contemporary Trends and Challenges: research papers of Wroclaw university of economics*. – 2016. – № 428. – P. 11–28. URL: https://dbc.wroc.pl/Content/34087/PDF/Babiarz_Methods_Of_Valuing_Investment_Projects_Used_2016.pdf (дата обращения: 25.10.2020).

Badulescu D. SMEs Financing: the Extent of Need and the Responses of Different Credit Structures // *Theoretical and Applied Economics*. – 2010. – Vol. 7. – P. 25–36.

Baranov A., Muzyko E. Real options method in venture capital investing of innovative projects: methodology of evaluation and application // *4 International Conference on Social Sciences and Society (ICSSS 2015), France, Paris, 20–21 May 2015 / Bellflower: Inform. Engineering Research Inst.* – 2015a. – P. 218–228.

Baranov A., Muzyko E. Using real options for the evaluation of venture projects // *Gadjah Mada International Journal of Business*. – 2016. – Vol. 18. – № 2. – P. 153–185.

Baranov A., Muzyko E. Valuation of compound real options for investments in innovative projects in pharmaceutical industry // *Procedia Economics and Finance*. – 2015b. – Vol. 27. – P. 116–125.

Baranov A., Muzyko E. Venture-backed innovative projects: real options approach [Electronic resource] // *Gadjah Mada International Conference on Economics and Business (GAMAICEB): [proc.], 2 intern. conf., Indonesia, Yogyakarta, 5 Dec. 2014.* – Yogyakarta: Kantor Publ., Univ. Gadjah Mada. – 2014. – Vol. 1. – P. 1–37.

Baranov A., Muzyko E., Pavlov V. The development of methodology for innovative project effectiveness parameter estimation in direction of fuzzy set application // *Springer Proceedings in Business and Economics*. – 2018a. – [Emerging issues in the global economy: intern. economics conf. (IECS), Romania, Sibiu, 2017]. – P. 23–33.

Baranov A., Muzyko E., Pavlov V. The use of fuzzy approach to assess the effectiveness of an innovative venture-funded project // *The 13 International forum on strategic technology (IFOST 2018): proc., Harbin, China, 30 May-1 June, 2018.* – Harbin, 2018b. – P. 1131–1135.

Baranov A.O., Muzyko E.I., Maslov M.P., Pavlov V.N. Research Methodology of Fuzzy Characteristics of Real Options in Innovative Projects // Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE-2016): proceedings of 13th International scientific-technical conference. – Novosibirsk, October 3–6, 2016: in 12 volumes. – Novosibirsk: NSTU, 2016. – Vol. 1, Part 3. – P. 207–213.

Barone-Adesi G., Whaley R.E. Efficient Analytic Approximation of American Option Values // Journal of Finance. – 1987. – № 42. – P. 301–320.

Bednyagin D., Gnansounou E. Real options valuation of fusion energy R&D programme // Energy Policy. – 2011. – № 39. – P. 116–130.

Benaroch M. Option-Based Management of Technology Investment Risk [Электронный ресурс] URL: <https://surface.syr.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=mgt> (дата обращения: 12.01.2021).

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

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.

Bowman E.H., Hurry D. Strategy through the options lens: An integrated view of resource investments and the incremental-choice process // Academy of Management Review. – 1993. – № 18. – P. 760–782.

Brach M.A. Real Options in practice. – Hoboken, New Jersey: John Wiley&Sonc, Inc., 2003. – 370 p.

Brealey R.A., Myers S.C. Principles of Corporate Finance. – New York: McGrawHill Inc., 1996. – 998 p.

Business and Personal Finance Dictionary [Электронный ресурс]. URL: [http://www.specialloans.com/dictionary.asp?t=managerial_\(real\)_option](http://www.specialloans.com/dictionary.asp?t=managerial_(real)_option) (дата обращения: 20.03.2017).

Carlsson C., Fuller R. A fuzzy approach to real option valuation // Fuzzy Sets and Systems. – 2003. – № 139. – P. 297–312.

Carlsson C., Fuller R. On possibilistic mean value and variance of fuzzy numbers // Fuzzy Sets and Systems. – 2001. – № 122. – P. 315–326.

Carlsson C., Fuller R., Heikkilä M., Majlender P. A fuzzy approach to R&D project portfolio selection // International Journal of Approximate Reasoning. – 2007. – № 44. – P. 93–105.

Carlsson C., Heikkilä M., Fuller R. Fuzzy Real Options Models for Closing/Not Closing a Production Plant // Production Engineering and Management under Fuzziness (Studies in Fuzziness and Soft Computing, Volume 252). – Berlin: Springer, 2010. – Chapter 22. – P. 537–560.

Ceccagnoli M., Higgins M. J., Kang H. D. Corporate venture capital as a real option in the markets for technology // *Strategic Management Journal*. – 2018. – Vol. 39 (13). – P. 3355–3381.

Cohen A.J. Is equilibrium enough and was Stigler wrong? Value theory in the Böhm-Bawerk/ Fisher controversies [Электронный ресурс] // HOPE Center Working Paper. – 2011. – № 2011-01. URL:

<http://ssrn.com/abstract=1753162> (дата обращения: 03.09.2020).

Copeland T., Antikarov V. Real options. A Practitioner's Guide. – New York: Texere, 2001. – 370 p.

Cox J., Ross S., Rubinstein M. Option pricing: a simplified approach // *Journal of Financial Economics*. – 1979. – № 7. – P. 229–263.

Damodaran A. An Introduction to Valuation [Электронный ресурс]. – Spring 2005. – 21 p. URL:

<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pdfiles/eqnotes/approach.pdf> (дата обращения: 27.10.2020).

Damodaran A. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. – New York: John Wiley&Sons, 2002. – 992 p.

Damodaran A. Valuing Young, Start-up and Growth Companies: Estimation Issues and Valuation Challenges [Электронный ресурс]. – June 12, 2009. – 67 p. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1418687 (дата обращения: 27.10.2020).

Dimand R.W., Geanakopulos J. Celebrating Irving Fisher: The legacy of a Great Economist // *The American Journal of Economics and Sociology*. – 2005. – Vol. 64. – № 1 – P. 3–18.

Dixit A., Pindyck R.S. Investment under uncertainty. – Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994. – 468 p.

Dunne T.C., Clark B., Berns J.P., McDowell W.C. The technology bias in entrepreneur-investor negotiations // *Journal of Business Research*. – 2019. – № 105. – P. 258–269.

Elder J. Oil price volatility and real options: 35 years of evidence // *Journal of Futures Markets*. – 2019. – Vol. 39. – № 12. – P. 1549–1564.

Endres A.M. The origins of Böhm-Bawerk's 'Greatest Error': Theoretical Points of Separation from Menger // *Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE) / Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*. – 1987. – Vol. 143. – № 2. – P. 291–309.

Ferrary M., Granovetter M. The role of venture capital firms in Silicon Valley's complex innovation network // *Economy and Society*. – 2009. – № 38. – P. 326–359.

Fisher I. The theory of interest. – New York: The Macmillan Company, 1930. – 566 p.

Fisher's "The Nature of Capital and Income" / by James Tobin // *The American Journal of Economics and Sociology*. – 2005. – Vol. 64. – № 1. – P. 207–214.

Gallo C. Artificial Neural Networks Tutorial [Электронный ресурс] // *Encyclopedia of Information Science and Technology* / M. Khosrow-Pour; Information Resources Management Association, USA, 2015. – P. 179–189. URL: <https://www.researchgate.net/publication/261392616> (дата обращения: 15.10.2020).

Gantenbein P., Kind A., Volonte C. Individualism and Venture Capital: A Cross-Country Study // *Management International Review*. – 2019. – № 59. – P. 741–777.

Gao L. Staged financing: a trade-off theory of holdup and option value // *Journal of Economics*. – 2017. – Vol. 121. – № 3. – P. 197–237.

Garcia F.A. A Fuzzy real option valuation in a power station reengineering project // *Proceedings of the Sixth Biannual World Automation Congress, Spain*. – 2004. – P. 281–287.

Garman M.B., Kohlhagen S.W. Foreign Currency Option Values // *Journal of International Money and Finance*. – 1983. – Vol. 2. – № 3. – P. 231–237.

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

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.

Gootzeit M.J. Fisher and Böhm-Bawerk on Rae's version of classical interest theory // *History of Economic Ideas*. – 1999. – Vol. 7. – № 3. – P. 7–32.

Gordon V.S., Russel L.P. Valuation of Intellectual Property and Intangible Assets. – New York: Wiley, 1994. – 688 p.

Grekul V.I., Isaev E.A., Korovkina N.L., Lisienkova T.S. Developing an approach to ranking innovative IT projects // *Business Informatics*. – 2019. – Vol. 13. – № 2. – P. 43–58.

Grigoriev S.N., Eleneva Y.Y., Andreev V.N. Rising cost of technological capital as a criterion and the result of innovative development company // *Actual Problems of Economics*. – 2014. – № 1. – P. 150–162.

Gross capital formation [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.CD> (дата обращения: 17.04.2020).

Guidelines for project evaluation / United Nations Industrial Development Organization, Vienna. – New York: United Nations, 1972. – 383 p.

Hassanzadeh F., Collan M., Modarres M. A practical R&D selection model using fuzzy pay-off method // *Journal of Applied Manufacturing Technology*. – 2011. – № 58. – P. 227–236.

He J., Alavifard F., Ivanov D., Jahani H. A real-option approach to mitigate disruption risk in the supply chain // *Omega*. – 2019. – Vol. 88. – P. 133–149.

Ho S.-H., Liao S.-H. A fuzzy real option approach for investment project valuation // *Expert Systems with Applications*. – 2011. – № 38. – P. 15296–15302.

Hsu Y.-W. Staging of Venture Capital Investment: A Real Options Analysis [Электронный ресурс] // EFMA 2002 London Meetings. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=312012 (дата обращения: 01.02.2011).

Huchzermeier A., Loch C.H. Project Management Under Risk: Using the Real Options Approach to Evaluate Flexibility in R&D // *Management Science*. – 2001. – № 47. – P. 85–101.

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.

Huseynova A. Methodology to evaluate the innovative capacity of business entities // *Actual Problems of Economics*. – 2014. – № 6 (156). – P. 444–450.

Irving Fisher (1867–1947) / by James Tobin // *The American Journal of Economics and Sociology*. – 2005. – Vol. 64. – № 1. – P. 19–42.

JCSS Probabilistic Model Code / Joint Committee on Structural Safety, JCSS. – 2001, 130 p.

Karsak E.E. A Generalized Fuzzy Optimization Framework for R&D Project Selection Using Real Options Valuation // *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2006: Proceedings of International Conference, Glasgow, UK, May 8–11, 2006*. – 2006. – Part III. – P. 918–927.

Keynes J.M. *The General Theory of Employment, Interest, and Money* [Электронный ресурс]. – London, 1936. URL: https://www.files.ethz.ch/isn/125515/1366_KeynesTheoryofEmployment.pdf (дата обращения: 05.09.2020).

Kogut B., Kulatilaka N. Capabilities as real options // *Organization Science*. – 2001. – № 12. – P. 744–758.

Kogut B., Kulatilaka N. Options thinking and platform investments: investing in opportunity // *California Management Review*. – 1994. – № 36 (2). – P. 52–71.

Koniukhov V.Y., Nechaev A.S., Kychkin A.A. Investment toolkit development for estimation of enterprises innovative activity efficiency // *Actual Problems of Economics*. – 2014. – № 12 (162). – P. 236–251.

Kulatilaka N., Toschi L. An integration of the resource based view and real options theory for investments in outside opportunities [Электронный ресурс], 2009. URL: <http://ssrn.com/abstract=1541865> (дата обращения: 01.02.2011).

Lee Y.-C., Lee S.-S. The valuation of RFID investment using fuzzy real option // *Expert Systems with Applications*. – 2011. – № 38. – P. 12195–12201.

Li J., He H., Li L., Chen G. A novel generative model with bounded-GAN for reliability classification of gear safety // *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. – 2019. – № 66 (11). – P. 8772–8781.

Li Y. Duration analysis of venture capital staging: A real options perspective // *Journal of Business Venturing*. – 2008. – № 23. – P. 497–512.

Li Y., Mahoney J.T. When are venture capital projects initiated? // *Journal of Business Venturing*. – 2011. – Vol. 26. – P. 1–42.

Liao S.-H., Ho S.-H. Investment project valuation based on a fuzzy binomial approach // *Information Sciences*. – 2010. – № 180. – P. 2124–2133.

Maad M.M. Artificial Neural Networks Advantages and Disadvantages [Электронный ресурс]. – 2018. – P. 1–2. URL: <https://www.researchgate.net/publication/323665827> (дата обращения: 15.10.2020).

Magni C.A., Mastroleo G., Vignola M., Facchinetti G. Strategic options and expert systems: a fruitful marriage // *Soft Computing*. – 2004. – № 8. – P. 179–192.

Mao Y., Wu W. Fuzzy Real Option Evaluation of Real Estate Project Based on Risk Analysis // *Systems Engineering Procedia*. – 2011. – № 1. – P. 228–235.

Marglin S. Investment and Interest: A Reformulation and Extension of Keynesian Theory // *The Economic Journal*. – 1970. – Vol. 80 (323). – P. 910–931.

Mbhele T.P. The study of venture capital finance and investment behavior in small and medium-sized enterprises // *SAJEMS NS*. – 2012. – № 1. – P. 94–111.

McGrath R.G. A real options logic for initiating technology positioning investments // *Academy of Management Review*. – 1997. – № 22. – P. 974–996.

McGrath R.G., Ferrier W.J., Mendelow A.L. Real Options as Engines of Choice and Heterogeneity // *Academy of Management Review*. – 2004. – № 29 (1). – P. 86–101.

McGrath R.G., Nerkar A. Real Options Reasoning and a New Look at the R&D Investment Strategies of Pharmaceutical Firms // *Strategic Management Journal*. – 2004. – № 25. – P. 1–21.

Merton R. Applications of Option-Pricing Theory: Twenty-Five Years Later // *American Economic Review*. – 1998. – № 88 (3). – P. 323–349.

Metrick A., Yasuda A. *Venture capital and the finance of innovation* (second edition): John Wiley&Sons, 2011. – 549 p.

Mikaelian T. *An Integrated Real Options Framework for Model-based Identification and Valuation of Options under Uncertainty*: Ph.D. thesis. – Cambridge, Massachusetts, USA, 2009. – 231 p.

Montani D., Gervasio D., Pulcini A. Startup Company Valuation: The State of Art and Future Trends // *International Business Research*. – 2020. – Vol. 13. – № 9. – P. 31–45.

Moon C.J., Walmsley A., Apostolopoulos N. Governance implications of the UN higher education sustainability initiative // *Corporate Governance: International Journal of Business in Society*. – 2018a. – Vol. 18. – № 4. – P. 624–634.

Moon C.J., Walmsley A., Apostolopoulos N. Leadership, management and governance implications of the UN higher education sustainability initiative // *Proceedings of the 14th European Conference on Management, Leadership and Governance (ECMLG 2018)*. – 2018b. – P. 171–179.

Moon C.J., Walmsley A., Apostolopoulos N. Sustainability and entrepreneurship education. A survey of 307 UN HESI signatories // *Proceedings of the European Conference on Innovation and Entrepreneurship (ECIE 2018)*. – 2018c. – P. 498–506.

Myers St. Determinants of corporate borrowing // *Journal of Financial Economics*. – 1977. – № 5. – P. 147–175.

NASDAQ Biotechnology Index [Электронный ресурс]. URL:http://www.nasdaq.com/dynamic/nasdaqbiotech_activity.stm (дата обращения: 14.10.2011).

Nunes C., Oliveira C., Pimentel R. Quasi-analytical solution of an investment problem with decreasing investment cost due to technological innovations [Электронный ресурс]. URL: <http://www.realoptions.org/openconf2019/data/papers/362.pdf> (дата обращения: 25.10.2019).

Pennisi G., Scandizzo P.L. Economic Evaluation in the Age of Uncertainty [Электронный ресурс] // *Evaluation*. – 2006. – Vol 12 (1). – P. 77–94. URL:<http://evi.sagepub.com/cgi/content/abstract/12/1/77> (дата обращения: 25.10.2017).

Pererva P., Besprozvannykh O., Tiutlikova V., Kovalova V., Kudina O., Dorokhov O. Improvement of the Method for Selecting Innovation Projects on the Platform of Innovative Supermarket // *TEM Journal. Technology. Education. Management. Informatics*. – 2019. – Vol. 8. – № 2. – P. 454–461.

Ran L., Li J., Zhao Z. A Fuzzy Approach to Compound R&D Option Valuation [Электронный ресурс]. URL: www.decisionbit.com/study/doc/fuzzy.docS (дата обращения: 12.09.2017).

Real options: definition [Электронный ресурс]. URL: http://www.mccombs.utexas.edu/Faculty/Stthis.Tompadis/research/real_options_siam/definition.htm (дата обращения: 20.03.2017).

Ross S. How is venture capital regulated by the government? [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.investopedia.com/ask/answers/013015/how-venture-capital-regulated-government.asp> (дата обращения: 02.06.2020).

Serra T.J., Laamanen T. Valuation of venture capital investments: empirical evidence // *R&D Management*. – 2001. – № 31 (2). – P. 215–230.

Suozzo P., Cooper S., Sutherland G., Deng Z. Valuation multiples: A primer [Электронный ресурс]. Global Equity Research. Valuation & Accounting. UBS Warburg. – 2001. – Issue 1. – 46 p. URL: <https://macabacus.com/downloads/valuation-multiples-primer.pdf> (дата обращения: 27.10.2020).

Suslov N. Inter-Sector Inter-Region Analysis: Estimating Consequences of Realization of Large Investment Projects in Energy Sector of Russian Economy // *Development of Macro and Interindustrial Methods of Economic Analyses: proceedings of the 21st INFORUM World Conference*. Listvyanka, 26–31 August 2013 / ed. by A. Baranov, V. Suslov; Inst. of Econ. and Industrial Engineering of Sib. Branch of RAS. – Novosibirsk: IEIE SB RAS, 2014. – P. 188–210.

Takalo T., Tanayama T. Adverse selection and financing of innovation: is there a need for R&D subsidies? // *Bank of Finland Research Discussion Papers*. – 2008. – № 19. – P. 1–39.

Tao C., Jinlong Z., Benhai Y., Shan L. A Fuzzy Group Decision Approach to Real Option Valuation // *Rough Sets, Fuzzy Sets, Data Mining and Granular Computing, RSFDGrC 2007: Proceedings of 11th International Conference, Toronto, Canada, May 14–16, 2007*. – 2007a. – P. 103–110.

Tao C., Jinlong Z., Shan L., Benhai Y. Fuzzy Real Option Analysis for IT Investment in Nuclear Power Station // *Computational Science – ICCS 2007: Proceedings of 7th International Conference, Beijing, China, May 27–30, 2007*. – 2007b. – Part III. – P. 953–959.

Thaler R.H. Irving Fisher: Modern Behavioral Economist // *The American Economic Review / Papers and Proceedings of the Hundred and Fourth Annual Meeting of the American Economic Association*. – 1997. – Vol. 87. – № 2. – P. 439–441.

Tolga A.C., Kahraman 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.

Tomo S. On the Development of Böhm-Bawerk's Interest. Theory from 'Fisherian' to 'Wicksellian' // *History of Economics Review*. – 1997. – № 26. – P. 1–10.

Tong W.T., Li Y. Real Options and Investment Mode: Evidence from Corporate Venture Capital and Acquisition // *Organization Science*. – 2011. – Vol. 22. – № 3. – P. 659–674.

Topka V.V. Selection of Priority Areas in Research and Development // *Journal of Computer and Systems Sciences International*. – 2019. – № 58. – P. 616–625.

Triantis A., Borison A. Real Options: State of the Practice // *Journal of Applied Corporate Finance*. – 2001. – Vol. 14. – P. 8–24.

Trigeorgis L. Real Options in Capital Investment: Models, Strategies and Applications. – Westport, Connecticut, 1995. – 355 p.

Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. – Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. – 1996, 427 p.

Tsamboulas D., Mikroudou G. EFECT – evaluation framework of environmental impacts and costs of transport initiatives // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. – 2000. – Vol. 5. – № 4. – P. 283–303.

Ucal I., Kahraman C. Fuzzy Real Options Valuation for Oil Investments // *Technological and Economic Development of Economy*. – 2009. – № 15 (4). – P. 646–669.

Umerov R.E. Principles and methods of efficiency evaluation for innovation activity of SME's // *Actual Problems of Economics*. – 2011. – Vol. 125. – № 11. – P. 108–115.

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.

Venture capital investments [Электронный ресурс]. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=VC_INVEST (дата обращения: 17.04.2020).

Venture Funding in Brazil Soars To \$1.3B in 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://news.crunchbase.com/news/venture-funding-in-brazil-soars-to-1-3b-in-2018> (дата обращения: 17.04.2020).

Vernimmen P. Corporate finance: theory and practice / P. Vernimmen, P. Quiry, M. Dallocchio, Ya. Le Fur, A. Salvi (fourth edition): John Wiley&Sons, 2014. – 980 p.

Vishnevskaya M., Kozenkov D., Kaut O. Development of methodology for the calculation of the project innovation indicator and its criteria components // *Baltic Journal of Economic Studies*. – 2017. – Vol. 3. – № 5. – P. 61–69.

Wadhwa A., Phelps C. An Option to Ally: A Dyadic Analysis of Corporate Venture Capital Relationships [Электронный ресурс] // *Atlanta Competitive Advantage Conference 2010*. URL:<http://ssrn.com/abstract=1553322> (дата обращения: 25.03.2017).

Wang J., Hwang W.-L. A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real options valuation model // *OMEGA. The International Journal of Management Science*. – 2007. – № 35. – P. 247–257.

Wang Q., Kilgour D.M., Hipel K.W. Facilitating Risky Project Negotiation: An Integrated Approach Using Fuzzy Real Options, Multicriteria Analysis, and Conflict Analysis // *Information Sciences*. – 2015. – № 295. – P. 544–557.

Warner A.G., Fairbank J.F., Steensma K.H. Managing Uncertainty in a Formal Standards-based Industry: A Real Options Perspective on Acquisition Timing // *Journal of Management*. – 2006. – № 32. – P. 279–298.

Wu H.-Ch. Using Fuzzy Sets Theory and Black-Scholes Formula to Generate Pricing Boundaries of European Options // *Applied Mathematics and Computation*. – 2007. – № 185. – P. 136–146.

Xu B., Zheng H., Xu Y., Wang T. Configurational paths to sponsor satisfaction in crowdfunding // *Journal of Business Research*. – 2016. – Vol. 69 (2). – P. 915–927.

You C., Lee C.K.M., Chen S.L., Jiao R.J. A real option theoretic fuzzy evaluation model for enterprise resource planning investment // *Journal of Engineering and Technology Management*. – 2012. – № 29. – P. 47–61.

Zadeh L.A. Fuzzy sets // *Information and Control*. – 1965. – Vol. 80. – P. 338–353.

Zammori F., Bertolini M., Mezzogori D. A constructive algorithm to maximize the useful life of a mechanical system subjected to ageing, with non-resuppliable spares parts // *International Journal of Industrial Engineering Computations*. – 2020. – № 11. – P. 17–34.

Zhang J., Du H., Tang W. Pricing R&D Option with Combining Randomness and Fuzziness // *Computational Intelligence, ICIC 2006: Proceedings of International Conference on Intelligent Computing, Kunming, China, August 16–19, 2006*. – 2006. – Part II. – P. 798–808.

Zhang X. Venture Capital Investment Selection Decision-Making Base on Fuzzy Theory // *Physics Procedia*. – 2012. – P. 1369–1375.

Zmeškal Z. Application of the fuzzy-stochastic methodology to appraising the firm value as a European call option // *European Journal of Operational Research*. – 2001. – № 135. – P. 303–310.

Zmeškal Z. Generalised soft binomial American real option pricing model (fuzzy-stochastic approach) // *European Journal of Operational Research*. – 2010. – № 207. – P. 1096–1103.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Венчурное финансирование в инновационной экономике: мировой опыт и российские перспективы	14
1.1. Механизм венчурного финансирования инновационной деятельности: мировой опыт	14
1.2. Состояние венчурной индустрии в России	23
1.3. Проблемы и перспективы развития венчурного финансирования в России	34
1.4. Подход к развитию инфраструктуры венчурного финансирования инновационных проектов в регионах России	41
Глава 2. Современные подходы к анализу эффективности инвестиционных проектов	51
2.1. Методы и модели оценки эффективности инвестиционных проектов: истоки и современность	51
2.2. Методы оценки инвестиционных проектов при венчурном финансировании	64
2.3. Классическая концепция реальных опционов	75
2.3.1. Основы теории реальных опционов	75
2.3.2. Эволюция подходов к трактовке экономической сущности категории «реальный опцион»	84
2.4. Применение нечетко-множественного подхода в оценке эффективности финансирования инвестиционных проектов	92
2.4.1. Синтез метода реальных опционов и метода нечетких множеств для оценки эффективности финансирования инновационных проектов: критический обзор зарубежных исследований	94
2.4.2. Отражение научного интереса к применению метода нечетких множеств для анализа эффективности инвестиционных и инновационных проектов в диссертационных исследованиях в России	104
Глава 3. Совершенствование методологии оценки эффективности венчурного финансирования инновационных проектов с использованием опционного и нечетко-множественного подходов	108
3.1. Развитие концепции реальных опционов в направлении ее приложения к венчурному финансированию инновационных проектов в нечетко-множественной постановке	108

3.2. Методика оценки эффективности инновационных проектов с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов и нечетко-множественного подхода	122
3.3. Нечетко-множественная оценка надежности и устойчивости показателей эффективности инновационного проекта	132
3.4. Обоснование границ надежности и устойчивости показателей эффективности инновационного проекта	140
Глава 4. Оценка эффективности венчурного финансирования инновационных проектов с использованием метода реальных опционов и нечетко-множественного подхода в фармацевтической и нефтехимической промышленности	148
4.1. Оценка эффективности инновационного проекта в фармацевтической промышленности с позиции венчурного фонда с применением опционного и нечетко-множественного подходов	148
4.2. Оценка эффективности инновационного проекта в нефтехимической промышленности для венчурного фонда с использованием метода реальных опционов	156
4.3. Оценка эффективности инновационного проекта в нефтехимической промышленности для венчурного фонда с применением метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа	167
Глава 5. Оценка эффективности венчурного финансирования инновационного проекта по созданию производства моторного топлива из высокоэнергонасыщенной биомассы с использованием опционного и нечетко-множественного анализа	181
5.1. Описание проекта по созданию производства биотоплива и его показателей	181
5.2. Оценка эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива с позиции венчурного фонда с использованием метода реальных опционов	183
5.3. Оценка эффективности инновационного проекта по производству биодизельного топлива для венчурного фонда с применением метода реальных опционов на основе нечетко-множественного подхода	196
Заключение	225
Библиографический список	239

CONTENTS

Introduction	5
Chapter 1. Venture capital financing in the innovation economy: world experience and russian perspectives	14
1.1. Mechanism of the venture financing of innovative activity: world experience	14
1.2. State of the venture capital industry in Russia	23
1.3. Problems and prospects of the development of venture fi- nancing in Russia	34
1.4. Approach to the development of infrastructure for venture financing of innovative projects in the regions of Russia	41
Chapter 2. Modern approaches to the analysis of the efficiency of in- vestment projects	51
2.1. Methods and models for assessing the effectiveness of in- vestment projects: origins and modernity	51
2.2. Methods for evaluating investment projects with venture financing	64
2.3. Classic concept of real options	75
2.3.1. Fundamentals of real options theory	75
2.3.2. The evolution of approaches to interpretation of the eco- nomic essence of the category "real option"	84
2.4. Application of the fuzzy-multiple approach in assessing the efficiency investment projects financing	92
2.4.1. Synthesis of the real options method and the fuzzy sets method to assess the effectiveness of financing innovative projects: a critical review of foreign research	94
2.4.2. Scientific interest reflection in the application of the fuzzy sets method for analyzing the effectiveness of in- vestment and innovative projects in dissertation research- es in Russia	104
Chapter 3. Methodology improvement of assessing the venture fi- nancing of innovative projects efficiency using option and fuzzy-multiple approaches	108
3.1. Real options concept development in direction of its appli- cation to venture financing of innovative projects in fuzzy multiple formulation	108
3.2. Methodology for evaluating of the effectiveness of innova- tive projects with venture financing based on real options method and fuzzy multiple approach	122

3.3. Fuzzy-multiple assessment of reliability and sustainability of indicators of innovative project efficiency	132
3.4. Substantiation of the boundaries of reliability and sustainability of the indicators of innovative project efficiency	140
Chapter 4. Evaluation of the efficiency of venture financing of innovative projects using real options method and fuzzy-multiple approach in the pharmaceutical and petrochemical industry	148
4.1. Evaluation of innovative project efficiency in the pharmaceutical industry from the perspective of a venture fund using option and fuzzy-multiple approaches	148
4.2. Evaluation of innovative project efficiency in the petrochemical industry for a venture fund using real options method	156
4.3. Evaluation of innovative project efficiency in the petrochemical industry for a venture fund using the real options method based on fuzzy-multiple analysis	167
Chapter 5. Evaluation of the efficiency of venture financing of innovative project for creation of motor fuel from high-energy biomass using option and fuzzy-multiple analysis	181
5.1. Description of the biofuel production project and its indicators	181
5.2. Evaluation of the efficiency of innovative project for the biodiesel production from the perspective of a venture fund using real options method	183
5.3. Evaluation of the efficiency of innovative project for the biodiesel production for a venture fund using real options method based on fuzzy-multiple approach	196
Conclusion	225
Bibliography	239

План изданий ИЭОПП СО РАН, 2022 г.

Научное издание

д.э.н. Александр Олегович Баранов
д.э.н. Елена Игоревна Музыка

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ
ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

В двух частях

Часть I

Оформление обложки

С.А. Дучкова, А.С. Кузнецова

Компьютерная вёрстка

С.А. Дучкова

Подписано к печати 27 июня 2022 г. Формат бумаги 60×84¹/₁₆. Гарнитура «Таймс».
Объём п.л. 17. Уч.-изд.л. 15,8. Тираж 500 экз. Заказ № 79.

Издательство ИЭОПП СО РАН
Участок оперативной полиграфии ИЭОПП СО РАН,
630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 17.