

УДК 338.9
ББК 65.9 (2Р) 30-2
Б 241

Б 241 Баранов А.О., Музыка Е.И., Павлов В.Н. Оценка эффективности инновационных проектов с использованием опционного и нечетко-множественного подходов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2018. – 336 с.

ISBN 978-5-89665-324-0

Монография посвящена развитию теории и методов оценки экономической эффективности инновационных проектов на основе концепции реальных опционов и нечетко-множественного анализа. В книге рассмотрены вопросы приложения метода реальных опционов в совокупности с методом нечетких множеств к оценке эффективности венчурного финансирования инновационных проектов. Дано методологическое обоснование целесообразности применения концепции реальных опционов, а также аппарата нечетких множеств для совершенствования инструментария анализа экономической эффективности инноваций. Представлена новая методика оценки экономической эффективности инновационных проектов с прямым или венчурным финансированием на основе метода реальных опционов с использованием модифицированной формулы Геске и включением нечетко-множественного анализа, а также разработан оригинальный алгоритм ее практической реализации. Проведена апробация предложенной методики на примере инновационных проектов в фармацевтической и нефтехимической промышленности России.

Работа выполнена в рамках плана НИР ИЭОПП СО РАН, проект XI.170.1.2. (0325-2017-0013) «Формирование основ теории инновационной экономики: операциональные определения, измерения, модели, научно-технологические прогнозы и программы».

Издание адресовано работникам науки, венчурных фондов, органов власти и управления, а также студентам, магистрантам, аспирантам и преподавателям вузов.

Монография подготовлена авторским коллективом в составе:

д-р экон. наук *А.О. Баранов* (Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН; Новосибирский государственный университет): предисловие; гл. 6: п. 6.1, п. 6.2, п. 6.4.1; гл. 7; гл. 8;

канд. экон. наук *Е.И. Музыка* (Новосибирский государственный технический университет; Новосибирский государственный университет): предисловие; введение; гл. 1; гл. 2; гл. 3; гл. 4; гл. 5; гл. 6; гл. 7; гл. 8;

д-р тех. наук *В.Н. Павлов* (Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН): гл. 5 п. 5.4; гл. 6 п. 6.3, п. 6.4; гл. 7, п. 7.4; гл. 8, п. 8.3.

Рецензенты:

д.э.н. А.П. Ермилов, д.э.н. Т.О. Тагаева, к.э.н. Е.А. Стукаленко

УДК 338.9
ББК 65.9 (2Р) 30-2

ISBN 978-5-89665-324-0
DOI: 10.15372/EPRF20180101

© ИЭОПП СО РАН, 2018 г.
© Баранов А.О., Музыка Е.И.,
Павлов В.Н., 2018 г.

Раздел III

ПРИМЕНЕНИЕ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ
К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ
ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

**Глава 7. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНЧУРНОГО
ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО
ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА
РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ И
НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДА
В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**7.1. Анализ экономической эффективности инновационного проекта
в фармацевтической промышленности традиционным методом NPV**

Краткая информация о компании-инициаторе проекта¹

В данной работе для построения финансовой модели, проведения расчетов и получения выводов по ним используются данные действующей компании. Рассматриваемая компания, которая в дальнейшем будет называться «Х», работает на рынке изделий фармацевтической промышленности премиум-сегмента. Компания «Х» входит в группу компаний «У», которая, в свою очередь, действует в смежном сегменте рынка с 1994 г.

Группа компаний «У» (далее по тексту – компания) уже более 9 лет занимается разработкой и продвижением высококачественных и высокоэффективных изделий фармацевтической промышленности. За это время было введено в эксплуатацию три технологических линии на арендованных площадях в городе N1. Было разработано более сорока рецептов средств фармацевтической промышленности под торговыми марками «А», «В» и «С», многие из которых запатентованы в Российской Федерации и других странах мира. В настоящий момент компания «У» находится в динамичном развитии как по объемам производства, так и по объемам продаж (табл. 7.1; рис. 7.1) и уже составляет реальную конкуренцию известным импортным производителям подобных продуктов.

Таблица 7.1

Динамика продаж группы компаний «У» в 2005–2010 гг.

Показатель	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 к 2005
Продажи группы компаний "У", фактические цены, тыс. руб.	97 112	210 304	353 505	534 566	652 216	973 731	
Темп роста, %	–	217	168	151	122	149	1003

Источник: расчет авторов на основе данных Группы компаний «У».

¹ В дальнейшем в целях сохранения коммерческой тайны не будут приводиться реальные названия компании и ее продукции.

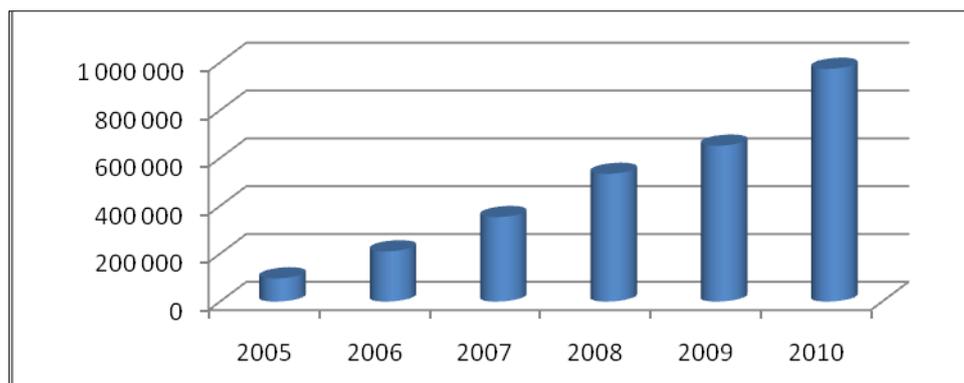


Рис. 7.1. Динамика продаж группы компаний «У» в 2005–2010 гг. (фактические цены), тыс. руб.

Группа компаний «У» является растущей компанией принципиально нового инновационного типа: в основу динамично растущего бизнеса положены реальные научные достижения, защищенные патентами во многих странах мира. Развитие подобного бизнеса в высшей степени актуально как с точки зрения перехода экономики Российской Федерации к инновационному пути развития, так и с позиции импортозамещения – перехода от потребления импортных продуктов на продукты российских компаний, производимых на территории Российской Федерации, и с позиции улучшения здоровья населения через повышение эффективности профилактики заболеваний D.

История бизнеса компании началась в 2001 г., когда владельцами холдинга «Z» (крупнейший в РФ поставщик оборудования и материалов для фармацевтической промышленности на рынке с 1994 г.) было принято решение об открытии нового направления – распространения средств профилактики заболеваний D. Несколько лет основой бизнеса была дистрибуция изделий фармацевтической промышленности торговой марки α. В 2003 г. было принято решение о создании собственного производства изделий фармацевтической промышленности. В мае 2004 г. начались поставки изделий фармацевтической промышленности торговой марки «А». В сентябре 2007 г. на заводе компании в городе N1 была открыта вторая производственная линия, позволившая увеличить возможности собственного производства.

Компания имеет разветвленную торговую сеть. Продукция представлена в торговых точках в большинстве регионов РФ, реализация продукции производится как напрямую, так и через дистрибьюторов. Продукция компании представлена в РФ во всех типах торговых точек: аптеки, торговые предприятия мелкой розницы, торговые сети. Отдельное внимание стоит уделить представлению продукции в клиниках: продукция компании пользуется заслуженным уважением практикующих врачей, многие из которых в значительной мере основывают на ней профилактику заболеваний D у пациентов. Для поставок в клиники специально создана отдельная линейка продукции «А-М».

Реализация продукции компании производится и в зарубежных странах: с 2007 г. начались продажи в странах Балтии, с 2007 г. – в Финляндии, с 2008 г. – в странах СНГ. В 2009 г. продукция появилась на рынке Германии.

Компания является эксклюзивным дистрибьютором на территории РФ известных мировых торговых марок изделий фармацевтической промышленности.

Компания представляет на рынке полный спектр средств изделий фармацевтической промышленности, а также других видов косметической, медицинской продукции, производимых как собственным, так и контрактным производством.

Идея проекта и его основные цели

Основная идея проекта состоит в повышении устойчивости и расширении бизнеса по производству и продажам изделий фармацевтической промышленности премиум сегмента и других видов косметической продукции, разработанных и производимых группой компаний «У».

Основные цели проекта.

1. Организация производства на собственных производственных площадях (на новом заводе ООО «Х-Н2»). Это улучшает устойчивость бизнеса группы компаний «У», который становится независим от рисков, связанных с арендой производственных зданий. Собственные площади также позволяют более эффективно реализовать организацию производственных процессов и логистику компании, поскольку еще на этапе проектирования зданий и помещений будут учитываться потребности производственного подразделения компании на основе опыта работы с 2004 г. и на перспективу (с учетом планируемого роста производства).

2. Проект позволит увеличить прибыль группы компаний, так как увеличение производственных мощностей в 10 раз позволит обеспечить рост продаж, связанный с выведением на рынок новых продуктов и повышением доли на рынке по существующим продуктам.

Для достижения этих целей в г. Н2 осуществляется строительство производственно-офисного здания общей площадью более 6000 кв. м.

Требуемый для реализации проекта объем инвестиций и их структура

Общий объем инвестиций в проект, включая остаточную стоимость уже имеющегося на действующем производстве оборудования, которое будет перенесено на новое предприятие, и вложения в прирост оборотного капитала в 2008–2018 гг., составляет примерно 1 036 652 тыс. руб. (включая НДС, табл. 7.2; рис. 7.2, 7.3). Общий объем инвестиций во внеоборотные активы, включая затраты на оборудование, инженерные системы, программное обеспечение, строительные-монтажные работы, проектные работы, внешние сети и коммуникации, подъездные пути и ограждения и прочие затраты в период проектирования и строительства предприятия в г. Н2, составят 326 210 тыс. руб. (табл. 7.3, рис. 7.4).

Описание продукции и ее инновационной составляющей

Описание всего спектра продукции

Полная номенклатура продукции, продаваемой группой компаний «У», насчитывает более 90 наименований. Реализацию товаров группой компаний «У» можно укрупненно разбить на две составляющие:

1. Производство и продажа собственной продукции.
2. Продажа импортной продукции в России и в других странах.

Отличительные особенности и инновационная составляющая продукции

Новая перспективная линия изделий фармацевтической промышленности «А» разрабатывалась с учетом изменения индивидуальных потребностей человека на протяжении жизни от младенчества до преклонного возраста.

Основное направление инноваций при разработке изделий фармацевтической промышленности «А»:

- 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 пищевых добавок;

- разработка методов контроля эффективности готовых продуктов.
- Ассортимент изделий фармацевтической промышленности «А», представленных сегодня на рынке, включает в себя продукцию для всех возрастных групп.

Таблица 7.2

Динамика инвестиций в проект «А» в 2008–2018 гг. с разбиением по элементам, с учетом НДС, тыс. руб.

Показатели	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2008–2018, всего
Инвестиции во внеоборотные активы – всего,	751	3 055	42 614	273 493	6 297	–	–	–	–	–	–	326 210
В том числе: вложения имеющегося оборудования	–	–	–	–	5 497	–	–	–	–	–	–	5 497
затраты на приобретение новых машин, оборудования, ПО	–	11	13	94 600	–	–	–	–	–	–	–	94 624
затраты на СМР	–	–	35 290	133 833	–	–	–	–	–	–	–	169 123
прочие капитальные работы и затраты	751	3 044	7 311	45 060	800	–	–	–	–	–	–	56 966
Инвестиции в прирост оборотного капитала	0	0	45 501	54 174	46 312	55 157	66 781	80 908	98 091	119 011	144 506	710 442
Инвестиции, всего	751	3 055	88 115	327 667	52 609	55 157	66 781	80 908	98 091	119 011	144 506	1 036 652

Источник: данные группы «У», результаты расчетов по финансовой модели проекта.

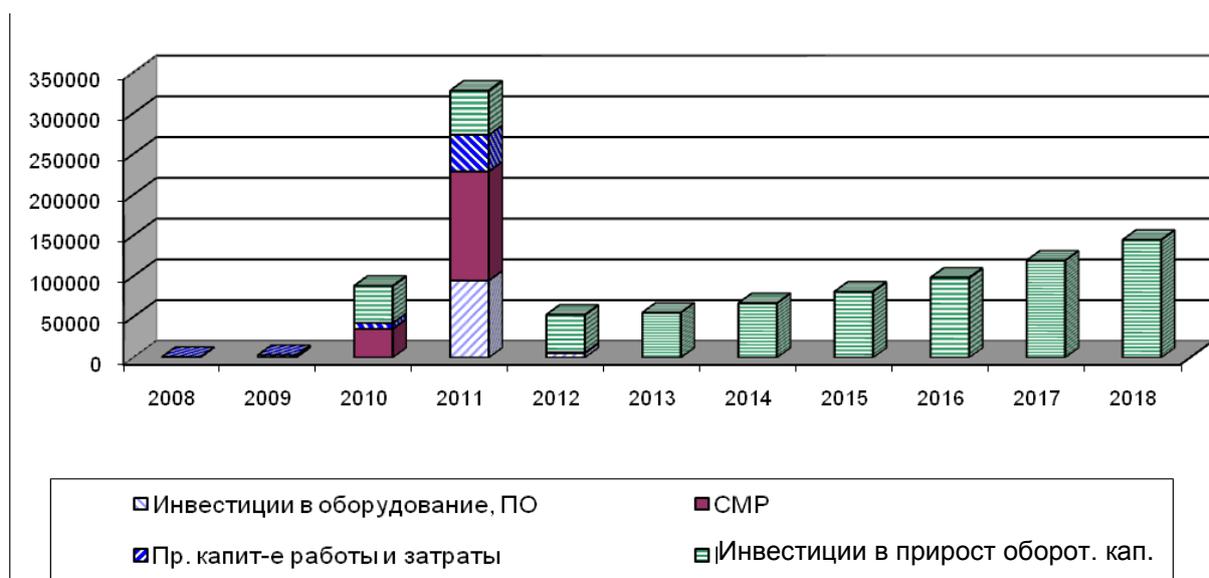


Рис. 7.2. Динамика инвестиций в проект «А» по годам по видам инвестиций, тыс. руб.

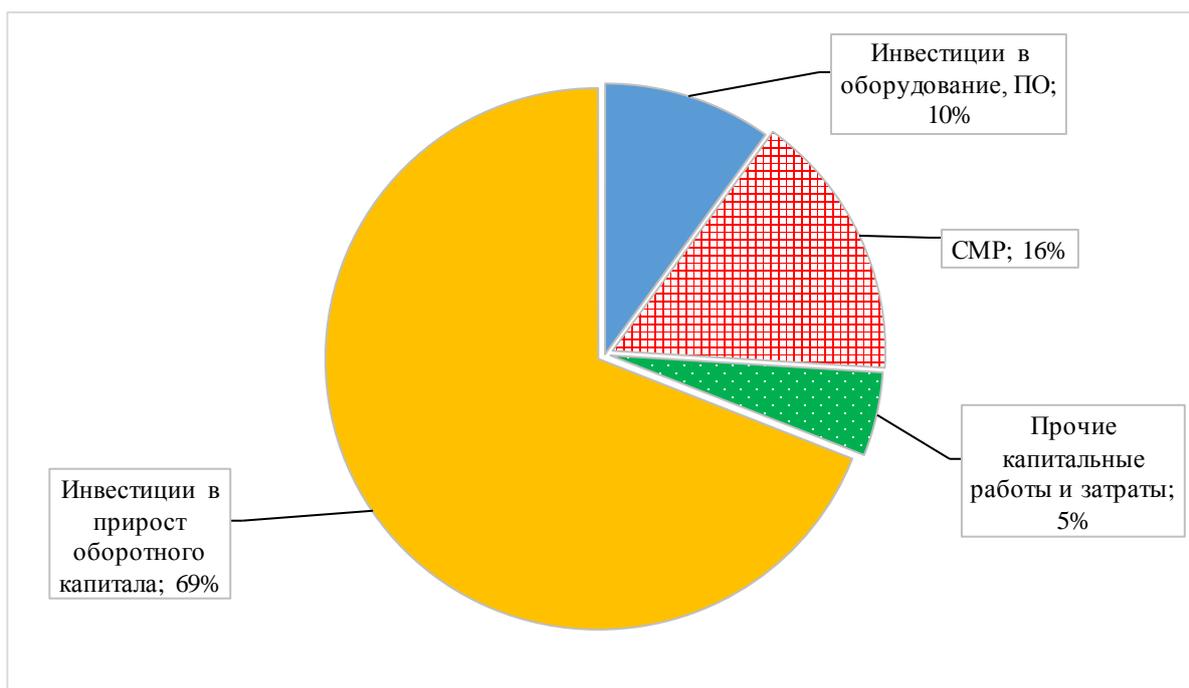


Рис. 7.3. Структура инвестиций в проект «А» в 2008–2018 гг., %

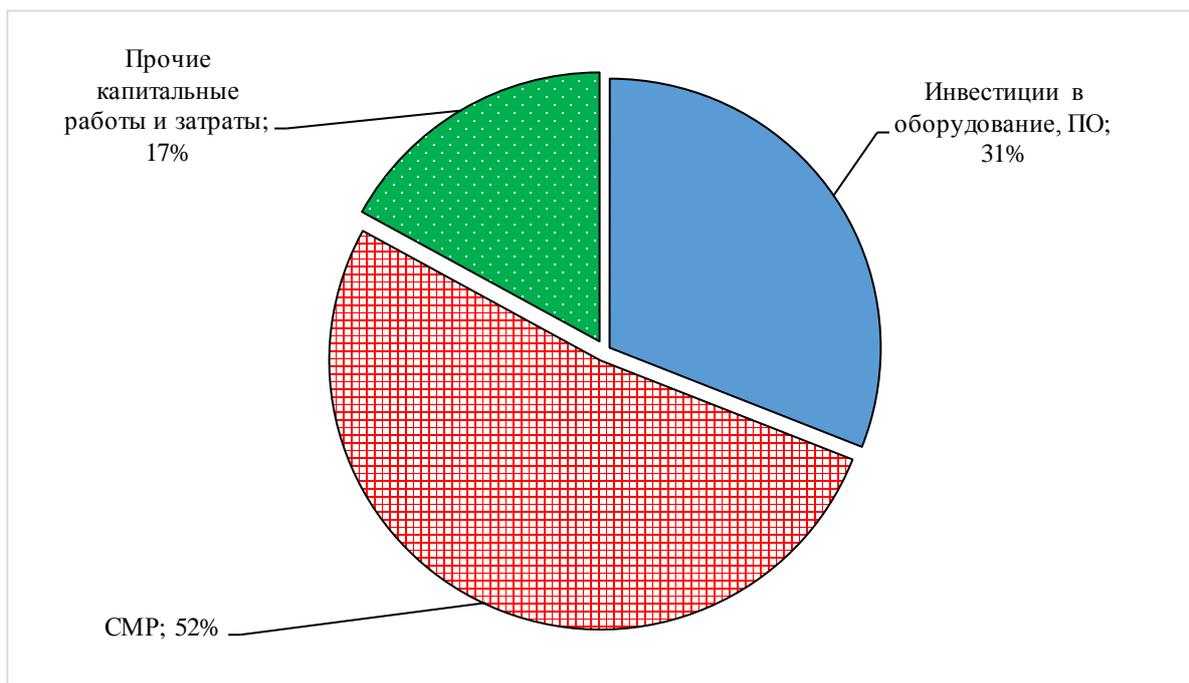


Рис. 7.4. Структура инвестиций в проект «А» в 2008–2018 гг. во внеоборотные активы, %.

Группа компаний «У» имеет международные, иностранные и российские патенты на шесть изобретений и формул, связанных с разработкой и производством изделий фармацевтической промышленности. Помимо этого группа располагает двадцатью зарегистрированными в России и за рубежом товарными знаками. Патенты и защищенные товарные знаки дают гарантии прав на интеллектуальную собственность группе «У».

.....

Емкость рынка изделий фармацевтической промышленности

По различным оценкам емкость рынка выпускаемого компанией типа изделий фармацевтической промышленности в России в 2009 г. составила примерно 26,8 млрд руб., в том числе емкость премиум сегмента оценивается на уровне около 4,0–5,4 млрд руб. (15–20% от общего объема рынка изделий фармацевтической промышленности).

Емкость рынка выпускаемого компанией типа изделий фармацевтической промышленности в России в 2018 г. может быть оценена на уровне примерно 56,2 млрд руб., а изделий фармацевтической промышленности данного типа премиум сегмента – на уровне около 9,9 млрд руб.

Исходя из объема продаж данного типа изделий фармацевтической промышленности группы компаний «У» в 2009 г., равном 471 млн руб. (за исключением импортных изделий фармацевтической промышленности), ее доля в общем объеме продаж изделий данного типа в России составила 1,8%, а в продажах изделий данного типа премиум сегмента – около 10%. В результате роста объемов продаж данного типа изделий фармацевтической промышленности группы компаний «У» в период 2009–2018 гг. примерно в 3,4 раза величина этого показателя в 2018 г. составит 1 610 млн руб. Доля группы компаний «У» на рынке данного типа изделий фармацевтической промышленности в России заметно возрастет и составит в 2018 г.: в общем объеме продаж 2,9%, а в объеме продаж изделий данного типа премиум сегмента – 16,3%.

Относительно рынка Европейского союза необходимо отметить, что в 2018 г., при предположении о среднегодовом приросте на уровне 6,4%, объем рынка составит приблизительно 7,2 млрд долл. Тогда, в соответствии с бизнес-планом, группа «У» будет продавать примерно на 266 млн руб. (7,8 млн долл.), что составит незначительную долю рынка ЕС – около 0,1%. При предположении о том, что рынок изделий фармацевтической промышленности данного типа премиум сегмента составляет в ЕС 20% от общей величины рынка изделий фармацевтической промышленности данного типа (т.е. в 2018 г. будет равен примерно 1,4 млрд долл.) доля группы «У» на рынке изделий данного типа премиум сегмента ЕС в 2018 г. составит примерно 0,6%.

Финансовый прогноз, оценка экономической эффективности проекта

Цены на продукцию

Полный список продукции, реализуемой группой компаний «У», составляет около 90 наименований. Поэтому в целях операционализации результатов финансового прогноза при его разработке рассматривалась укрупненная номенклатура продукции, включающая 12 групп.

Цены по этим двенадцати группам продукции определялись как внутренние цены отгрузки с завода для других подразделений Группы «У», занимающихся продажами, а для групп – как средние арифметические значения цен продукции соответствующей группы. Далее они были экспертно уточнены и согласованы с руководством группы компаний «У». Цены на рынках России, СНГ и Европы – идентичны, так как завод отгружает свою продукцию другим подразделениям по одним ценам.

Прогнозные расчеты на период 2012–2018 гг. выполнялись в сопоставимых ценах второго квартала 2011 г.

Динамика и структура продаж в 2012–2018 гг.

В соответствии с прогнозом, представленном в бизнес-плане проекта, объем продаж группы компаний, «У», с 2012 по 2018 год должен увеличиться примерно в 3,88 раза (табл. 7.3, 7.4), с 443 млн руб. в 2012 г. до 1722 млн руб. в 2018 г.

Если говорить о продажах всей группы, то в региональном разрезе наиболее высокие темпы роста продаж прогнозируются на рынке Европейского Союза: рост при-

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

мерно в 7 раз за тот же период 2012–2018 гг. Продажи в СНГ увеличатся примерно в 6,5 раза. В РФ объем продаж предполагается увеличить в 3,65 раза.

Среднегодовой темп прироста продаж в России (20%) обосновывается высокими темпами роста продаж данного типа изделий фармацевтической промышленности в Восточной Европе в начале XXI века (12,2% в среднем за год), а также расширением в составе населения России среднего класса, что, по нашей оценке, должно обеспечить опережающие темпы роста продаж данного типа изделий фармацевтической промышленности премиум сегмента по сравнению с темпами роста продаж на рынке данного типа изделий фармацевтической промышленности в целом. В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. [Концепция... (эл. ист. инф.)], доля среднего класса, который располагает материальными возможностями по приобретению данного типа изделий фармацевтической промышленности премиум-сегмента, в период до 2020 г. должна возрасти до 50% или примерно в два раза по сравнению с 2008 г.

Таблица 7.3

Динамика продаж завода в 2012–2018 гг., млн руб. (цены II кв. 2011 г.)

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Объем продаж, всего	443	662	800	968	1 172	1 420	1 722
В том числе продукция собственного производства	443	662	800	968	1 172	1 420	1 722
Региональный разрез общего объема продаж							
Россия	409	600	720	864	1 037	1 244	1 493
СНГ	21	37	48	63	82	106	138
Европейский союз	13	25	32	42	54	70	91

Источник: результаты расчетов авторов по финансовой модели проекта (данные группы «У»).

Таблица 7.4

Темп прироста продаж завода в 2013–2018 гг., %

Показатель	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Темп прироста	49	21	21	21	21	21

Источник: результаты расчетов авторов по финансовой модели проекта (данные группы «У»).

Прогноз прибылей и убытков

Структура затрат и ее динамика

В структуре затрат завода с момента его запуска в 2012 г. (с учетом НДС) около 73,8% составляют переменные расходы (табл. 7.5). В состав переменных расходов входит заработная плата производственного персонала с начислениями, затраты на сырье и материалы, затраты на тепло и электроэнергию в части, относимой на переменные расходы.

Вторая по значимости составляющая затрат – налоги. Их доля колеблется в пределах 20,9–22,7% (см. табл. 7.5).

В прогнозном периоде (2012–2018 гг.) структура затрат завода изменится в направлении снижения доли условно-постоянных расходов (с 3,6 до 1,1%) Это заработная плата управленческого персонала с начислениями, затраты на аренду помещений и оборудования, командировочные расходы, оплата аудиторских, нотариальных, дизайнерских, информационных и других услуг, затраты на рекламу, оплата

обучения сотрудников, охраны, затраты на тепло и электроэнергию в части, относимой на условно-постоянные расходы и т.д.

Оставшаяся незначительная часть затрат приходится на амортизацию внеоборотных активов (основных фондов и программного обеспечения).

Таблица 7.5

Структура затрат завода в городе N2

Показатель	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Переменные расходы, всего, (с НДС), тыс. руб.	0	0	0	253 597	378 976	458 031	530 650	642 021	777 237	941 540
%	0,0	0,0	0,0	73,8	76	75,4	74,3	74,7	75,1	75,5
Переменные расходы, всего, (без НДС), тыс. руб.	0	0	0	217 552	325 109	392 932	455 478	551 079	667 152	808 197
Расход Э.Э., (с НДС), тыс. руб.	0	0	0	880	1 315	1 590	1 925	2 332	2 826	3 428
З/П с начислениями в усл.-пост. расх., тыс. руб.	1 320	1 320	1 320	2 640	2 760	3 120	3 780	4 000	4 000	4 000
Условно-пост. расходы, всего (с НДС), тыс. руб.	1 650	1 980	1 980	12 314	13 240	13 385	13 831	13 836	13 621	13 407
%	48,9	48,4	31,6	3,6	2,7	2,2	1,9	1,6	1,3	1,1
Налоги, тыс. руб.	923	1 235	1 202	71 766	97 216	126 632	160 178	193 422	233 879	283 189
%	27,4	30,2	19,2	20,9	19,5	20,8	22,4	22,5	22,6	22,7
Амортизация, тыс. руб.	799	880	3 081	6 094	8 839	9 754	9 754	9 754	9 754	9 754
%	23,7	21,5	49,2	1,8	1,8	1,6	1,4	1,1	0,9	0,8
Затраты, всего, тыс. руб.	3 372	4 095	6 263	343 772	498 272	607 802	714 413	859 032	1 034 491	1 247 889

Источник: результаты расчетов авторов по финансовой модели проекта (данные группы «У»).

Анализ динамики основных показателей счета прибылей и убытков

Анализ счета прибылей и убытков и его динамики в прогнозном периоде 2012–2018 гг. позволяет сделать следующие выводы.

Группа компаний «У» имеет стабильный уровень валовой маржи (gross margin) в объеме продаж, который остается стабильным в течение всего прогнозного периода, испытывая незначительные колебания в пределах 68–70%.

Ожидаемая прибыльность продаж по чистой прибыли в 2012 г. составляет 11% и возрастает до 15% в 2018 г. Рост прогнозируемой прибыльности продаж обусловлен снижением доли условно-постоянных расходов в затратах.

Чистая прибыль возрастает со 140 309 тыс. руб. в 2012 г. до 591 235 тыс. руб. в 2018 г. или примерно в 4,2 раза.

Прогноз прибылей и убытков представлен в табл. П5 Приложения. Динамика чистой прибыли после налогообложения представлена на рис. 7.5.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

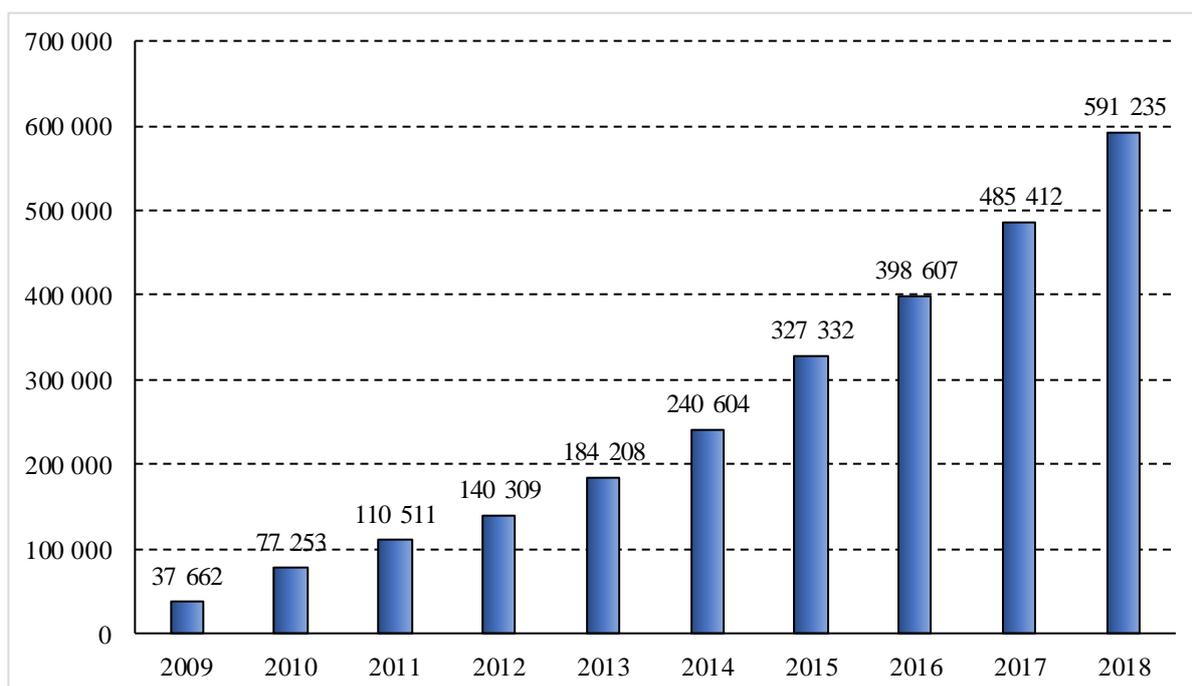


Рис. 7.5. Динамика чистой прибыли после налогообложения (NPAT), тыс. руб.

Прогноз динамики внеоборотных активов

Прогноз динамики внеоборотных активов приведен в табл. 7.6 и на рис. 7.6.

В период осуществления инвестиций стоимость внеоборотных активов резко возрастает: с 9 430 тыс. руб. на начало 2009 г. до 266 055 тыс. руб. на начало 2013 г. Далее балансовая стоимость постепенно уменьшается по мере амортизации основных фондов и нематериальных активов.

Таблица 7.6

Динамика инвестиций в основной капитал и внеоборотных активов завода в 2009–2018 гг., тыс. руб., цены II кв. 2011 г.

Показатель	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Инвестиции во внеоборотные активы										
Инвестиции в основной капитал	2580	36103	231774	678	0	0	0	0	0	0
В том числе: затраты на приобретение машин, оборудования, транспортных средств	0	0	80169	0	0	0	0	0	0	0
СМР и прочие капитальные работы и затраты	2580	36103	151604	678	0	0	0	0	0	0
Инвестиции в основной капитал нарастающим итогом на конец периода	3216	39319	271092	271770	271770	271770	271770	271770	271770	271770
В том числе: затраты на приобретение машин, оборудования, транспортных средств	0	0	80169	80169	80169	80169	80169	80169	80169	80169
СМР и прочие капитальные работы и затраты	3216	39319	190923	191601	191601	191601	191601			

Окончание табл. 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Балансовая стоимость основных фондов и нематериальных активов										
Стоимость основных фондов на начало периода	9430	11210	46433	275127	266055	256302	246550	236797	227045	217292
В том числе:										
машины и оборудование	9430	8630	7831	86206	78753	71299	63846	56393	48939	41486
здания и сооружения	0	2580	38602	188921	187302	185003	182704	180405	178105	175806
Инвестиции в основной капитал	2580	36103	231774	678	0	0	0	0	0	0
Амортизация основных фондов за период	799	879	3080	9750	9753	9753	9753	9753	9753	9753
Стоимость основных фондов на конец периода	11210	46433	275127	266055	256302	246550	236797	227045	217292	207540
В том числе:										
машины и оборудование	8630	7831	86206	78753	71299	63846	56393	48939	41486	34033
здания и сооружения	2580	38602	188921	187302	185003	182704	180405	178105	175806	173507
Стоимость нематериальных активов на начало периода	0	9	20	19	18	17	16	15	14	13
Амортизация нематериальных активов за период	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Стоимость нематериальных активов на конец периода	9	20	19	18	17	16	15	14	13	12

Источник: результаты расчетов авторов по финансовой модели проекта (данные группы «У»).

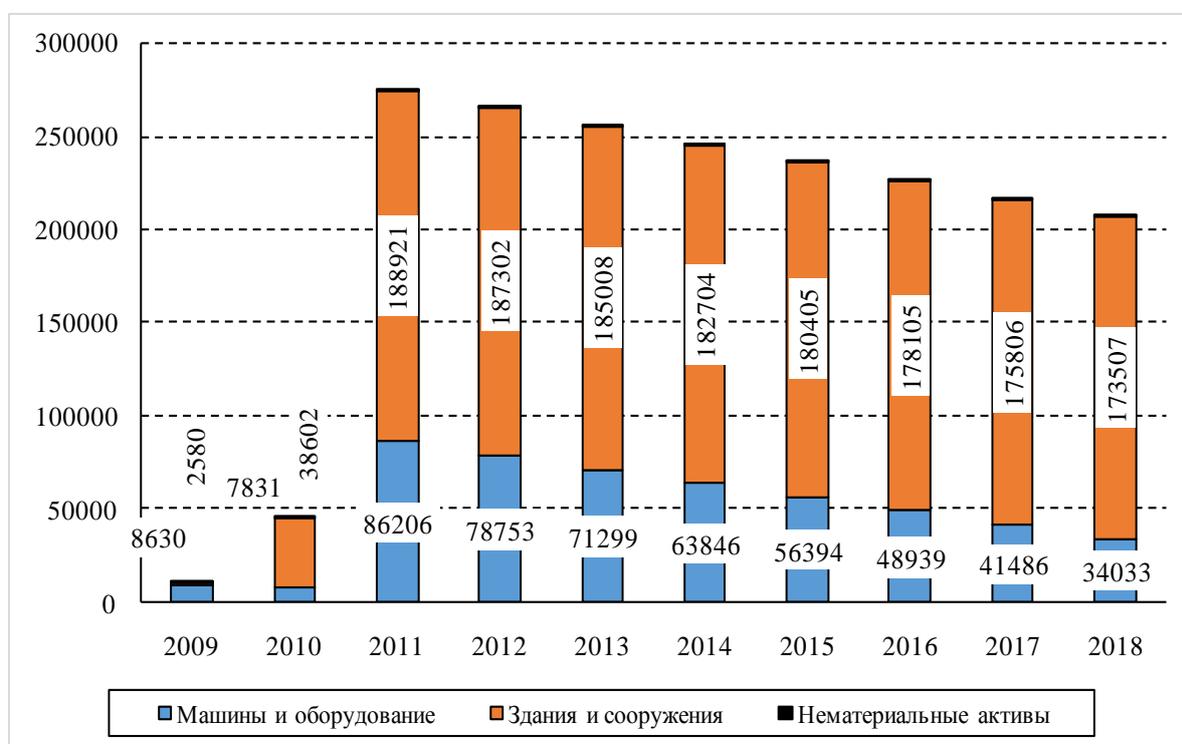


Рис. 7.6. Динамика балансовой стоимости внеоборотных активов завода в 2009–2018 гг., тыс. руб. (цены II кв. 2011 г.)

Прогноз денежных потоков

Прогноз денежных потоков представлен в табл П6 Приложения.

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 г. – 35 000 тыс. руб., в 2010 г. – 197 000 тыс. руб. Компания-инициатор проекта в свою очередь вкладывает следующие средства: нематериальные активы (европейские, российские и американские патенты, известный брэнд, 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).

Показатели экономической эффективности проекта

Расчет показателей экономической эффективности проекта проводился при следующих основных предположениях.

1. Выручка от продаж продукции, произведенной именно на заводе в г. N2 начинается во II кв. 2012 г.

2. Переменные затраты начинаются в I кв. 2012 г., что объясняется тем, что в этом квартале начинается запуск производства на заводе в г. N2.

3. Весь требующийся для реализации проекта объем средств, финансируемый из внешних источников, будет предоставлен исключительно венчурным фондом (232 000 тыс. руб.).

4. Приобретение оборудования для 4-й производственной линии на сумму 52 млн руб. сдвинуто с IV кв. 2011 г. на I кв. 2013 г., поскольку реальная потребность в расширении производственных мощностей возникает по мере увеличения продаж в первой половине 2013 г.

5. Цены на продукцию взяты на уровне внутренних цен отгрузки с завода (ООО «X») другим юридическим лицам, входящим в группу компаний «Y».

6. Условно-постоянные расходы представляют собой сумму условно-постоянных расходов завода: земельный налог, налог на имущество, зарплата управленческого персонала завода и прочие общехозяйственные расходы, принятые в размере 1 млн руб. в квартал.

7. Для расчета чистого приведенного дохода (NPV) применялась ставка дисконтирования, равная 7% годовых. Данный процент рассматривается как ставка вложений в альтернативные активы, под которыми подразумеваются депозиты в наиболее крупном и надежном банке России – Сберегательном банке по состоянию на II кв. 2011 г.

8. Все расчеты по финансовой модели анализируемого проекта проводились в рублях в сопоставимых ценах II-го квартала 2011 г.

9. В качестве ликвидационной стоимости в расчетах по проекту принималась оценка стоимости бизнеса завода ООО «X-N2», которая определялась следующим образом: прогнозная чистая прибыль в 2018 г. (591 235 тыс. руб.) умножалась на величину соотношения цены бизнеса и его дохода (P/E), равную 4. В результате, ликвидационная стоимость принималась на уровне 2 364 940 тыс. руб. (табл. 7.7.). Иначе говоря, предполагалось, что потенциальный покупатель завода ООО «X-N2», исходя из его прибыли в 2018 г., будет рассчитывать на получение от своих инвестиций в приобретение бизнеса дохода в размере 25% годовых.

Проект экономически эффективен (см. табл. 7.7). Внутренняя норма доходности (IRR) составляет 29,85%, чистый приведенный доход (NPV) за период 2009–2018 гг. равен 912 554 тыс. руб. с учетом ликвидационной стоимости. Срок окупаемости, определенный без дисконтирования денежных потоков, равен 6 годам и 1 кварталу, а с учетом дисконтирования – 5 годам.

Таблица 7.7

**Показатели экономической эффективности проекта «А»
за период 2008–2018 гг., тыс. руб.**

Показатель	Всего 2009– 2018	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Инвестиции во внеоборотные активы, без НДС	271 791	3 225	36 114	231 774	678	0	0	0	0	0	0
Инвестиции в прирост материальных оборотных фондов	610 766	0	0	0	46 312	55 157	66 781	80 908	98 091	119 011	144 506
Инвестиции, всего	882 557	3 225	36 114	231 774	46 990	55 157	66 781	80 908	98 091	119 011	144 506
Прирост положительных денежных потоков (чистая прибыль плюс амортизация за минусом уплаты НДС в бюджет) по сравнению с уровнем 2011 г. после введения в действие завода	430 892	0	0	0	36 469	-13 600	-5 983	44 469	78 447	120 047	171 043
Всего положительные и отрицательные потоки, с учетом ликвидационной стоимости по показателю Р/Е=4 (для конца периода)	1 913 275	-3 225	-36 114	-231 774	-10 521	-68 757	-72 764	-36 439	-19 644	1 036	2 391 477
Всего положительные и отрицательные потоки, без учета ликвидационной стоимости	-451 665	-3 225	-36 114	-231 774	-10 521	-68 757	-72 764	-36 439	-19 644	1 036	26 537
Балансовая стоимость внеоборотных фондов на конец 2018 г. (ликвидационная стоимость)	207 551										
Ликвидационная стоимость по показателю Р/Е	2 364 940										
Р/Е (25% на вложения в бизнес, годовых – это значит, что прибыль от компании в год должна быть равна 1/4 от вложений, т.е. 25%)	4										
Внутренняя норма доходности – IRR (с учетом ликвидационной стоимости):	29,85%										
номер периода		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NPV с учетом ликвидационной стоимости	912 554	-3 225	-33 751	-202 440	-8 588	-52 455	-51 880	-24 281	-12 233	603	1 300 805
<i>дисконтирующий множитель:</i>		1,00	0,93	0,87	0,82	0,76	0,71	0,67	0,62	0,58	0,54
Срок окупаемости с учетом дисконтирования	20 кварталов (5 лет)										
Срок окупаемости без учета дисконтирования	25 кварталов (6 лет и 1 квартал)										

7.2. Оценка эффективности инновационного проекта в фармацевтической промышленности методом NPV с позиции венчурного фонда

Рассчитаем денежные потоки венчурного фонда, NPV венчурного фонда (далее будет обозначено NPV^v) и внутреннюю норму доходности для венчурного фонда (далее – IRR^v).

Определим долю фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании может быть вычислена по следующей формуле:

$$S = \frac{I}{F^*} \cdot 100\% , \quad (7.1)$$

где S – доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании;

I – продисконтированная величина инвестиций (прямые инвестиции венчурного фонда);

F^* – приведенная к текущему моменту времени оценка рыночной стоимости проинвестированной компании (NPV всего проекта).

В качестве оценки инвестиций в компанию может браться:

общий объем инвестиций;

приведенный поток инвестиций $I_{\text{дисконтир.}}$:

$$I_{\text{дисконтир.}} = I_1 + \frac{I_2}{(1+r)} + \frac{I_3}{(1+r)^2} + \dots + \frac{I_n}{(1+r)^{n-1}} , \quad (7.2)$$

где I_i – объем инвестиций в год i ;

r – ставка дисконтирования;

«усредненный» поток инвестиций с учетом различных вероятностных сценариев.

Использование приведенного потока инвестиций $I_{\text{дисконтир.}}$, а не суммарного их объема, выгодно прежде всего реципиенту, так как уменьшает значение переменной «инвестиции» и повышает его долю в проекте.

Возможность работы с $I_{\text{дисконтир.}}$, а не с общим объемом инвестиций – предмет переговоров между сторонами. Важным аргументом может стать то, что разбиение инвестиций на несколько раундов приводит к снижению риска инвесторов. Для метода оценки компании через дисконтированный денежный поток является корректным использование только $I_{\text{дисконтир.}}$.

Если F^* – это $NPV_{\text{всего проекта}}$, т.е. приведенная к текущему моменту стоимость, то, по нашему мнению, корректно при вычислении доли венчурного фонда в качестве оценки инвестиций в компанию брать не общий объем инвестиций, а приведенный поток инвестиций $I_{\text{дисконтир.}}$.

Поскольку предметом нашего исследования является оценка эффективности инновационного проекта для венчурного фонда, то рассмотрим вариант финансирования, когда финансирование проекта осуществляется только за счет средств фонда (232 000 тыс. руб.).

Группа компаний «У» имеет международные, иностранные и российские патенты на шесть изобретений и формул, связанных с разработкой и производством изделий фармацевтической промышленности. Помимо этого, группа располагает двадцатью зарегистрированными в России и за рубежом товарными знаками.

Таким образом, компания-инициатор проекта в свою очередь вкладывает средства в виде нематериальных активов (европейские, российские и американские патенты, известный брэнд, ноу-хау технология и рецептура изготовления изделий фармацевтической промышленности) и уникального оборудования. Компания-инициатор проекта

принимала активное участие в разработке данного оборудования, отчасти ноу-хау реализовано в этом оборудовании.

Сделаем предположение, что венчурный фонд будет осуществлять поэтапное инвестирование в два раунда: в 2009 г. будут предоставляться средства в размере 35 000 тыс. руб., в 2010 г. – остальная часть средств в сумме 197 000 тыс. руб.

Найдем приведенную к текущему моменту времени величину финансируемых из внешних источников средств $I_{\text{дисконтир}}$. Для корректности вычислений данные средства необходимо дисконтировать по той же ставке, по которой дисконтировались денежные потоки всего проекта при расчете NPV проекта. Продисконтированная по ставке 7% величина финансируемых из внешних источников средств составит 219 112 тыс. руб. $NPV_{\text{проекта}} = 912 554$ тыс. руб. (см. табл. 7.7). Тогда доля венчурного фонда составит:

$$S = \frac{219112}{912554} \cdot 100\% = 24\%.$$

Таким образом, доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании будет равна 24%, т.е. вся величина финансируемых из внешних источников средств будет осуществляться в виде прямых инвестиций венчурного фонда без кредита фонда.

Однако из практической деятельности известно, что венчурный фонд, как правило, рассматривает возможность вложений в проект начиная с 25% плюс одна акция инвестируемой компании (приобретение «блокирующего» пакета). «Блокирующий» пакет акций позволяет их владельцам накладывать вето на решения совета директоров.

Венчурный фонд имеет свои финансовые потоки, отличные от общих финансовых потоков всего проекта¹. Представим восемь вариантов расчета денежных потоков венчурного фонда. Рассчитаем денежные потоки венчурного фонда и показатели эффективности вложений фонда IRR^v и NPV^v для разных вариантов доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании.

В каждом из вариантов необходимые расчеты произведем для разных значений ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу ($P/E = 2, 3, 4, 5$, т.е. доходность по акциям на уровне 50, 33,3, 25 и 20% годовых, а также для значений $P/E = 6, 7$, т.е. доходность по акциям на уровне 16,7 и 14,3% годовых).

Рассчитаем финансовые потоки, NPV^v и IRR^v венчурного фонда для разных годов «выхода» венчурного фонда из бизнеса: в 2018, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013 – годы «выхода». Венчурный фонд будет «выходить» из бизнеса проинвестированной компании в том году, в котором будут наблюдаться наибольшие значения внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v .

Зависимость внутренней нормы доходности от года «выхода» венчурного фонда из бизнеса для разных долей венчурного фонда представлена на рис. 7.7–7.14. Очевидно, что «выход» венчурного фонда из бизнеса проинвестированной компании будет осуществляться в 2018 г., поскольку именно в этом году наблюдается наибольшее значение внутренней нормы доходности венчурного фонда.

Отметим, что для всех долей фонда наибольшие значения IRR^v будут наблюдаться именно в 2018 г. за исключением случая доли 45% при $P/E=7$ и случая доли 49% при $P/E=6$ и $P/E=7$ (наибольшие IRR^v наблюдаются в 2016 г.) (для доли 49% при $P/E=6$ в 2018 г. $IRR^v = 29\%$, что на 1% меньше, чем в 2016 г. при той же доле фонда). Однако доходности по акциям при значениях $P/E=6$ и $P/E=7$ являются весьма низкими.

Таким образом, в дальнейших расчетах мы предполагаем, что венчурный фонд будет «выходить» из бизнеса проинвестированной компании в 2018 г.

¹ Состав финансовых потоков венчурного фонда в общем виде представлен в табл. 6.2 (п. 6.1, гл. 6). 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 (6.1) и (6.3) (см. п. 6.1 гл. 6).

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

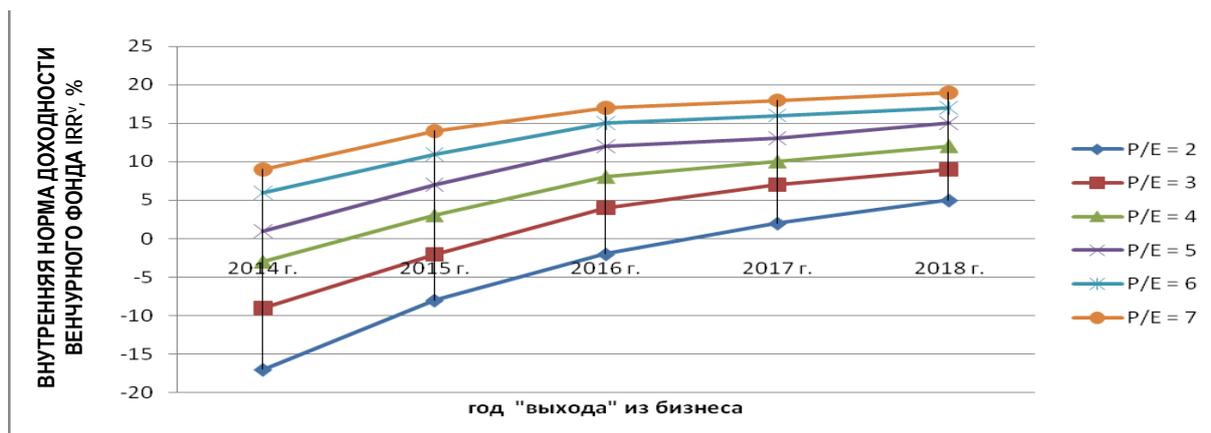


Рис. 7.7. IRR^v для доли венчурного фонда 24% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

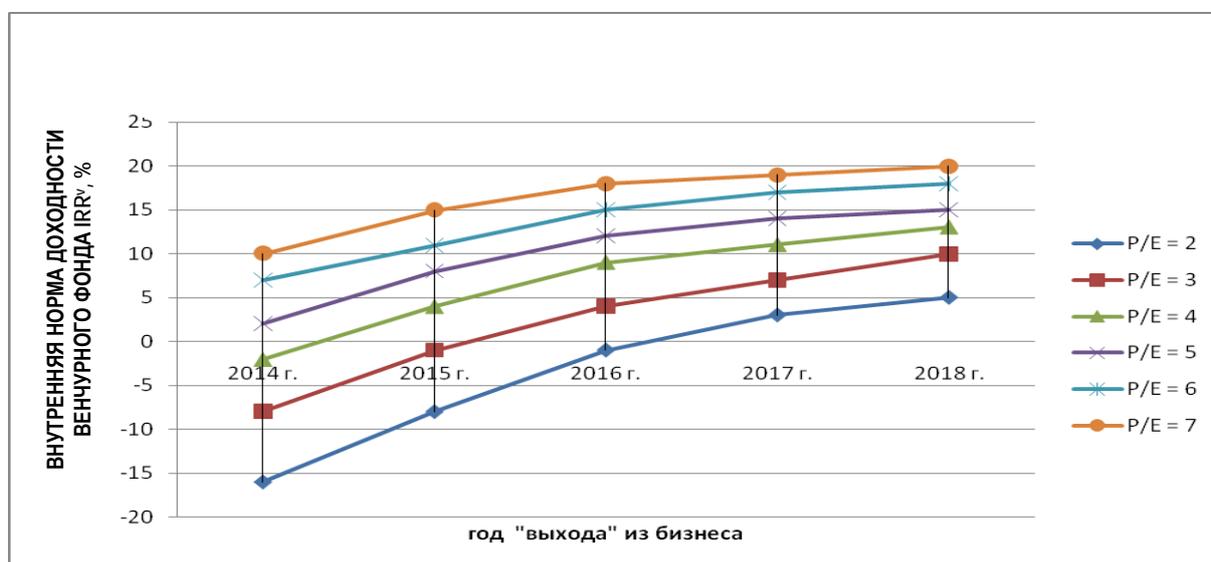


Рис. 7.8. IRR^v для доли венчурного фонда 25% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

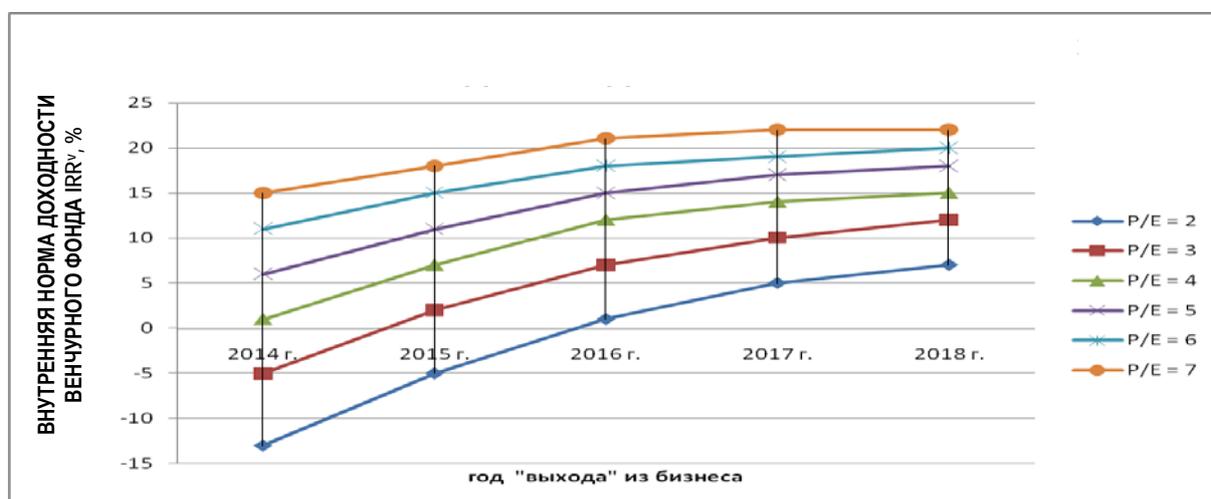


Рис. 7.9. IRR^v для доли венчурного фонда 29% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

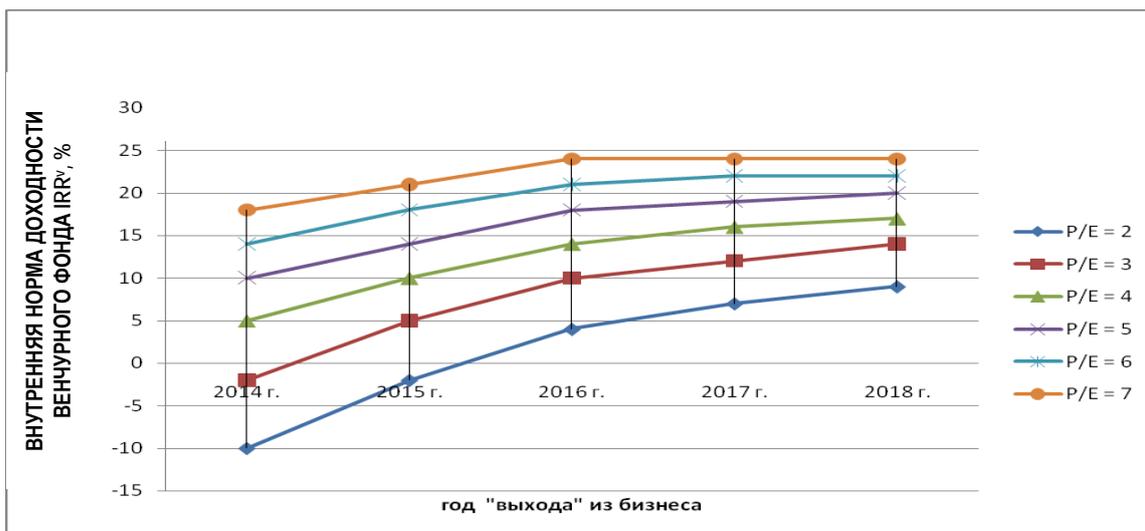


Рис. 7.10. IRR^v для доли венчурного фонда 33% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

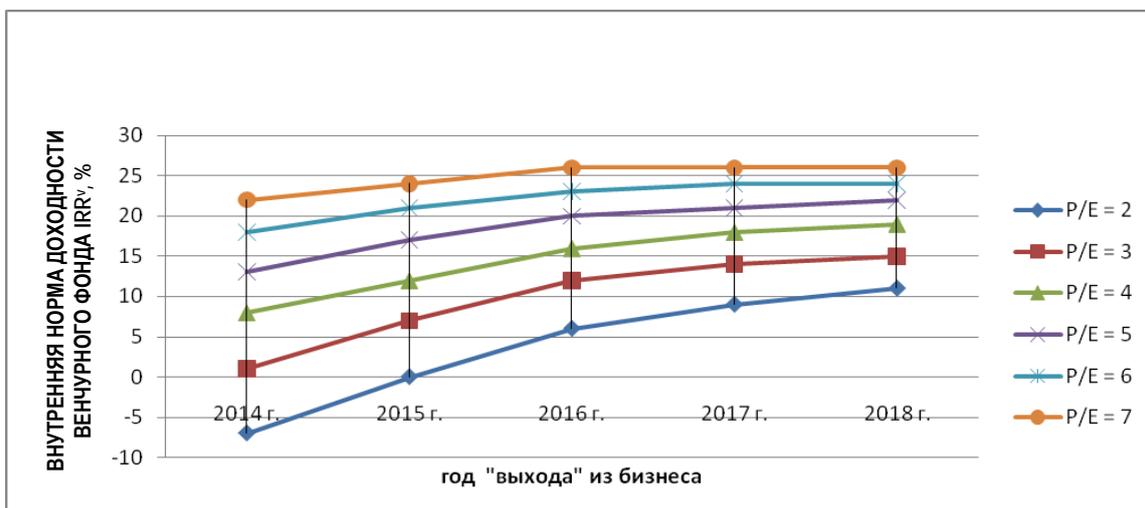


Рис. 7.11. IRR^v для доли венчурного фонда 37% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

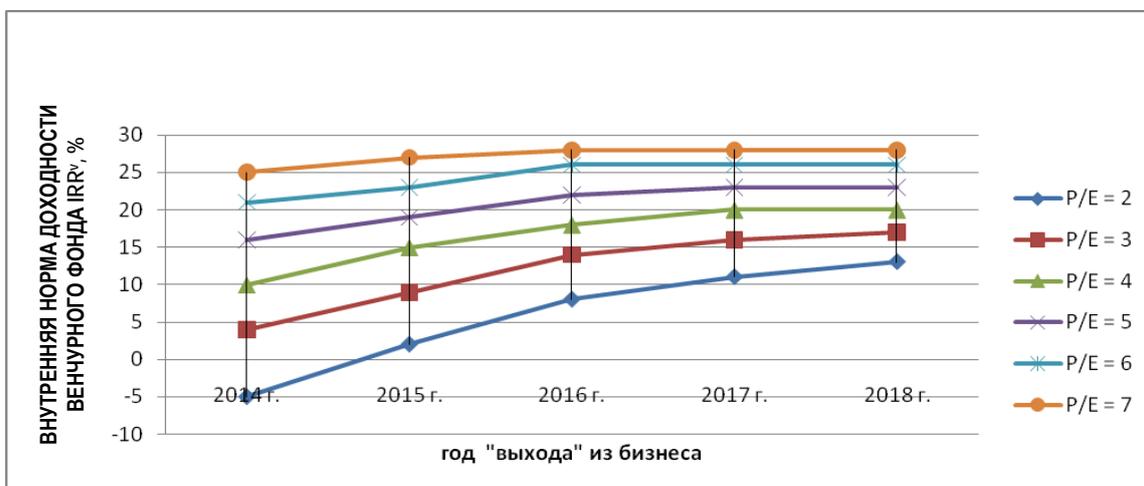


Рис. 7.12. IRR^v для доли венчурного фонда 41% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

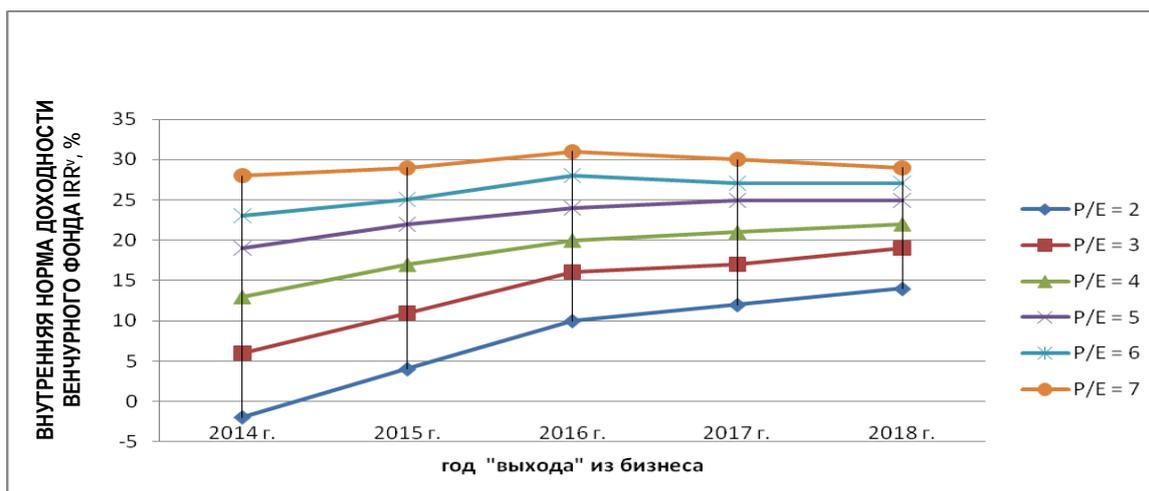


Рис. 7.13. IRR^v для доли венчурного фонда 45% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

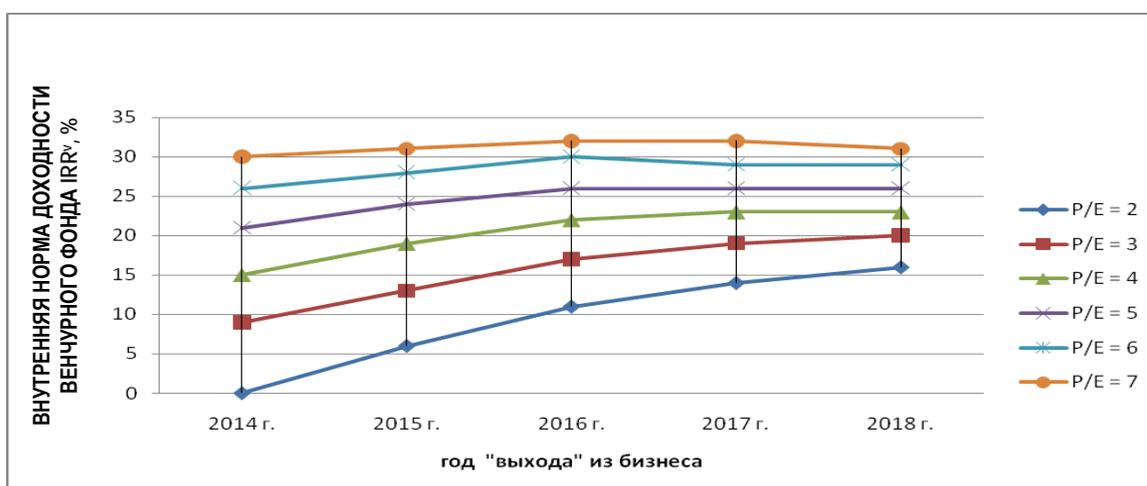


Рис. 7.14. IRR^v для доли венчурного фонда 49% при разных годах «выхода» фонда из бизнеса

В наших расчетах вся сумма средств, финансируемая из внешних источников, будет профинансирована исключительно за счет прямых инвестиций венчурного фонда. Венчурному фонду будут выплачиваться дивиденды. Сделаем предположение, что дивиденды начнут выплачиваться с 2011 г. и будут вычисляться от прибыли предшествующего периода. Дивиденды другим акционерам компании на протяжении всего периода осуществления проекта выплачиваться не будут.

Отметим, что на практике венчурный фонд обычно варьирует в своих расчетах долю в уставном капитале инвестируемой компании с целью определения такой ее величины, которая обеспечивает приемлемую для фонда внутреннюю норму доходности на вложенный капитал.

Зная все параметры, фонд начинает «играть» этой долей и смотрит, при каком значении доли он получит требуемую норму доходности (на практике начиная с 20% годовых – приемлемая для фонда IRR^v), а затем идет на переговоры с представителями инвестируемой компании и «торгуется» по поводу IRR^v .

Венчурный фонд будет варьировать свою долю в уставном капитале инвестируемой компании в пределах от 25 до 49%, поскольку нынешние владельцы компании хотят сохранить контрольный пакет акций в своих руках.

Результаты стандартного расчета внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v для разных годов «выхода» венчурного фонда из бизнеса проинвестированной компании при разных долях фонда и разных значениях показателя P/E представлены в табл. П7 Приложения. Данный расчет назван стандартным, поскольку он осуществляется без учета стоимости составного опциона «колл».

Выше, в результате расчета получена доля фонда 24%. Однако такая доля неприемлема для венчурного фонда, поскольку она меньше, чем блокирующий пакет акций (25% + 1 акция). Блокирующий пакет акций является нижней границей доли венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Венчурный фонд обычно не стремится приобрести контрольный пакет акций инвестируемой компании, так как, лишившись контрольного пакета, собственники могут снизить заинтересованность в результатах деятельности компании. Соответственно, 49% является верхней границей доли венчурного фонда.

Проведем стандартный расчет денежных потоков венчурного фонда, IRR^v и NPV^v для разных долей фонда, начиная с доли 25% с шагом 4%: для доли 29, 33, 41, 45 и 49%, и разных значений показателя $P/E = 2, 3, 4, 5, 6$ и 7 . Венчурный фонд будет «выходить» из бизнеса проинвестированной компании в 2018 г. Проведем расчет денежных потоков венчурного фонда, IRR^v , NPV^v и для доли 24%, полученной расчетным путем.

Проанализируем полученные результаты.

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

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

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

Таким образом, чем выше доля венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании и чем выше показатель P/E, тем выше внутренняя норма доходности венчурного фонда (рис. 7.15).

Результаты стандартного расчета NPV^v венчурного фонда представлены в левой части таблицы П8 Приложения.

Для расчета NPV^v фонда продисконтируем денежные потоки фонда по так называемым «венчурным» ставкам дисконтирования 20, 30 и 35%. При внутренних нормах доходности венчурного фонда IRR^v меньше ставки дисконтирования NPV^v венчурного фонда отрицателен.

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

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

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

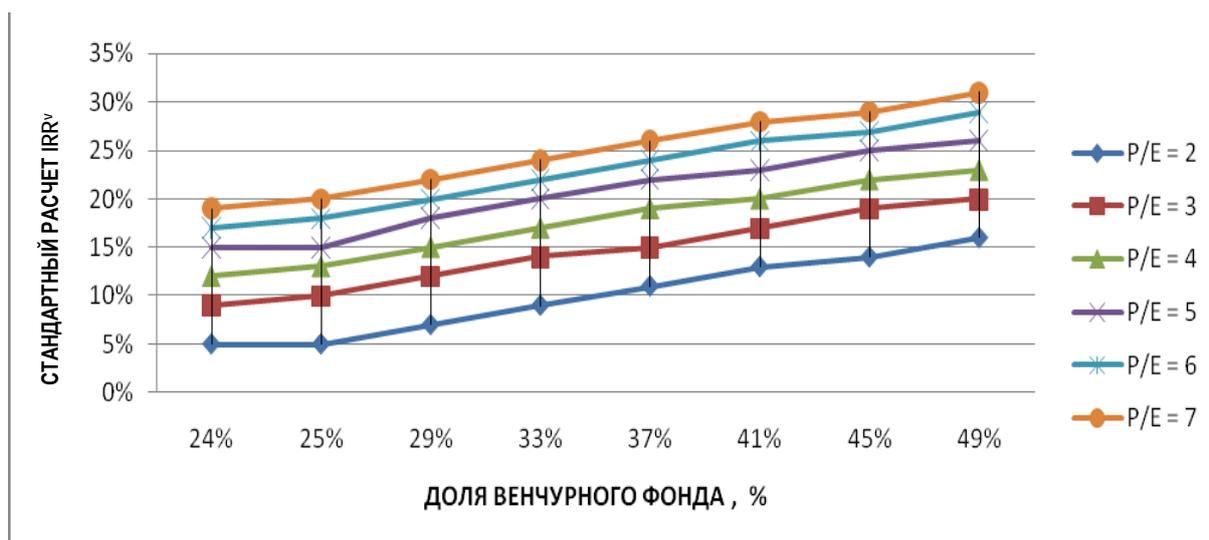


Рис. 7.15. Зависимость внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v от доли фонда

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

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

7.3. Оценка эффективности инновационного проекта в фармацевтической промышленности для венчурного фонда с применением метода реальных опционов

Осуществим оценку инновационного проекта в фармацевтической промышленности с точки зрения венчурного фонда на основе метода реальных опционов. Воспользуемся методикой расчета стоимости составного опциона «колл», описанной в п. 5.3. главы 5 настоящей монографии.

Согласно нашему предположению, венчурный фонд будет осуществлять поэтапное инвестирование в два раунда: в 2009 г. предоставляются средства в размере 35 000 тыс.руб. (I_0^v), в 2010 г. – 197 000 тыс.руб. (I_1^v) при условии соблюдения правил исполнения составного (внешнего) и внутреннего опционов (см. п. 6.1 гл. 6).

В нашей интерпретации I_0^v – это инвестиции на приобретение в момент времени T_0 составного (внешнего) опциона «колл». (Напомним, что составной опцион (опцион «колл» на опцион «колл») представляет собой опцион, базовым активом которого является внутренний колл-опцион.)

Составной (внешний) опцион «колл» предоставляет венчурному фонду право, но не обязательство, купить через определенное время T_1 по цене I_1^v часть акций инвестируемой компании. Приобретение венчурным фондом части акций в момент T_1 по цене I_1^v может быть истолковано как покупка внутреннего опциона колл на приобретение актива со сроком исполнения T_2 с ценой исполнения I_2^v .

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

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

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

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: $t=0$.

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

Таким образом, $\tau_2 = T_2 - T_1$ – это промежуток времени пребывания венчурного фонда в бизнесе проинвестированной компании; 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^v_1 в размере 197 000 тыс. руб.

Приведенная к нулевому моменту времени величина I^v_1 дисконтир составит 184 112 тыс. руб.

Напомним, что затраты на приобретение внутреннего опциона являются той же самой величиной I^v_0 , равной 35 000 тыс. руб., поскольку внутренний опцион является частью составного опциона, затраты на приобретение которого равны 35 000 тыс. руб.

Цена исполнения внутреннего опциона I^v_2 содержательно трактуется нами как величина неявных издержек – это часть величины чистой прибыли текущего периода T_2 . Если бы венчурный фонд не продал в момент времени T_2 принадлежащие ему акции, то он бы получил часть прибыли текущего периода T_2 , пропорциональную его доле в уставном капитале компании. Эта часть прибыли текущего периода T_2 уже не будет принадлежать венчурному фонду, она будет принадлежать тому экономическому субъекту, которому венчурный фонд продал акции.

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

$$I^v_2 = NPAT_{total \text{ Exit}} \cdot S, \quad (7.3)$$

где I^v_2 – цена исполнения внутреннего опциона «колл» (неявные издержки венчурного фонда);

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

S – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании.

К примеру, для доли фонда 49% при значении ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу $P/E = 6$ инвестиции венчурного фонда в момент времени T_2 составят: $I^v_2 = NPAT_{total \text{ в } 2018 \text{ году}} * \text{долю фонда} = 591\,235 \text{ тыс. руб.} * 0,49 = 289\,705 \text{ тыс. руб.}$ Приведенная к нулевому моменту времени величина I^v_2 дисконтир составит 157 580 тыс. руб.

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

Активы, право на покупку которых фонд приобретает в момент времени T_1 , есть ни что иное как доход венчурного фонда, который он может получить в момент времени T_2 после продажи своих акций, приобретенных в момент T_1 . Считаем целесообразным в качестве значения величины V^v брать именно доход венчурного инвестора от продажи принадлежащих ему акций, а не прибыль, поскольку затраты на инвестиции уже фигурируют в формуле расчета стоимости составного колл-опциона (см. формулу (6.6), п. 6.1 гл. 6). В случае если мы возьмем в качестве значения V^v прибыль, мы дважды «снимем» инвестиции.

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

$$TER^v = NPAT_{total\ предид.} \cdot S \cdot P / E + DIV_{текущ.}^v, \quad (7.4)$$

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

$NPAT_{total\ предид.}$ – 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;

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

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

$V^v = 485\,412$ тыс. руб. $\cdot 0,49 \cdot 6 + 47\,570$ тыс. руб. = $1\,474\,682$ тыс. руб. Приведенная к нулевому моменту времени величина V^v будет составлять $802\,129$ тыс. руб.

Решение об инвестировании оставшейся суммы средств $197\,000$ тыс. руб. будет принято в случае, если будет соблюдаться правило исполнения составного колл-опциона (внешнего опциона): венчурный фонд исполнит составной колл-опцион, т.е. в момент времени T_1 осуществит инвестиции I_1^v в покупку части акций инвестируемой компании и тем самым приобретет базовый актив составного колл-опциона – внутренний опцион на получение прибыли от продажи акций в момент времени T_2 , если для заданного 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 (6.7), см. п. 6.1 гл. 6 данной монографии).

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

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

$$V_{T_1} = NPAT_{2010} \cdot P / E \quad (7.5)$$

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

Безрисковая ставка процента r в наших расчетах составит 7%. Ее значение взято на уровне средней ставки вложений в альтернативные активы, под которыми подразумеваются депозиты с наибольшим сроком в наиболее крупных и надежных банках России по состоянию на 19.09.2011 г. (ОАО «Россельхозбанк», ОАО «Сбербанк России», ОАО «Газпромбанк», Группа ВТБ) (см. табл. П9 Приложения).

В качестве уровня рискованности операций компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$, σ_1 , было взято значение коэффициента вариации индекса NASDAQ Biotechnology Index (NBI) за период 7 лет (с 14 октября 2004 г. по 14 октября 2011 г.) [*NASDAQ... (эл. ист. инф.)*]. Был выбран именно этот индекс, поскольку на бирже NASDAQ котируются акции инновационных компаний, а рассматриваемая нами компания относится к компаниям инновационного типа. Из всего многообразия индексов биржи был выбран индекс NBI, поскольку анализируемая компания занимается выпуском изделий фармацевтической промышленности.

Было принято решение взять индекс NBI за период семи лет, а не за последний год, поскольку временной промежуток в семь лет включает в себя период мирового финансового кризиса (2007, 2008 и 2009 годы).

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

Анализируемый нами инновационный проект находится на стадии уверенного развития. Мы считаем, есть все основания предполагать, что волатильность стоимости базового актива с течением времени будет снижаться, т.е. уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) , σ_2 будет меньше, чем σ_1 .

Рассчитаем стоимость составного опциона «колл» для разных значений σ_2 . Результаты расчетов представлены в табл. П10 Приложения. На рис. 7.16 представлен график зависимости стоимости составного опциона «колл» от значений σ_2 . Из графика видно, что стоимость составного колл опциона от значений σ_2 практически не зависит.

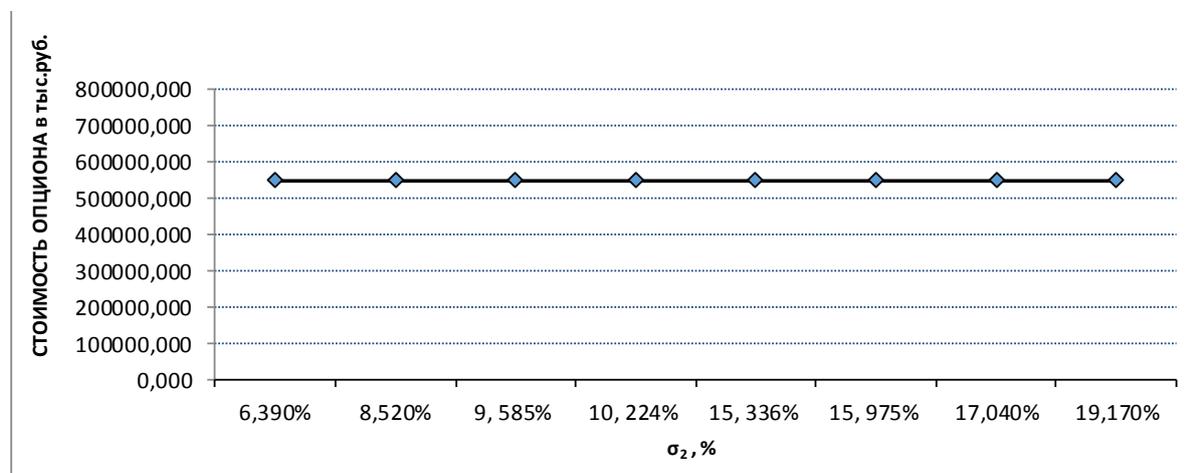


Рис. 7.16. График зависимости стоимости составного опциона «колл» от значений σ_2

Поскольку стоимость составного опциона от σ_2 практически не зависит, 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, $\sigma_2 = 10,224\%$.

На рис. 7.17 представлен график зависимости изменения пороговой величины стоимости компании в момент времени T_1 , V_{T_1} от различных значений σ_2 . Из графика видно, что по мере снижения уровня риска операций проинвестированной компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) σ_2 , пороговое значение стоимости компании, увеличивается. Это может быть объяснено тем, что в соответствии с подходом Блэка-Шоулза со снижением уровня неопределенности стоимость опциона будет снижаться. Иными словами, для того чтобы достигнуть того же уровня прибыли при более низком уровне неопределенности и, соответственно, более низкой стоимости опциона в момент времени T_1 , цена бизнеса компании должна быть более высокой. В этом случае снижение стоимости опциона в результате снижения σ_2 компенсируется более высокой ценой бизнеса в момент времени T_1 .

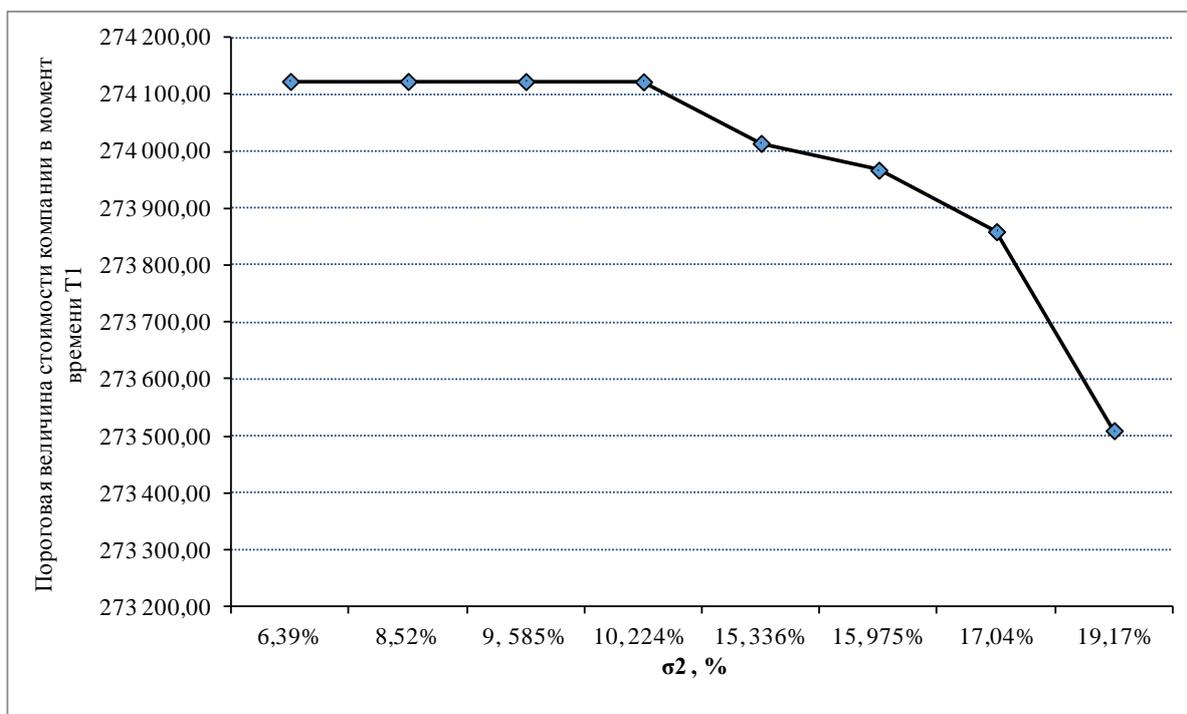


Рис. 7.17. График зависимости изменения пороговой величины стоимости компании в момент времени T_1 от значений σ_2

Проведем вариантный расчет стоимости составного опциона «колл» для венчурного фонда при разных долях фонда в уставном капитале инвестируемой компании. Результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» для разных долей венчурного фонда представлены в табл. П11–П13 Приложения.

Подробно опишем технику расчета стоимости составного опциона «колл». Для нахождения порогового значения стоимости компании в момент времени T_1 (в 2010 г.), \bar{V} , воспользуемся методом сопряженных градиентов.

Поскольку V_{T_1} фигурирует и в уравнении (6.6), и в I^* (см. формулу (6.7)), то аналитического решения уравнения нет. Соответственно, чтобы определить значение \bar{V} , необходимо использовать методы оптимизации.

В Microsoft Excel реализованы такие методы оптимизации, как метод Ньютона и метод сопряженных градиентов. Поскольку эти методы дают практически одинаковый результат, воспользуемся любым из них, а именно методом сопряженных градиентов. В Microsoft Excel необходимо открыть вкладку «Данные»; выбрать «Поиск решения». В случае если в Microsoft Excel отсутствует вкладка «Данные» и отсутствует «Поиск решения», следует установить надстройки Excel. Для этого необходимо: зайти в «Параметры Excel», «Надстройки», в поле «Управление» выбрать «Надстройки Excel», нажать кнопку «Перейти», затем в поле «Доступные надстройки» выбрать «Поиск решения», нажать «ОК». Надстройка «Поиск решения» будет установлена.

$$V_{T_1} N_1(l^* + \sqrt{\sigma_2^2 \tau_2}) - I_2^v e^{-r\tau_2} N_1(l^*) = I_1^v, \quad (7.6)$$

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

$$l^* = \frac{\ln \frac{V_{T_1}}{I_2^v} + r\tau_2 - \frac{1}{2}\sigma_2^2\tau_2}{\sqrt{\sigma_2^2\tau_2}}. \quad (7.7)$$

При вычислении стоимости составного опциона «колл» (см. формулу (6.8)) возникает необходимость вычислить две функции двумерного стандартного нормального распределения:

$$N_2(h + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}, l + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}; \rho) \text{ и } N_2(h, l; \rho),$$

а также функцию стандартного нормального распределения $N_1(h)$.

$$C^v = V^v N_2(h + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}, l + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}; \rho) - I_2^v e^{-r\tau} N_2(h, l; \rho) - I_1^v e^{-r\tau_1} N_1(h). \quad (7.8)$$

Двумерное нормальное распределение определяется плотностью вероятности $f(x, y)$:

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x \cdot \sigma_y \sqrt{1-\rho^2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2(1-\rho_{x,y}^2)} \cdot \left[\frac{(x-a)^2}{\sigma_x^2} - 2\rho \cdot \frac{(x-a) \cdot (y-b)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} + \frac{(y-b)^2}{\sigma_y^2} \right] \right\}, \quad (7.9)$$

где a, b – математические ожидания случайных величин x, y ;

σ_x, σ_y – средние квадратические отклонения случайных величин x, y ;

$\rho_{x,y}$ – коэффициент корреляции случайных величин x и y .

Стандартным нормальным распределением называется нормальное распределение с математическим ожиданием 0 и стандартным отклонением 1.

Функция двумерного стандартного нормального распределения $F(x, y)$ имеет вид:

$$F(x, y) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \int_{-\infty}^h \int_{-\infty}^l e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}(x^2-2\rho xy+y^2)} dx dy, \quad (7.10)$$

где (x, y) – двумерная случайная величина;

$\rho_{x,y}$ – коэффициент корреляции случайных величин x и y .

Вычисление функций двумерного стандартного нормального распределения, в том числе вычисление двойных интегралов, осуществлялось в программном пакете Maple14. Функция одномерного стандартного нормального распределения посчитана с использованием статистической функции Microsoft Excel НОРМСТРАСП.

Напомним, что 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 рискованной компании в момент времени $T_1 - \bar{V}$. Для того чтобы определить \bar{V} , необходимо найти решение уравнения (7.6) 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 части акций инвестируемой компании в момент времени $t=T_1$, $V_{T_1}^v$, превысит пороговое значение \bar{V}^v .

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 текущего периода T_2 , когда венчурный фонд осуществляет продажу своих акций).

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

Проанализируем результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» для доли венчурного фонда 24% на предмет исполнения составного (внешнего) и внутреннего опциона. Результаты расчетов представлены в табл. П11 Приложения.

При доле фонда 24% для значения ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу $P/E = 2$ стоимость этой доли акций компании в момент времени $t = T_1$, $V_{T_1}^v$, не превышает пороговую величину стоимости доли акций компании

в момент времени T_1 (\bar{V}^v): $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (37 081 тыс. руб. < 54 768 тыс. руб.) – составной (внешний) опцион не будет исполнен, т.е. венчурный фонд не будет в момент времени T_1 осуществлять инвестиции I_1^v в покупку части акций компании.

Внутренний опцион также не будет считаться исполненным, т.е. венчурный фонд не получит прибыль, поскольку для доли 24% при значении $P/E = 2$ продисконтированная выручка от продажи акций меньше, чем продисконтированная величина затрат: $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (139 409 тыс. руб. < 296 294 тыс. руб., где 296 294 тыс. руб. = 35 000 тыс. руб. (I_0^v) + 184 112 тыс. руб. (I_1^v) + 77 182 тыс. руб. (I_2^v)) (см. информацию перед табл. П11 Приложения).

При значении показателя $P/E = 3$ для доли фонда 24% значение стоимости части акций компании в момент времени $t = T_1$ составит: $V_{T_1}^v = 55 622$ тыс. руб., что превышает пороговое значение стоимости доли акций компании, приходящиеся на венчурный фонд, в момент времени T_1 ($\bar{V}^v = 54 768$ тыс. руб.).

Иными словами, составной (внешний) опцион будет исполнен, т.е. венчурный фонд будет осуществлять инвестиции в 2010 г. в сумме 197 000 тыс. руб. Но внутрен-

ний опцион не будет исполнен в том смысле, что венчурный фонд не получит прибыль, поскольку $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (202 776 тыс. руб. < 296 294 тыс. руб.).

Для доли фонда 24% при $P/E = 4$ внешний опцион будет исполнен $V_{T_1}^v > \bar{V}^v$ (74 163 тыс. руб. > 54 768 тыс. руб.), внутренний опцион не будет исполнен, т.к. $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (266 144 тыс. руб. < 296 294 тыс. руб.).

Для доли фонда 24%, начиная с $P/E = 5$ и для всех последующих значений P/E (6, 7) составной опцион будет исполнен, т.е. венчурный фонд будет осуществлять инвестиции I_1^v в момент времени T_1 , так как $V_{T_1}^v > \bar{V}^v$. Внутренний опцион также будет исполнен в том смысле, что венчурный фонд получит прибыль от продажи своей части акций проинвестированной компании в момент времени T_2 (в 2018 г.), так как $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$.

При $P/E = 5$: 92 704 тыс. руб. ($V_{T_1}^v$) > 54 768 тыс. руб. (\bar{V}^v), т.е. составной (внешний) опцион будет исполнен; 329 512 тыс. руб. (V^v) > 296 294 тыс. руб. ($I_0^v + I_1^v + I_2^v$), т.е. внутренний опцион будет исполнен.

При $P/E = 6$: 111 244 тыс. руб. ($V_{T_1}^v$) > 54 768 тыс. руб. (\bar{V}^v), т.е. составной (внешний) опцион будет исполнен; 392 880 тыс. руб. (V^v) > 296 294 тыс. руб. ($I_0^v + I_1^v + I_2^v$), т.е. внутренний опцион будет исполнен.

При $P/E = 7$: 129 785 тыс. руб. ($V_{T_1}^v$) > 54 768 тыс. руб. (\bar{V}^v), т.е. составной (внешний) опцион будет исполнен, т.е. венчурный фонд будет осуществлять инвестиции I_1^v : $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (456 247 тыс. руб. > 296 294 тыс. руб.), т.е. внутренний опцион будет исполнен в том смысле, что венчурный фонд получит прибыль.

Проанализируем результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» для доли венчурного фонда 25% (результаты расчетов представлены в табл. П19 Приложения). Пороговая стоимость доли акций компании в момент времени T_1 составляет: $\bar{V}^v = 57 509$ тыс. руб.; $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 35 000$ тыс. руб. + 184 112 тыс. руб. + 80 398 тыс. руб. = 299 510 тыс. руб. (см. информацию перед табл. П11 Приложения).

При $P/E = 2$ ни внешний, ни внутренний опцион не будут исполнены. Внешний опцион не будет исполнен, поскольку $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (38 627 тыс. руб. < 57 509 тыс. руб.). Внутренний опцион не будет исполнен, так как $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (145 218 тыс. руб. < 299 510 тыс. руб.).

При $P/E = 3$ внешний опцион будет исполнен ($V_{T_1}^v > \bar{V}^v$: 57 940 тыс. руб. > 57 509 тыс. руб.). Внутренний опцион не будет исполнен, поскольку $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (211 226 тыс. руб. < 299 510 тыс. руб.).

Для $P/E = 4$ внешний опцион будет исполнен, внутренний опцион не будет исполнен. Для всех остальных значений ожидаемой величины отношения цены акции к получаемому по ней доходу ($P/E = 5, 6$ и 7) и внешний, и внутренний опционы будут исполнены, так как $V_{T_1}^v > \bar{V}^v$ и $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$.

Для долей венчурного фонда 29 и 33% результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» представлены в табл. П12 Приложения. Пороговое значение стоимости доли акций компании в момент времени T_1 составляет: $\bar{V}^v = 68 841$ тыс. руб.; $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 35 000$ тыс. руб. + 184 112 тыс. руб. + 93 262 тыс. руб. = 312 374 тыс. руб. (см. информацию перед табл. П12 Приложения).

Для доли фонда 29%: при $P/E = 2$ и при $P/E = 3$ ни внешний, ни внутренний опцион не будут исполнены.

Начиная с $P/E = 4$ для всех последующих значений показателя $P/E = 5, 6, 7$ составной (внешний) опцион будет исполнен, так как $V_{T_1}^v > \bar{V}^v$, венчурный фонд будет осуществлять инвестиции I_1^v в размере 197 000 тыс. руб. в покупку части акций инвестируемой компании в момент времени T_1 .

Для доли фонда 33%: пороговая стоимость части акций компании в момент времени T_1 равна $\bar{V}^v = 80\,762$ тыс. руб.; $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 35\,000$ тыс. руб. + 184 112 тыс. руб. + 106 126 тыс. руб. = 325 238 тыс. руб. (см. информацию перед табл. П12 Приложения).

При $P/E = 2$ и при $P/E = 3$ не будет исполнен ни составной (внешний), ни внутренний опцион. Начиная с $P/E = 4$ для всех последующих значений $P/E = 5, 6, 7$ составной (внешний) опцион будет исполнен, т.е. фонд будет осуществлять инвестиции в размере 197 000 тыс. руб. в 2010 г., и внутренний опцион будет исполнен в том смысле, что венчурный капиталист получит прибыль от продажи в 2018 г. своей доли акций.

Результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» для долей венчурного фонда 37 и 41% представлены в табл. П13 Приложения. Пороговое значение стоимости доли акций (37%) в момент времени T_1 составляет: $\bar{V}^v = 93\,270$ тыс. руб.; $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 35\,000$ тыс. руб. + 184 112 тыс. руб. + 118 989 тыс. руб. = 338 101 тыс. руб. (см. информацию перед табл. П13 Приложения).

При $P/E = 2$ ни внешний, ни внутренний опцион не будут исполнены. Внешний опцион не будет исполнен, поскольку $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (57 167 тыс. руб. < 93 270 тыс. руб.). Внутренний опцион не будет исполнен, поскольку $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (214 922 тыс. руб. < 338 101 тыс. руб.).

При $P/E = 3$ ситуация аналогичная случаю $P/E = 2$: ни внешний, ни внутренний опцион не будут исполнены. $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (85 751 тыс. руб. < 93 270 тыс. руб.), следовательно, внешний опцион не будет исполнен. $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (312 614 тыс. руб. < 338 101 тыс. руб.) – внутренний опцион не будет исполнен.

При $P/E=4$ поскольку стоимость доли акций компании (37%), приходящейся на венчурный фонд ($V_{T_1}^v = 114\,334$ тыс. руб.) превышает пороговое значение ($\bar{V}^v = 93\,270$ тыс. руб.), внешний опцион будет исполнен. Внутренний опцион также будет исполнен, поскольку продисконтированная выручка от продажи доли акций (37%) ($V^v = 410\,306$ тыс. руб.) превышает продисконтированную величину затрат $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 338\,101$ тыс. руб.

При $P/E=5$ внешний опцион будет исполнен, так как $V_{T_1}^v > \bar{V}^v$ (142 918 тыс. руб. > 93 270 тыс. руб.). Внутренний опцион также будет исполнен, поскольку $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (507 998 тыс. руб. > 142 918 тыс. руб.).

При $P/E=6$ и $P/E=7$ ситуация аналогичная: и внешний, и внутренний опцион будут исполнены.

Для доли венчурного фонда 41%: пороговое значение стоимости доли акций компании, приходящейся на венчурный фонд (41%), в момент времени T_1 составляет: $\bar{V}^v = 106\,365$ тыс. руб.; $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 35\,000$ тыс. руб. + 184 112 тыс. руб. + 131 853 тыс. руб. = 350 965 тыс. руб. (см. информацию перед табл. П13 Приложения).

При $P/E = 2$ внешний опцион не будет исполнен, так как $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (63 347 тыс. руб. < 106 365 тыс. руб.). Внутренний опцион также не будет исполнен, поскольку $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (238 157 тыс. руб. < 350 965 тыс. руб.).

При $P/E=3$ ситуация аналогичная: ни внешний, ни внутренний опцион не будут исполнены. При $P/E = 4$ внешний опцион будет исполнен, поскольку $V_{T_1}^v > \bar{V}^v$ (126 695 тыс. руб. > 106 365 тыс. руб.). Внутренний опцион также будет исполнен, поскольку $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (454 663 тыс. руб. > 350 965 тыс. руб.). При $P/E = 5, 6$ и 7 и внешний опцион, и внутренний опцион будут исполнены.

Результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» для долей венчурного фонда 45 и 49% представлены в табл. П14 Приложения. Пороговое значение стоимости части акций компании, приходящейся на венчурный фонд (45%) в момент времени T_1 составляет: $\bar{V}^v = 120\,049$ тыс. руб.; $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 35\,000$ тыс. руб. + 184 112 тыс. руб. + 144 717 тыс. руб. = 363 829 тыс. руб. (см. информацию перед табл. П14 Приложения).

При $P/E = 2$ ни внешний, ни внутренний опцион не будут исполнены. Внешний опцион не будет исполнен, так как $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (69 528 тыс. руб. < 120 049 тыс. руб.). Внутренний опцион не будет исполнен, поскольку $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (261 392 тыс. руб. < 363 829 тыс. руб.).

При $P/E = 3$ внешний опцион не будет исполнен, так как $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (104 292 тыс. руб. < 120 049 тыс. руб.). Внутренний опцион будет исполнен, поскольку $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (380 206 тыс. руб. > 363 829 тыс. руб.).

При $P/E = 4$ стоимость доли акций компании, приходящейся на венчурный фонд (45%) ($V_{T_1}^v = 139\,055$ тыс. руб.) превышает пороговое значение стоимости этой доли акций в момент времени T_1 ($\bar{V}^v = 120\,049$ тыс. руб.), следовательно, внешний опцион будет исполнен. Иными словами, венчурный фонд будет в 2010 г. инвестировать средства в размере 197 000 тыс. руб. в приобретение 45% акций.

Внутренний опцион будет исполнен в том смысле, что венчурный фонд получит прибыль, поскольку продисконтированная выручка от продажи 45% акций ($V^v = 499\,021$ тыс. руб.) превышает продисконтированную величину затрат ($I_0^v + I_1^v + I_2^v = 363\,829$ тыс. руб.).

Аналогичная ситуация наблюдается и для значений P/E , равных 5, 6 и 7: и внутренний, и внешний опцион будут исполнены.

Пороговое значение стоимости доли акций (49%) в момент времени T_1 составляет: $\bar{V}^v = 134\,320$ тыс. руб.; $I_0^v + I_1^v + I_2^v = 35\,000$ тыс. руб. + 184 112 тыс. руб. + 157 580 тыс. руб. = 376 692 тыс. руб. (см. информацию перед табл. П14 Приложения).

При $P/E = 2$ ни внешний, ни внутренний опцион не будут исполнены. Внешний опцион не будет исполнен, поскольку $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (75 708 тыс. руб. < 134 320 тыс. руб.).

Внутренний опцион не будет исполнен, так как $V^v < I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (284 626 < 376 692 тыс. руб.).

При $P/E = 3$ $V_{T_1}^v < \bar{V}^v$ (113 562 тыс. руб. < 134 320 тыс. руб.), т.е. внешний опцион не будет исполнен. $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$ (414 002 тыс. руб. > 376 692 тыс. руб.), следовательно, внутренний опцион будет исполнен.

Начиная с $P/E=4$ для всех последующих значений P/E ($P/E=5, 6$ и 7) и внешний, и внутренний опцион будут исполнены. Внешний опцион будет исполнен, т.е. венчурный

фонд примет решение о приобретении 49% акций компании, т.е. в момент времени T_1 (в 2010 г.) осуществит инвестиции в размере 197 000 тыс. руб. и тем самым приобретет базовый актив составного колл-опциона – внутренний опцион на получение прибыли от продажи своей доли акций в момент времени T_2 (в 2018 г.), поскольку значение стоимости доли акций инвестируемой компании, приходящейся на венчурный фонд, в момент времени $t = T_1$, $V_{T_1}^V$, превышает пороговое значение \bar{V}^V . Внутренний опцион также будет исполнен в том смысле, что венчурный фонд получит прибыль от продажи акций в момент времени T_2 , так как продисконтированная выручка от продажи акций V^V превышает продисконтированную величину затрат $(I_0^V + I_1^V + I_2^V)$.

Результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» для различных долей фонда при разных значениях показателя P/E представлены на рис. 7.18.

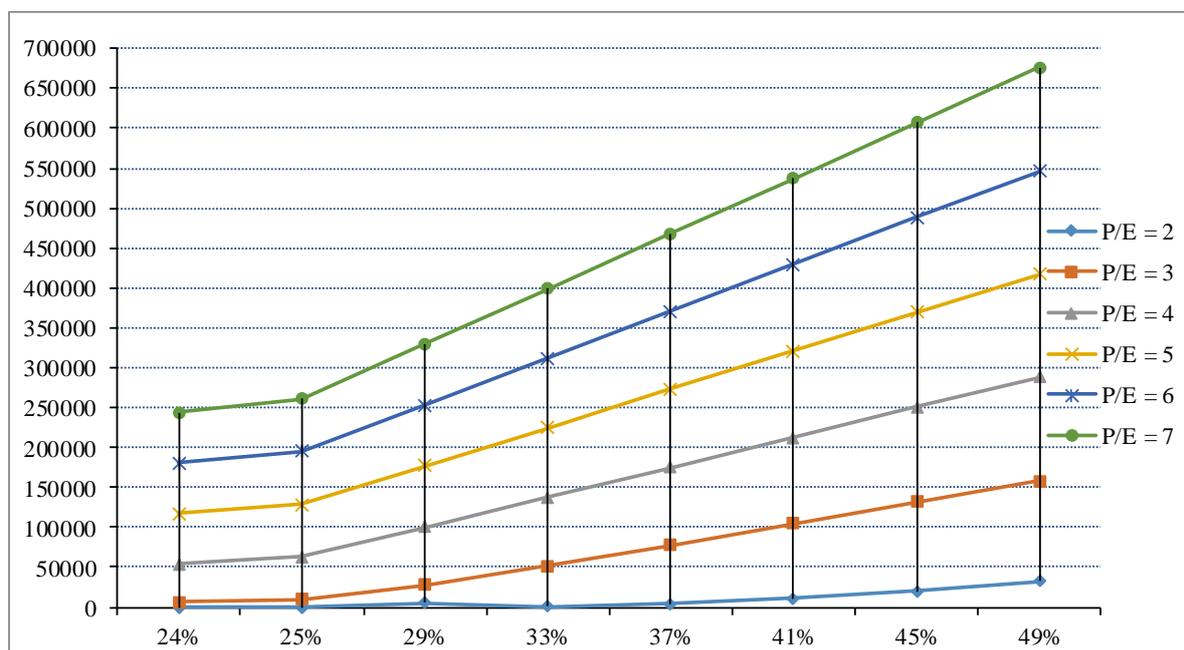


Рис. 7.18. Стоимость составного опциона «колл» для разных долей венчурного фонда при разных значениях P/E

Из графика видно, 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. Рис. 7.18 также демонстрирует, 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.

Начиная с доли фонда 29% по долю 49% при $P/E = 4$ и выше и составной (внешний), и внутренний опцион будут исполнены, т.е. в этих пределах фонд может «торговаться» с собственниками компании по поводу доли в уставном капитале.

При доле 24 и 25% и составной, и внешний опцион исполняются начиная только с $P/E = 5$, т.е. с более низкого уровня доходности, чем при других значениях доли фонда.

Рассчитаем внутреннюю норму доходности венчурного фонда IRR^v и чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v , учитывая стоимость составного опциона «колл» в качестве дополнительного денежного потока венчурного фонда, который появляется в момент времени T_2 (в 2018 г.), т.е. в момент «выхода» венчурного фонда из бизнеса. Результаты расчета IRR^v и NPV^v (стандартный расчет и расчет с учетом стоимости составного опциона «колл») представлены соответственно в табл. П15 и П8 Приложения).

Сравним полученные результаты, на рис. 7.19, 7.20.

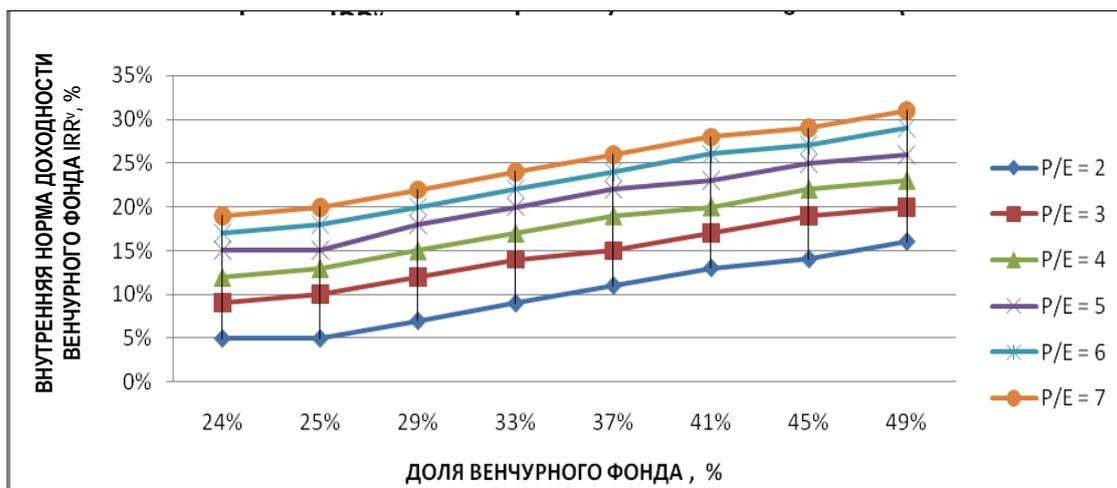


Рис. 7.19. Зависимость внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v от доли фонда (стандартный расчет)

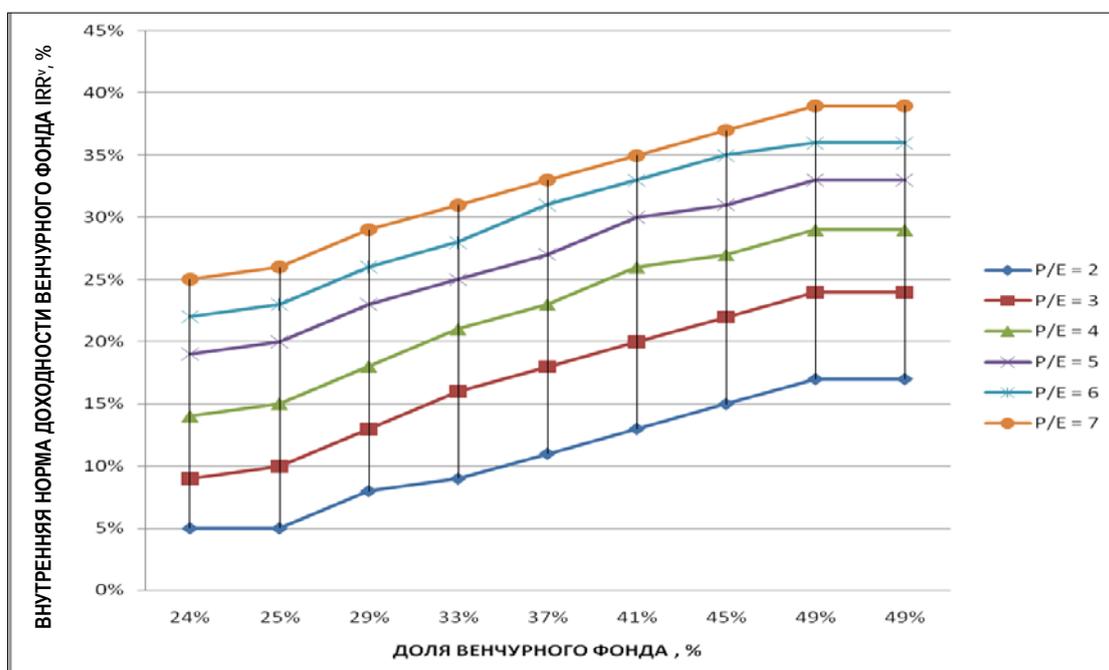


Рис. 7.20. Зависимость внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v от доли фонда (расчет с учетом стоимости составного опциона «колл»)

Данные рисунки демонстрируют, что показатели эффективности венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» улучшаются: значение внутренней нормы доходности венчурного фонда и чистого приведенного дохода венчурного фонда повышаются.

При расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» IRR^v становится равной или начинает превышать нижнюю границу приемлемой для фонда внутренней нормы доходности 20%.

Так, для доли венчурного фонда 24% при стандартном расчете для всех рассматриваемых значений P/E внутренняя норма доходности венчурного фонда IRR^v не превышает 20% (см. левую часть табл. П15 Приложения). Соответственно, чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v для «венчурных» ставок дисконтирования $r = 20\%$, 30% и 35% для всех рассматриваемых значений P/E отрицателен (см. левую часть табл. П8 Приложения). Таким образом, согласно стандартному расчету при доле венчурного фонда в уставном капитале инвестируемой компании 24% для всех рассматриваемых значений P/E проект не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут.

Проанализируем результаты расчетов IRR^v и NPV^v с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 24%.

При расчете с учетом стоимости опциона начиная со значения $P/E = 6$ внутренняя норма доходности венчурного фонда превышает нижнюю границу 20%: IRR^v при $P/E = 6$ равно 22%; IRR^v при $P/E = 7$ составляет 25% (см. правую часть табл. П15 Приложения). Соответственно, при ставке дисконтирования 20% для $P/E = 6$ и $P/E = 7$ NPV^v становится положительным: NPV^v при $P/E = 6$ и $r=20\%$ равно 30 141 тыс. руб.; NPV^v при $P/E = 7$ и $r=20\%$ равно 75 297 тыс. руб. (см. правую часть табл. П8 Приложения). Таким образом, при доле фонда 24%, ставке дисконтирования 20%, $P/E = 6$ или $P/E = 7$ проект является эффективным для венчурного фонда.

Проанализируем результаты стандартного расчета IRR^v и NPV^v и результаты расчета с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 25%.

При стандартном расчете для доли фонда 25% IRR^v , равная нижней границе внутренней нормы доходности для венчурного фонда (20%), наблюдается только при $P/E = 7$ (см. левую часть табл. П15 Приложения).

При стандартном расчете NPV^v при доле фонда 25% и всех рассматриваемых значениях P/E отрицателен. Иными словами, в соответствии со стандартным расчетом вложения в данный проект не являются эффективными для венчурного фонда. Проект должен быть отвергнут инвестиционным комитетом.

При расчете с учетом стоимости опциона внутренняя норма доходности венчурного фонда начинает превышать нижнюю границу приемлемой для фонда IRR^v начиная со значения $P/E = 5$: IRR^v при $P/E=5 = 20\%$; IRR^v при $P/E=6 = 23\%$; IRR^v при $P/E=7 = 26\%$ (см. правую часть табл. 15 Приложения). Таким образом, при ставке дисконтирования $r=20\%$ для $P/E = 6$ и $P/E = 7$ NPV^v становится положительным: NPV^v при $P/E = 6$ равно 42 244 тыс. руб.; NPV^v при $P/E = 7$ составляет 89 282 тыс. руб. (см. правую часть табл. П8 Приложения). Таким образом, для доли фонда 25%, ставке дисконтирования 20% при $P/E = 6$ или $P/E = 7$ проект является эффективным для венчурного фонда.

Проанализируем результаты стандартного расчета внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v и чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v и результаты расчета с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 29%.

При стандартном расчете для доли фонда 29% IRR^v , равная нижней границе внутренней нормы доходности для венчурного фонда (20%), наблюдается при $P/E = 6$: IRR^v при $P/E=6 = 20\%$; IRR^v при $P/E=7 = 22\%$ (см. левую часть табл. П15 Приложения). Соответственно, при стандартном расчете положительные NPV^v наблюдаются только при ставке дисконтирования $r=20\%$: NPV^v при $P/E = 6$ равно 370 тыс. руб.; NPV^v при $P/E = 7$ равно 27 652 тыс. руб. При всех остальных значениях $P/E = 2, 3, 4$ и 5 NPV^v отрицателен. При более высоких ставках дисконтирования $r=30\%$ и $r=35\%$ NPV^v отрицателен при всех рассматриваемых значениях показателя P/E . Таким образом, при таких условиях проект не является эффективным для венчурного фонда (см. левую часть табл. П8 Приложения).

При расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» внутренняя норма доходности венчурного фонда, превышающая нижнюю границу приемлемой для фонда IRR^v (20%) наблюдается при $P/E = 5$: IRR^v при $P/E=5 = 23\%$; IRR^v при $P/E=6 = 26\%$; IRR^v при $P/E=7 = 29\%$ (см. правую часть табл. П15 Приложения).

При ставке дисконтирования $r=20\%$ начиная с $P/E = 5$ NPV^v становится положительным: NPV^v при $P/E=5 = 36 092$ тыс. руб. (при стандартном расчете NPV^v при $P/E=5$ было отрицательным). NPV^v при $P/E=6 = 90 656$ тыс. руб. (по сравнению со стандартным расчетом NPV^v с учетом стоимости составного опциона «колл» увеличился на 90 286 тыс. руб. (90 656 тыс. руб. – 370 тыс. руб.)). NPV^v при $P/E=7 = 145 220$ тыс. руб. (по сравнению со стандартным расчетом NPV^v с учетом стоимости составного опциона «колл» вырос на 117 568 тыс. руб. (145 220 тыс. руб. – 27 652 тыс. руб.)) (см. табл. П8 Приложения). Таким образом, при таких условиях проект является эффективным для венчурного фонда.

Проанализируем результаты стандартного расчета внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v и чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v и результаты расчетов с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 33%.

При стандартном расчете для доли фонда 33% IRR^v , равная нижней границе внутренней нормы доходности для венчурного фонда (20%), наблюдается при $P/E = 5$: IRR^v при $P/E=5 = 20\%$; IRR^v при $P/E=6 = 22\%$; IRR^v при $P/E=7 = 24\%$ (см. левую часть табл. П15 Приложения).

Соответственно, при стандартном расчете положительные значения чистого приведенного дохода для венчурного фонда наблюдаются только при ставке дисконтирования $r=20\%$: NPV^v при $P/E=6 = 27 892$ тыс. руб.; NPV^v при $P/E=7 = 58 937$ тыс. руб. (см. левую часть табл. П15 Приложения). При всех остальных значениях показателя $P/E = 2, 3, 4, 5$ NPV^v отрицателен при ставке дисконтирования $r=20\%$. При более высоких ставках дисконтирования $r=30\%$ и $r=35\%$ NPV^v отрицателен при всех рассматриваемых значениях P/E . Таким образом, при таких условиях проект не является эффективным для венчурного фонда.

При расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» внутренняя норма доходности венчурного фонда, превышающая нижнюю границу приемлемой для фонда IRR^v (20%), наблюдается уже при $P/E = 4$: IRR^v при $P/E=4 = 21\%$; IRR^v при $P/E=5 = 25\%$; IRR^v при $P/E=6 = 28\%$; IRR^v при $P/E=7 = 31\%$ (см. правую часть табл. П15 Приложения).

Таким образом, при ставке дисконтирования $r=20\%$ уже начиная с $P/E = 4$ NPV^v венчурного фонда становится положительным: NPV^v при $P/E=4 = 14 887$ тыс. руб. (при расчете с учетом стоимости опциона NPV^v становится положительным); NPV^v при

$P/E=5 = 76\,978$ тыс. руб. (NPV^v становится положительным); NPV^v при $P/E=6 = 139\,068$ тыс. руб. (по сравнению со стандартным расчетом NPV^v увеличился на $111\,176$ тыс. руб. ($139\,068$ тыс. руб. – $27\,892$ тыс. руб., см. табл. П8 Приложения); NPV^v при $P/E=7 = 201\,158$ тыс. руб. (рост на $142\,221$ тыс. руб. по сравнению со стандартным расчетом ($201\,158$ тыс. руб. – $58\,937$ тыс. руб.) (см. табл. П8 Приложения).

Отметим, что при доле венчурного фонда 33% впервые появляется положительный NPV^v при ставке дисконтирования $r=30\%$: NPV^v при $P/E=7 = 14\,232$ тыс. руб. Таким образом, при таких условиях проект является эффективным для венчурного фонда.

Проанализируем результаты стандартного расчета внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v и чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v и результаты расчетов с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 37%.

При стандартном расчете для доли фонда 37% IRR^v , равная нижней границе внутренней нормы доходности для венчурного фонда (20%), наблюдается при $P/E = 5$: IRR^v при $P/E=5 = 22\%$; IRR^v при $P/E=6 = 24\%$; IRR^v при $P/E=7 = 26\%$ (см. левую часть табл. П15 Приложения).

Соответственно, при стандартном расчете положительные значения чистого приведенного дохода для венчурного фонда наблюдаются только при ставке дисконтирования $r=20\%$: NPV^v при $P/E=5 = 20\,606$ тыс. руб.; NPV^v при $P/E=6 = 55\,415$ тыс. руб.; NPV^v при $P/E=7 = 90\,223$ тыс. руб.; (см. левую часть табл. П15 Приложения). При всех остальных значениях показателя P/E (5, 6, 7) NPV^v отрицателен.

При расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» внутренняя норма доходности венчурного фонда, превышающая нижнюю границу приемлемой для фонда IRR^v (20%), наблюдается с $P/E = 4$: IRR^v при $P/E=4 = 23\%$; IRR^v при $P/E=5 = 27\%$; IRR^v при $P/E=6 = 31\%$; IRR^v при $P/E=7 = 33\%$; (см. правую часть табл. П15 Приложения).

Таким образом, при ставке дисконтирования $r=20\%$ при $P/E = 4$ NPV^v становится положительным: NPV^v при $P/E=4 = 48\,248$ тыс. руб. (при стандартном расчете NPV^v $P/E=4 < 0$); NPV^v при $P/E=5 = 117\,864$ тыс. руб. (увеличение по сравнению со стандартным расчетом на $97\,258$ тыс. руб.); NPV^v при $P/E=6 = 187\,480$ тыс. руб. (рост по сравнению со стандартным расчетом на $132\,065$ тыс. руб.); NPV^v при $P/E=7 = 257\,096$ тыс. руб. (увеличение на $166\,873$ тыс. руб. по сравнению со стандартным расчетом) (см. табл. П8 Приложения).

При расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» для ставки дисконтирования $r=30\%$ $NPV^v > 0$ при $P/E = 6$ и при $P/E = 7$: NPV^v при $P/E=6 = 8\,303$ тыс. руб.; NPV^v при $P/E=7 = 42\,175$ тыс. руб. При стандартном расчете для ставки дисконтирования $r=30\%$ NPV^v отрицателен (см. табл. П8 Приложения).

Проанализируем результаты стандартного расчета внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v и чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v и результаты расчетов с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 41%.

При стандартном расчете для доли фонда 41% IRR^v , равная нижней границе внутренней нормы доходности для венчурного фонда (20%), наблюдается при $P/E = 4$, при расчете с учетом стоимости опциона – начиная с $P/E = 3$ (см. табл. П15 Приложения).

Соответственно, NPV^v при расчете с учетом опциона положителен начиная с $P/E = 3$. При ставке дисконтирования $r=30\%$ $NPV^v > 0$ при $P/E = 6$ и при $P/E = 7$. При ставке дисконтирования $r=35\%$ $NPV^v > 0$ только при $P/E = 7$ (см. табл. П8 Приложения).

Проанализируем результаты стандартного расчета внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v и чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v и результаты расчетов с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 45%.

При стандартном расчете для доли фонда 45% IRR^v , равная нижней границе внутренней нормы доходности для венчурного фонда (20%) при стандартном расчете наблюдается начиная с $P/E = 4$, при расчете с учетом стоимости опциона – начиная с $P/E = 3$ (см. табл. П15 Приложения).

Соответственно, при расчете с учетом опциона при ставке дисконтирования $r=20\%$ NPV^v положителен начиная с $P/E = 3$; при ставке дисконтирования $r=30\%$ – начиная с $P/E = 5$; при ставке дисконтирования $r=35\%$ $NPV^v > 0$ только при $P/E = 7$ (см. табл. П8 Приложения).

Проанализируем результаты стандартного расчета внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v и чистого приведенного дохода венчурного фонда NPV^v и результаты расчета с учетом стоимости составного опциона «колл» для доли фонда 49%.

И при стандартном расчете IRR^v , и при расчете IRR^v с учетом опциона приемлемая для фонда внутренняя норма доходности (20%) начинается с $P/E = 3$, при расчете с учетом опциона IRR^v выше: IRR^v $P/E=3$ станд. = 20% (с учетом опциона 24%); IRR^v $P/E=4$ станд. = 23% (с учетом опциона 29%); IRR^v $P/E=5$ станд. = 26% (с учетом опциона 33%); IRR^v $P/E=6$ станд. = 29% (с учетом опциона 36%); IRR^v $P/E=7$ станд. = 31% (с учетом опциона 39%) (см. табл. П15 Приложения).

При ставке дисконтирования $r=20\%$ при $P/E = 3$ NPV^v при расчете с учетом стоимости опциона становится положительным: NPV^v $P/E=3 = 56\ 133$ тыс. руб. При ставке дисконтирования $r=30\%$ NPV^v становится положительным начиная с $P/E = 5$: NPV^v $P/E=5 = 36\ 288$ тыс. руб.; NPV^v $P/E=6 = 81\ 146$ тыс. руб.; NPV^v $P/E=7 = 126\ 005$ тыс. руб. При $r = 35\%$ $NPV^v > 0$ при $P/E = 6$ и $P/E = 7$: NPV^v $P/E=6 = 13\ 634$ тыс. руб.; NPV^v $P/E=7 = 45\ 574$ тыс. руб. (см. табл. П7 Приложения). Таким образом, при таких условиях 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 ставках дисконтирования.

NPV^v венчурного фонда для доли 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 20% представлен на рис. 7.21–7.23 [Музыка, 2013].

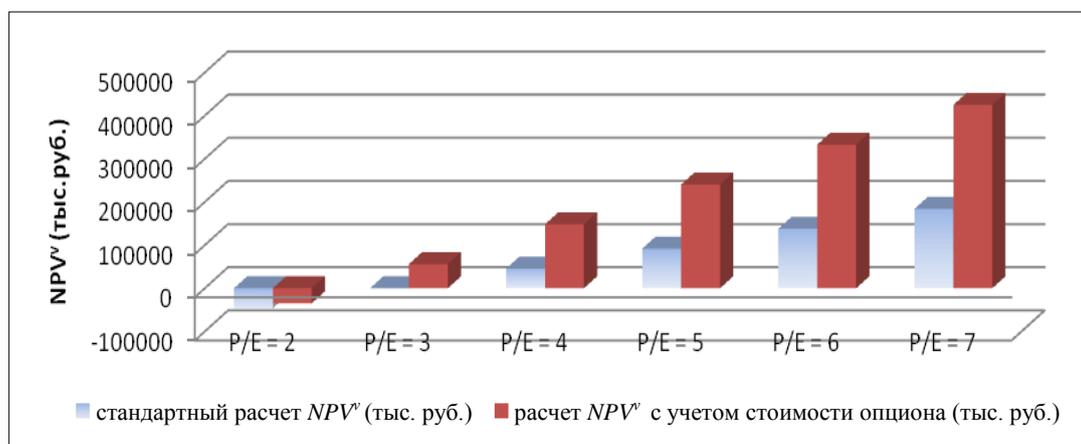


Рис. 7.21. NPV^v венчурного фонда для доли 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 20%

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

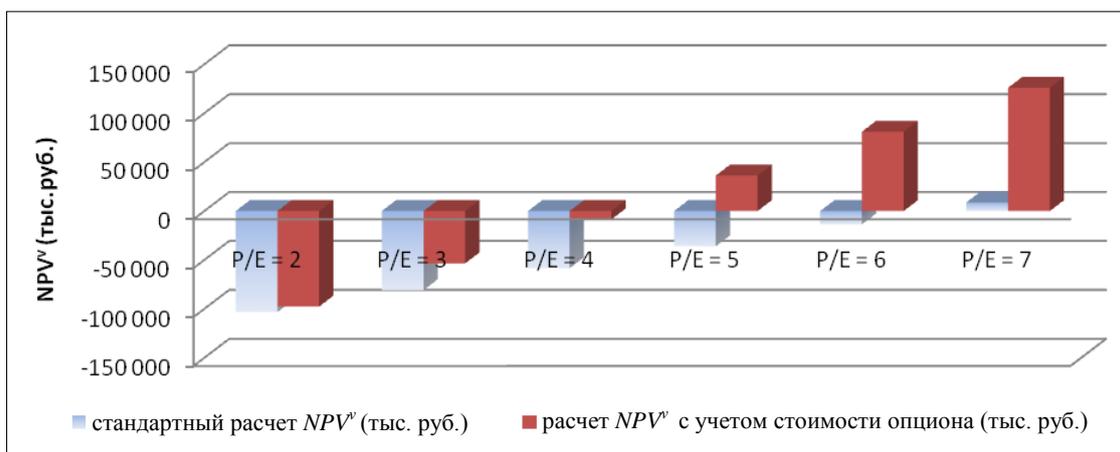


Рис. 7.22. NPV^v венчурного фонда для доли 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 30%

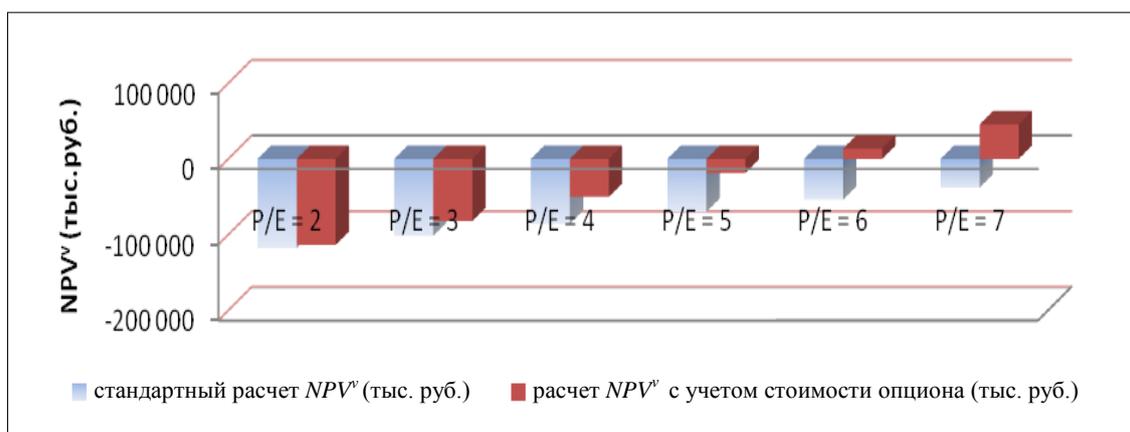


Рис. 7.23. NPV^v венчурного фонда для доли 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 35%

Представим на графике IRR^v , посчитанное стандартным методом, и IRR^v , полученное в результате расчета с учетом стоимости составного опциона «колл», для «крайних» значений долей фонда 24% и 49% для одного значения показателя P/E (при $P/E = 6$ – см. рис. 7.24; при $P/E = 5$ – см. рис. 7.25) [Баранов, Музыко, 2012а; 2012в].

Таким образом, в большинстве случаев, согласно стандартному расчету, IRR^v венчурного фонда меньше ставки дисконтирования, чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v отрицателен. В соответствии со стандартным методом NPV проект не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут. Если в стоимости проекта для венчурного фонда мы учтем стоимость составного опциона «колл», проект во многих случаях будет иметь положительную стоимость и получит финансирование [Baranov, Muzyko, 2014].

Стоимость составного опциона «колл» добавляет стоимость проекту за счет учета факта поэтапной реализации проекта и возможности прекратить финансирование в момент времени T_1 , т.е. за счет учета возможности гибкости управленческих решений.

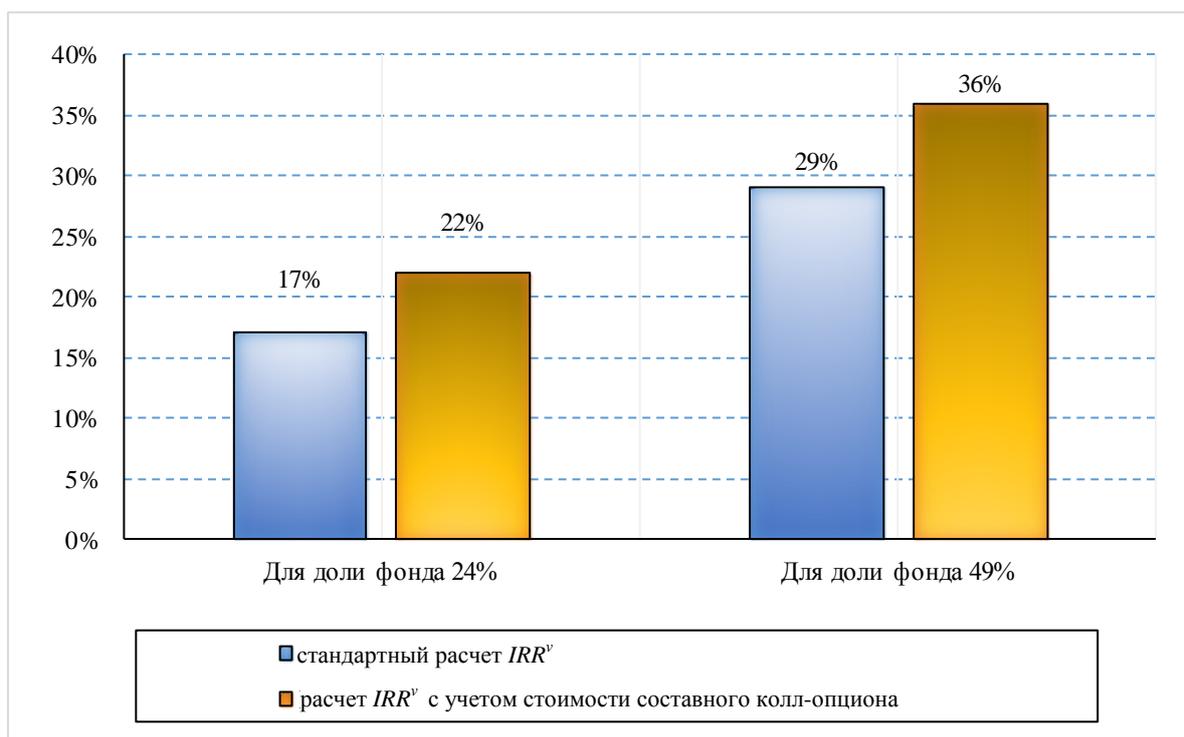


Рис. 4.24. Стандартный расчет IRR^v и расчет IRR^v с учетом опциона при $P/E=6$ для долей фонда 24% и 49%

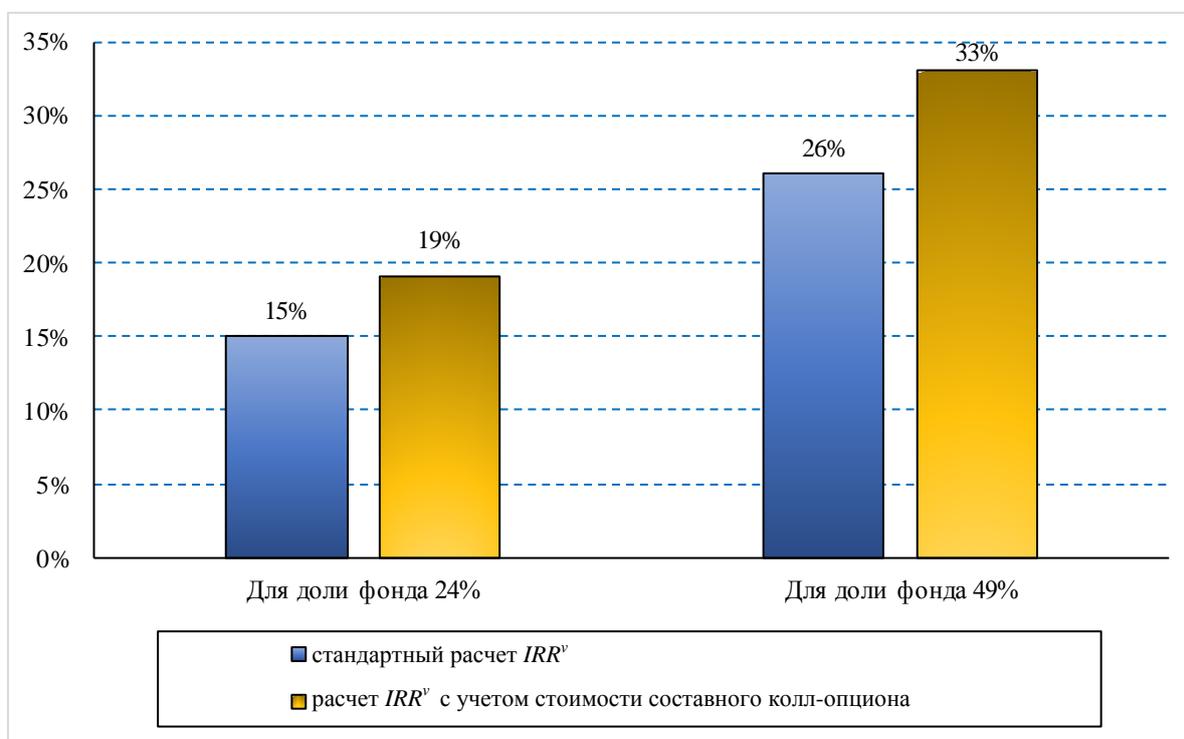


Рис. 7.25. Стандартный расчет IRR^v и расчет IRR^v с учетом опциона при $P/E=5$ для долей фонда 24% и 49%

Анализ чувствительности стоимости составного опциона «колл» к изменению «входных» факторов модифицированной формулы Геске.

Результаты анализа чувствительности стоимости составного опциона «колл» к изменению «входных» факторов модифицированной формулы Геске представлены в табл. П16 Приложения.

При уменьшении текущей стоимости базового актива на 5% стоимость составного опциона «колл» уменьшается на 7,34%, или на 40 106, 45 тыс. руб. (546 538, 293 тыс. руб. – 506 431,843 тыс. руб., см. табл. П16 Приложения).

При уменьшении инвестиций, которые венчурный фонд осуществляет в момент времени T_1 , I_1^v , на 5% стоимость составного опциона «колл» увеличивается на 1,57%, или на 8 583, 2446 тыс. руб. При уменьшении I_2^v на 5% стоимость опциона увеличивается на 0,77%, или на 4 196,2908 тыс. руб. Видим, что уменьшение I_1^v оказывает на увеличение стоимости опциона большее влияние, чем уменьшение I_2^v . При снижении безрисковой ставки процента r на 5% стоимость опциона снижается на 0,6%, или на 3 287, 6213 тыс. руб.

При снижении σ_1 на 5% стоимость опциона практически не меняется. Можно предположить, что это происходит потому, что C^v (см. формулу (6.6), п. 6.1) напрямую от σ_1 не зависит. Параметр σ_1 входит в верхние пределы двойных интегралов (см. две функции двумерного стандартного нормального распределения и функцию одномерного стандартного нормального распределения:

$$N_2(h + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}, l + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}; \rho), N_2(h, l; \rho), N_1(h).$$

При уменьшении T_1 на 5% стоимость составного опциона «колл» уменьшается на 0,11%, или на 601,8798 тыс. руб.

При увеличении V^v на 5% стоимость опциона увеличивается на 7,34%, или на 40 106,45 тыс. руб. При увеличении I_1^v на 5% стоимость опциона уменьшается на 1,57%, или на 8 583,2445 тыс. руб. При увеличении I_2^v на 5% стоимость опциона уменьшается на 0,77%, или на 4 196,2908 тыс. руб. При увеличении r на 5%, стоимость опциона увеличивается на 0,59%, или на 3 202,2362 тыс. руб. При увеличении σ_1 на 5% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении σ_2 на 5% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении T_1 на 5% стоимость опциона увеличивается на 0,1%, или на 599,7769 тыс. руб. При увеличении T_2 на 5% стоимость опциона увеличивается на 0,48%, или на 2 602,4593 тыс. руб.

Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшее влияние на стоимость составного опциона «колл» оказывает текущая стоимость базового актива внутреннего опциона V^v . Это можно интерпретировать следующим образом: венчурный фонд получит прибыль от продажи своей доли акций в момент времени T_2 , если $V^v > I_0^v + I_1^v + I_2^v$. Т.е. чем дальше V^v «отстоит» от совокупной величины инвестиций, тем выше вероятность, что внутренний опцион будет исполнен, и, соответственно, тем выше вероятность, что венчурный фонд получит прибыль.

При снижении V^v на 10% стоимость опциона снижается на 14,68%, или на 80 212,9 тыс. руб. При снижении I_1^v на 10% стоимость опциона увеличится на 3,14%, или на 17 166, 4891 тыс. руб. При снижении I_2^v на 10% стоимость опциона увеличится на 1,54%, или на 8 392,5816 тыс. руб. При снижении безрисковой ставки процента r на 10% стоимость опциона снижается на 1,22%, или на 6 663,3004 тыс. руб. При снижении σ_1 на 10% стоимость опциона практически не меняется. При снижении σ_2 на 10% стоимость опциона практически не меняется. При снижении T_1 на 10% стоимость опциона снизится на 0,22%, или на 1 205,8698 тыс. руб. При снижении T_2 на 10% стоимость опциона снизится на 0,9985%, или на 5 457,43 тыс. руб.

При увеличении V^v на 10% стоимость опциона увеличивается на 14,68%, или на 80 212,9 тыс. руб. При увеличении I_1^v на 10% стоимость опциона уменьшается на 3,14%, или на 17 166,4891 тыс. руб. При увеличении I_2^v на 10% стоимость опциона уменьшается на 1,54%, или на 8 392,5816 тыс. руб. При увеличении r на 10% стоимость опциона увеличится на 1,16%, или на 6 321,6771 тыс. руб. При увеличении σ_1 на 10% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении σ_2 на 10% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении T_1 на 10% стоимость опциона увеличивается на 0,22%, или на 1 197,4583 тыс. руб. При увеличении T_2 на 10% стоимость опциона увеличивается на 0,93%, или на 5 124,2188 тыс. руб.

При увеличении V^v на 20% стоимость опциона увеличивается на 29,35%, или на 160 425,8 тыс. руб. При увеличении I_1^v на 20% стоимость опциона уменьшается на 6,28%, или на 34 332,9782 тыс. руб. При увеличении I_2^v на 20% стоимость опциона уменьшается на 3,07%, или на 16 785,1632 тыс. руб.

При увеличении r на 20% стоимость опциона увеличится на 2,25%, или на 12 322,1342 тыс. руб. При увеличении σ_1 на 20% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении σ_2 на 20% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении T_1 на 20% стоимость опциона увеличивается на 0,44%, или на 2 386,5636 тыс. руб. При увеличении T_2 на 20% стоимость опциона увеличивается на 1,82%, или на 9 935,5706 тыс.руб.

При снижении V^v на 30% стоимость опциона снижается на 44%, или на 240 638,7 тыс. руб. При снижении I_1^v на 30% стоимость опциона увеличится на 9,4%, или на 51 499,4637 тыс. руб. При снижении I_2^v на 30% стоимость опциона увеличится на 4,6%, или на 25 177,7448 тыс. руб. При снижении безрисковой ставки процента r на 30% стоимость опциона снижается на 3,86%, или на 21 103,0879 тыс. руб. При снижении σ_1 на 30% стоимость опциона практически не меняется. При снижении σ_2 на 30% стоимость опциона практически не меняется. При снижении T_1 на 30% стоимость опциона снизится на 0,67%, или на 3 643,0812 тыс. руб. При снижении T_2 на 30% стоимость опциона снижается на 3,19%, или на 17 460,0067 тыс. руб.

При увеличении V^v на 30% стоимость опциона увеличивается на 44%, или на 240 638,7 тыс. руб. При увеличении I_1^v на 30% стоимость опциона уменьшается на 9,42%, или на 51 499,4673 тыс. руб. При увеличении I_2^v на 30% стоимость опциона уменьшается на 4,61%, или на 25 177,7448 тыс. руб. При увеличении r на 30% стоимость опциона увеличится на 3,3%, или на 18 020,5322 тыс. руб. При увеличении σ_1 на 30% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении σ_2 на 30% стоимость опциона практически не меняется. При увеличении T_1 на 30% стоимость опциона увеличивается на 0,65%, или на 3 567,3742 тыс. руб. При увеличении T_2 на 30% стоимость опциона увеличивается на 2,64%, или на 14 453,158 тыс. руб.

Результаты анализа чувствительности составного опциона «колл» к изменению «входных» параметров модифицированной формулы Геске показали, что наибольшее влияние на стоимость составного опциона «колл» оказывает изменение текущей стоимости базового актива V^v , поскольку именно от результатов развития компании, от того, насколько увеличится ее стоимость, зависит, будет ли исполнен внутренний опцион, т.е. получит ли венчурный фонд прибыль от продажи своей доли акций в момент времени T_2 .

В России в последние годы происходит достаточно бурный процесс создания новых высокотехнологичных компаний, которым необходимо финансирование для развития. Однако зачастую российские инвесторы неохотно вкладывают средства в инновационные проекты, а российские венчурные фонды отклоняют многие из них. Одна из возможных причин – это высокий уровень неопределенности инновационных проектов, которую затруднительно адекватно учесть традиционным методом дисконтированных денежных потоков [Baranov, Muzyko, 2016].

Зачастую в соответствии со стандартным методом NPV проект не является эффективным для венчурного фонда и должен быть отвергнут. Однако если в стоимости проекта для венчурного фонда будет учтена стоимость составного опциона «колл», то проект будет иметь положительную стоимость и получит финансирование. Иными словами, применение методики оценки инновационных проектов с венчурным финансированием с позиции венчурного фонда на основе метода реальных опционов может оказать содействие в развитии венчурного инвестирования в России.

7.4. Оценка эффективности инновационного проекта в фармацевтической промышленности для венчурного фонда с применением метода реальных опционов на основе нечетко-множественного анализа

Расчеты проводились применительно к реальному инновационному проекту в фармацевтической промышленности России¹. Суть проекта состоит в строительстве собственного завода по производству фармацевтической продукции – средств по уходу за полостью рта. К финансированию рассматриваемого проекта возможно привлечение венчурного фонда. Стандартные показатели эффективности проекта были рассчитаны нами с использованием имитационной финансовой модели в среде Excel, состоящей из 19 взаимосвязанных таблиц (см. работу [Баранов, Музыко, 2013, с. 91–108]). В имитационную финансовую модель включен отдельный блок, рассчитывающий показатели эффективности инвестиций венчурного фонда. Именно эта финансовая модель взята нами за базу для проведения экспериментальных расчетов с использованием нечетко-множественного аппарата.

На рис. 7.26 приведен график функции степени правдоподобности *IRR проекта в целом* в зависимости от случайной вариации цен на продукцию инвестируемой компании в пределах $\pm 10\%$ в течение всего прогнозного периода (10 лет). Результаты расчета показывают достаточно высокую устойчивость *IRR проекта в целом* к колебаниям цен в заданных пределах. С достаточно высокой степенью правдоподобности (от 0,3 до 0,4 при максимуме, равном 1) *IRR* находится в пределах весьма высоких значений – от 59 до 63%.



Рис. 7.26. График функции степени правдоподобности *IRR* проекта в целом в зависимости от колебания цен на выпускаемую продукцию инвестируемой компании

¹ В силу конфиденциальности коммерческой информации мы не приводим здесь название фирмы-инициатора проекта и место строительства завода.

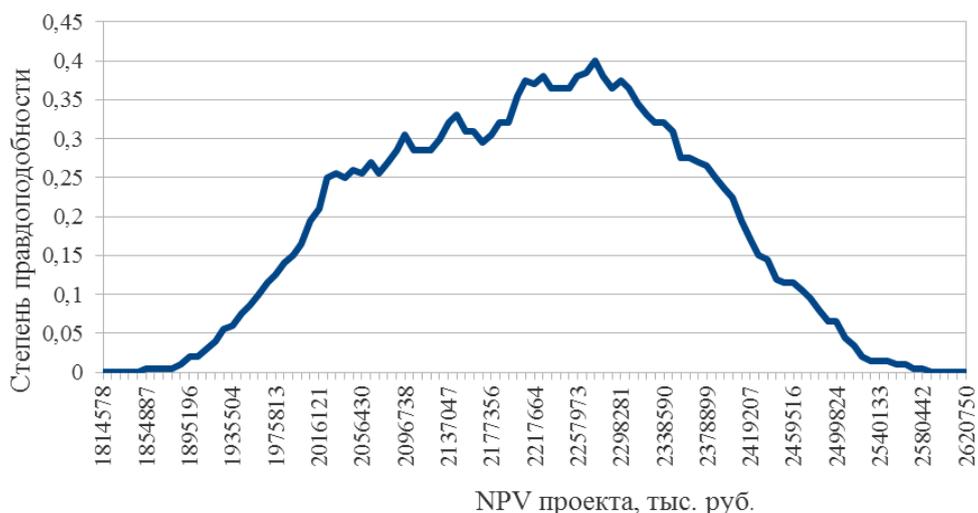


Рис. 7.27. График функции степени правдоподобности *NPV* проекта в целом в зависимости от колебания цен на выпускаемую продукцию инвестируемой компании

Рис. 7.27 является иллюстрацией того обстоятельства, что *NPV проекта в целом*, в зависимости от случайной вариации цен на продукцию инвестируемой компании в пределах $\pm 10\%$ в течение всего прогнозного периода, с достаточно высокой степенью правдоподобности (от 0,3 до 0,4) будет находиться в пределах от 2,1 до 2,3 млрд руб.



Рис. 7.28. Оценка риска венчурного фонда получить неудовлетворительное значение *IRR* в зависимости от вариации его доли в уставном капитале инвестируемой компании

На рис. 7.28 приведен график функции степени правдоподобности *IRR венчурного фонда* в зависимости от вариации его доли в уставном капитале инвестируемой компании. Предполагается, что венчурный фонд будет считать неудовлетворительным результат инвестиций, если после выхода из проекта *IRR* по его инвестициям будет менее 15%. В расчете в качестве базовой доли венчурного фонда в уставном капитале проекта при-

нимается 49%. Иначе говоря, изначально венчурный фонд не претендует на контрольный пакет акций инвестируемой компании. «Раскачка» доли фонда в уставном капитале инвестируемой компании проводится в пределах $\pm 10\%$, т. е. от 44,1 до 53,9%. По результатам расчета видно, что риск получить $IRR < 15\%$ для венчурного фонда составляет примерно 26%. Эта величина определяется как отношение подграфа слева от пунктирной линии (см. рис. 7.28) ко всей площади подграфа функции степени правдоподобности.

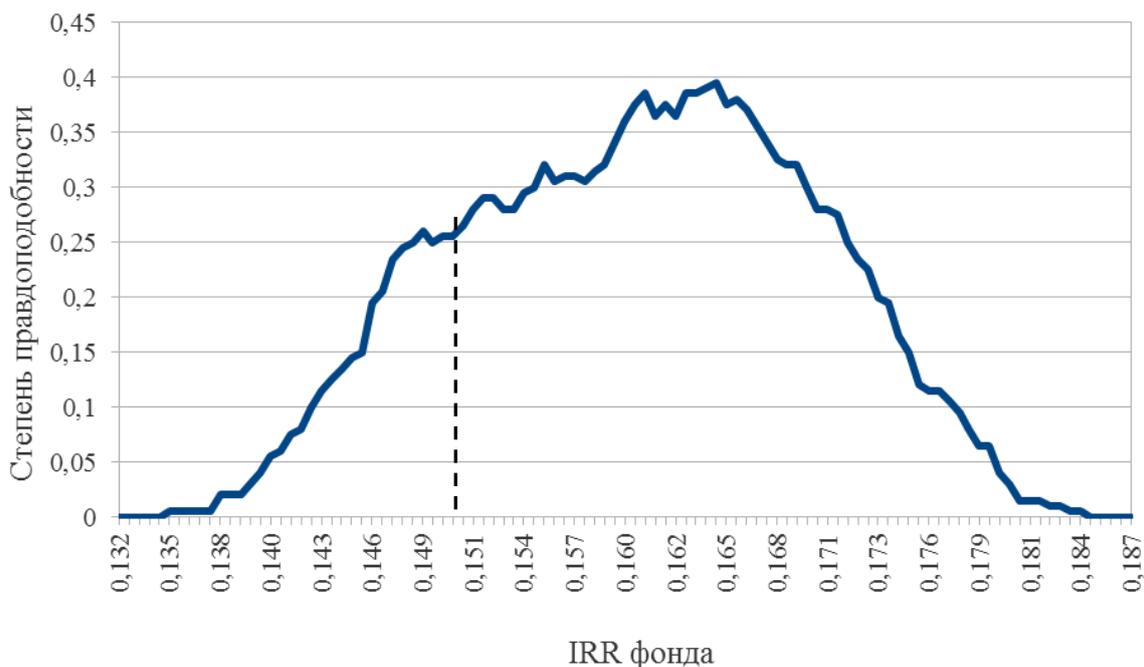


Рис. 7.29. Оценка риска венчурного фонда получить неудовлетворительное значение IRR в зависимости от вариации цен на продукцию инвестируемой компании

Рис. 7.29 представляет собой график функции степени правдоподобности IRR венчурного фонда в зависимости от вариации цен на продукцию инвестируемой компании.

«Раскачка» цен производится случайным образом (методом Монте-Карло) для всего расчетного периода в пределах $\pm 10\%$. По результатам расчета видно, что риск получить $IRR < 15\%$ для венчурного фонда составляет примерно 15,5%. Эта величина также определяется как отношение подграфа слева от пунктирной линии (см. рис. 7.29) ко всей площади подграфа функции степени правдоподобности. Следовательно, влияние вариации доли венчурного фонда в уставном капитале на риск получения неудовлетворительного значения IRR венчурного фонда по результатам реализации инвестиционного проекта значительно больше, чем воздействие изменения цен на продукцию инвестируемой компании.

Важным с содержательной точки зрения является надежность наиболее правдоподобного показателя эффективности инвестиционного проекта. Для его определения применяется так называемая эталонная величина наиболее правдоподобного значения показателя эффективности, например IRR или NPV проекта в целом или показателей эффективности венчурного фонда. В данном исследовании эталоном считается симметричное треугольное представление наиболее правдоподобного значения показателя эффективности (например NPV фонда) с носителем, равным 0,7 от размаха выборки исследуемого показателя (например NPV фонда или проекта в целом). График эталона на рис. 7.30, 7.31 представлен прерывистой кривой [Баранов и др., 2015б].

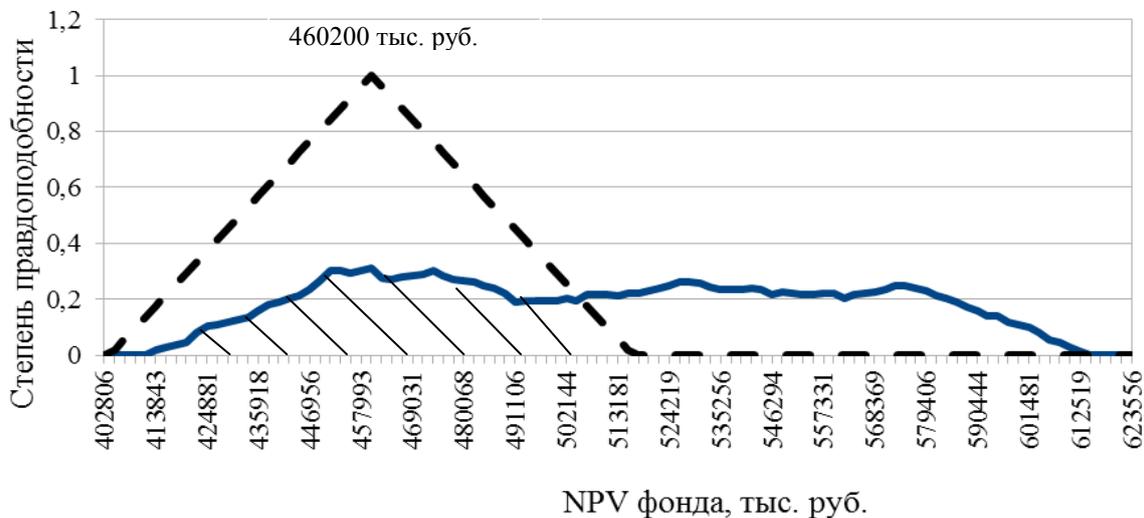


Рис. 7.30. Характеристика надежности наиболее правдоподобного значения NPV венчурного фонда в случае изменения доли фонда в уставном капитале проинвестированной компании

На рис. 7.30 показано, что надежность вычисленного наиболее правдоподобного значения NPV венчурного фонда (460,2 млн руб.) составляет 35,7%. Данная надежность вычислена при вариации доли фонда в уставном капитале проинвестированной компании в интервале $\pm 10\%$ от 49% (от 44,1 до 53,9%). Геометрически надежность характеризуется отношением площади подграфа функции степени правдоподобности, пересекающейся с площадью подграфа эталона (заштрихованная область на графике), к общей площади подграфа функции степени правдоподобности [Баранов и др., 2016].

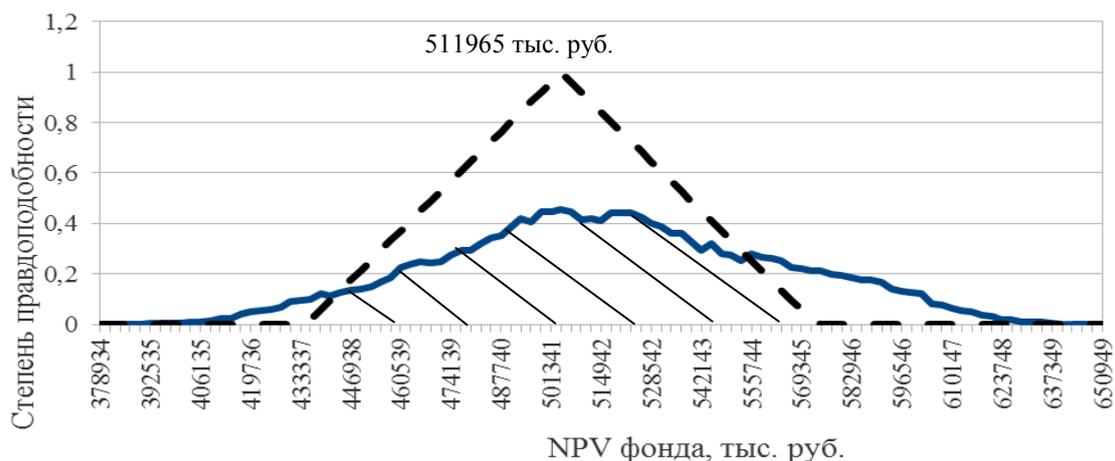


Рис. 7.31. Характеристика надежности наиболее правдоподобного значения NPV венчурного фонда в случае изменения цен на продукцию проинвестированной компании

На рис. 7.31 показано, что надежность вычисленного наиболее правдоподобного значения NPV венчурного фонда (512 млн руб.) при условии изменения цен на продукцию проинвестированной компании составляет 56,4%. Данная надежность получена при вариации цен на продукцию в интервале $\pm 10\%$ от их фактических значений в базовом году прогноза. Геометрически надежность характеризуется отношением площа-

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

ди подграфа функции степени правдоподобности, пересекающейся с площадью подграфа эталона (заштрихованная область на графике), к общей площади подграфа функции степени правдоподобности.

На рис. 7.32 и 7.33 дана графическая иллюстрация расчета коэффициента устойчивости одного из важнейших показателей эффективности инвестиций *венчурного фонда* – *NPV* по отношению к колебанию цен на продукцию инвестируемой компании в диапазоне $\pm 10\%$ (см. рис. 7.32) и вариации доли венчурного фонда в уставном капитале $\pm 10\%$ от базового значения 49%. На рис. 7.32 и 7.33 графики функции степени правдоподобности при измененных параметрах показаны прерывистой кривой.

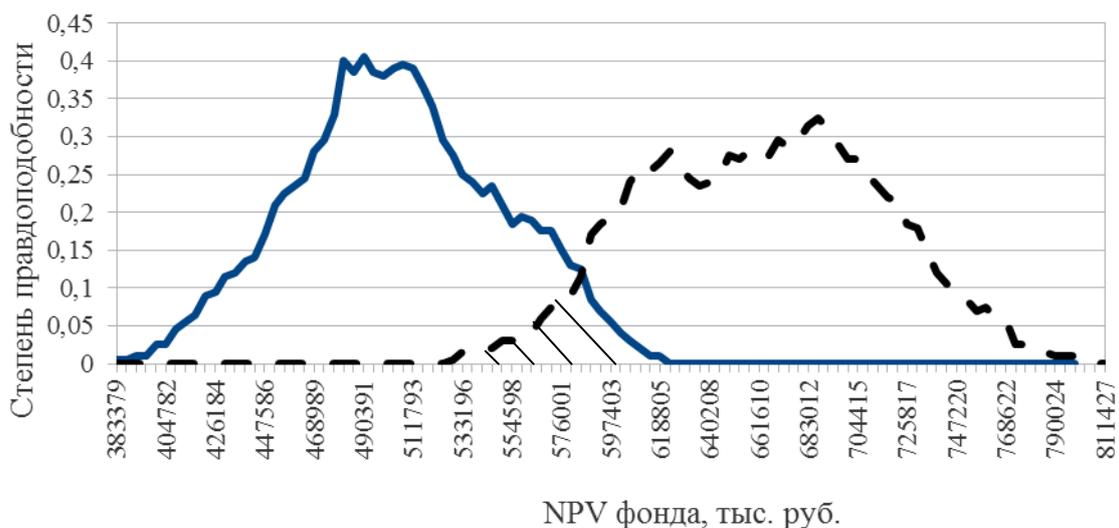


Рис. 7.32. Оценка устойчивости *NPV* венчурного фонда по отношению к изменению цен на продукцию компании на 10% выше исходных

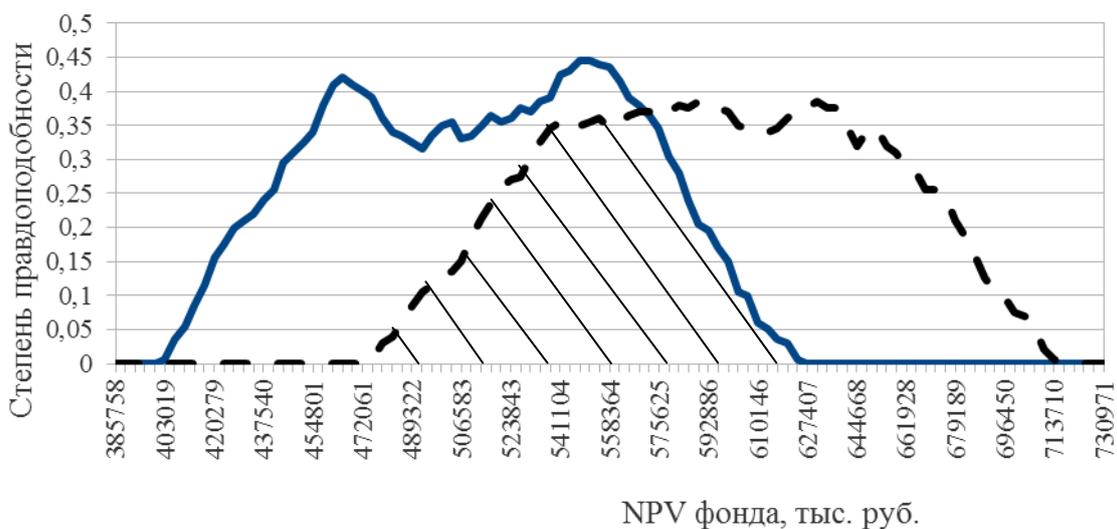


Рис. 7.33. Оценка устойчивости *NPV* венчурного фонда по отношению к изменению доли венчурного фонда на 10% выше исходной

Для первого эксперимента (см. рис. 7.32) коэффициент устойчивости NPV равен 18,6%. Геометрически он определяется как минимум из двух отношений: площади пересечения двух подграфов функций степени правдоподобности (заштрихованная область) к подграфу функции степени правдоподобности при исходных ценах (сплошная кривая на графике) и к подграфу функции степени правдоподобности при измененных исходных ценах (прерывистая кривая на графике). В первом случае «раскачиваются» фактические цены на продукцию проинвестированной компании. Во втором случае исходные цены на продукцию проинвестированной компании увеличиваются на 10% по сравнению с базовыми. «Раскачке» подвергаются именно эти измененные (увеличенные) цены.

Для второго эксперимента (см. рис. 7.33) коэффициент устойчивости NPV равен 50,1%. Геометрически он также определяется как минимум из двух отношений: площади пересечения двух подграфов функций степени правдоподобности (заштрихованная область) к подграфу функции степени правдоподобности при исходной доле фонда в уставном капитале проинвестированной компании (49% – сплошная кривая на графике) и к подграфу функции степени правдоподобности при увеличенной на 10% доле фонда в уставном капитале проинвестированной компании (53,9% – прерывистая кривая на графике). В первом случае «раскачивается» исходная доля в уставном капитале проинвестированной компании, т.е. «раскачке» подвергается увеличенная доля.

По результатам оценки устойчивости NPV венчурного фонда можно сделать вывод о том, что этот показатель очень чувствителен к изменению цен на продукцию проинвестированной компании и намного более устойчив по отношению к доле фонда в ее уставном капитале.

Для объяснения результатов последнего численного эксперимента необходимо дать авторскую интерпретацию составного колл-опциона (см. работу [Баранов, Музыка, 2013, гл. 3]).

Согласно нашему предположению, венчурный фонд будет осуществлять поэтапное инвестирование рассматриваемого проекта в два раунда: в 2009 г. предоставляются средства в размере 35 000 тыс. руб. (I_0^v), в 2010 г. – 197 000 тыс. руб. (I_1^v) при условии соблюдения правил исполнения составного (внешнего) и внутреннего опционов.

В нашей интерпретации I_0^v – это инвестиции на приобретение в момент времени T_0 составного (внешнего) опциона «колл». Напомним, что *составной опцион (опцион «колл» на опцион «колл»)* представляет собой опцион, базовым активом которого является внутренний колл-опцион. Составной (внешний) опцион «колл» предоставляет венчурному фонду право, но не обязательство, купить через определенное время T_1 по цене I_1^v часть акций инвестируемой компании. Приобретение венчурным фондом части акций в момент T_1 по цене I_1^v может быть истолковано как покупка внутреннего опциона «колл» на приобретение актива со сроком исполнения T_2 с ценой исполнения I_2^v .

Нулевым моментом времени в нашем примере является 2009 г.: $I_0^v = 35\ 000$ тыс. руб. (согласно прогнозу денежных потоков в 2009 г. для реализации проекта требуемый объем средств, финансируемый из внешних источников, составляет 35 000 тыс. руб.). Таким образом, срок исполнения составного (внешнего) опциона «колл» T_1 составит 1 год. Срок исполнения внутреннего опциона T_2 составит 9 лет. В случае исполнения составного (внешнего) опциона «колл» венчурным фондом в момент времени T_1 будут осуществляться инвестиции I_1^v в размере 197 000 тыс. руб. Приведенная к нулевому моменту времени величина I_1^v дисконтир составит 184 112 тыс. руб.

Цена исполнения внутреннего опциона I_2^v содержательно трактуется нами как величина неявных издержек – это часть величины чистой прибыли текущего периода T_2 .

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

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

$$I_2^v = NPAT_{total\ Exit} \cdot S, \quad (7.11)$$

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

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

S – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании.

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 году выхода фонда из бизнеса – в 2018 г., приведенная к моменту оценки.

Активы, право на покупку которых фонд приобретает в момент времени T_1 , есть ничто иное, как доход венчурного фонда, который он может получить в момент времени T_2 после продажи своих акций, приобретенных в момент T_1 .

В практических расчетах мы предполагаем, что величина V^v для венчурного фонда является ничем иным, как ликвидационной стоимостью проекта TER^v в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании (в 2018 г.). Это оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций:

$$V^v = TER^v = NPAT_{total\ предид.} \cdot S \cdot P / E + DIV_{текущ.}^v, \quad (7.12)$$

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

$NPAT_{total\ предид.}$ – 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;

$DIV_{текущ.}^v$ – дивиденды, выплачиваемые проинвестированной компанией венчурному фонду в текущем году по результатам предыдущего финансового года.

Решение об инвестировании оставшейся суммы средств 197 млн руб. будет принято в случае, если будет соблюдаться правило исполнения составного колл-опциона (внешнего опциона): венчурный фонд исполнит составной колл-опцион, т.е. в момент времени T_1 осуществит инвестиции I_1^v в покупку части акций инвестируемой компании и тем самым приобретет базовый актив составного колл-опциона – внутренний опцион на получение прибыли от продажи акций в момент времени T_2 , если для заданного 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 сло-

вами, 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} (см. соотношение (7.6)).

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

$$V_{T_1} = NPAT_{2010} \cdot P / E \tag{7.13}$$

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

Безрисковая ставка процента r в наших расчетах составит 7%. Уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени $(0, T_1)$, $\sigma_1 = 12,78\%$; уровень рискованности операций проинвестированной компании в течение промежутка времени (T_1, T_2) , $\sigma_2 = 10,224\%$. Подробное обоснование выбора соответствующих значений параметров r, σ_1 и σ_2 дано в п. 7.3 настоящей монографии.

В расчете по модели Геске-Хсу (модифицированной модели Геске), в отличие от описанных выше расчетов, варьируются («раскачиваются») все параметры, влияющие на стоимость составного опциона «колл». Пределы варьирования входящих параметров этой модели предопределяются значениями величин σ_1 и σ_2 . Отметим, что использование модели Геске-Хсу для анализа влияния «раскачки» отдельных параметров на величину стоимости базового актива внутреннего опциона «колл» (при фиксированных значениях остальных экзогенных величин) проводится впервые.

На рис. 7.34 доля заштрихованной площади подграфа функции степени правдоподобности ко всей площади подграфа $(0,311)$ представляет собой вероятность превышения ликвидационной стоимостью V^v порогового для венчурного фонда значения, т.е. величины, при которой принимается положительное решение об инвестировании в объеме I_1^v . Эта величина равна 219,1 млн руб. и получена как сумма инвестиций в момент времени T_0 в объеме $I_0^v = 35$ млн руб. и продисконтированного к нулевому году (2009 г.) значения инвестиций в момент времени T_1 в объеме $I_1^v = 184,1$ млн руб. $(197/1,07=184,1)$ [Музыка, Маслов, 2015а].

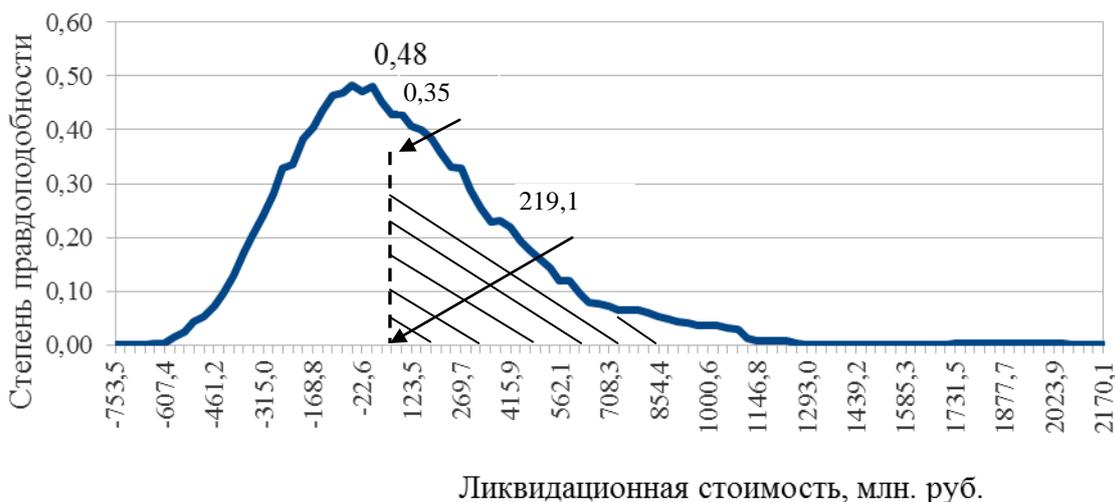


Рис. 7.34. Степень правдоподобности получения различных значений ликвидационной стоимости проинвестированной компании V^v

Вероятность положительного решения по внутреннему опциону – принятия решения по основным инвестициям в объем 197 млн руб. рассчитывается по формуле Геске и равна 0,25. Тогда общая вероятность успешного исполнения составного колл-опциона равна: $0,311 \times 0,25 = 0,109$.

Степень правдоподобности принятия ликвидационной стоимостью порогового значения 219,1 млн руб. составляет примерно 0,35. Больших значений – со степенью правдоподобности меньше 0,35 (значения – правее 219,1 млн руб. на рис. 7.34).

Использование нечетко-множественного подхода к оценке стоимости составного колл-опциона по модели Геске-Хсу расширяет аналитические возможности финансов-практиков. Появляются следующие дополнительные возможности:

- 1) оценить вероятность успешного исполнения составного колл-опциона;
- 2) оценить степень правдоподобности получения порогового значения ликвидационной стоимости проекта для венчурного фонда, при достижении которого принимается положительное решение об основных инвестициях I_1^v ;
- 3) количественно оценить неопределенность, порожденную не только всей совокупностью влияющих параметров, как делается в модели Геске-Хсу (см. рис. 7.34), но и отдельными группами параметров (см. рис. 7.27–7.33), что обогащает результаты аналитического исследования.

Глава 8. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

8.1. Краткое описание проекта по переработке хлористого метила

В данной главе рассматривается проект организации производства по переработке хлористого метила, получаемого из природного газа¹.

Проект преследует две 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 9 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, импорт которого в 2016 г. составил около четверти от внутрироссийского спроса [*ПВХ ... (эл. ист. инф.)*]. 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. Среднедушевое производство этилена в России в три раза меньше, чем в Западной Европе, а производство ПВХ меньше в четыре раза. 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.

¹ С целью сохранения коммерческой тайны мы не приводим здесь название компании-инициатора проекта.

Осуществление проекта позволило бы решить две важные для российской химической промышленности задачи:

- 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 (ОАО «Каустик», г. Волгоград; ОАО «Каустик», г. Стерлитамак; ОАО «Саянскимпласт», г. Саянск, и др.).

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.

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. Предполагалось, что доля венчурного фонда в уставном капитале Проектной компании составит 49%. То есть примерный объем инвестиций венчурного фонда – 128 млн руб. ($261,4 \text{ млн руб.} \times 0,49 = 128 \text{ млн руб.}$). Стало быть, в общем объеме инвестиций в проект доля фонда составит 14,4% ($128 \text{ млн руб.} / 886 \text{ млн руб.} \times 100\% = 14,4\%$).

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% ($25,6/261,4 \times 100\% = 9,8\%$) акций Проектной компании. В случае успешного развития проекта, после того как он начнет генерировать чистую прибыль (2015 г. – рис. 8.1), 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.

Действия венчурного фонда по финансированию 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 данному проекту. Инвестиции на приобретение в момент времени $T_0 = 2013$ г. составного опциона «колл» равны 25,6 млн 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 102,5 млн руб. оставшуюся часть зарезервированных за ним акций Проектной компании. Приобретение венчурным фондом части акций в момент T_1 по цене может быть истолковано как покупка внутреннего опциона «колл» на приобретение актива со сроком исполнения T_2 .

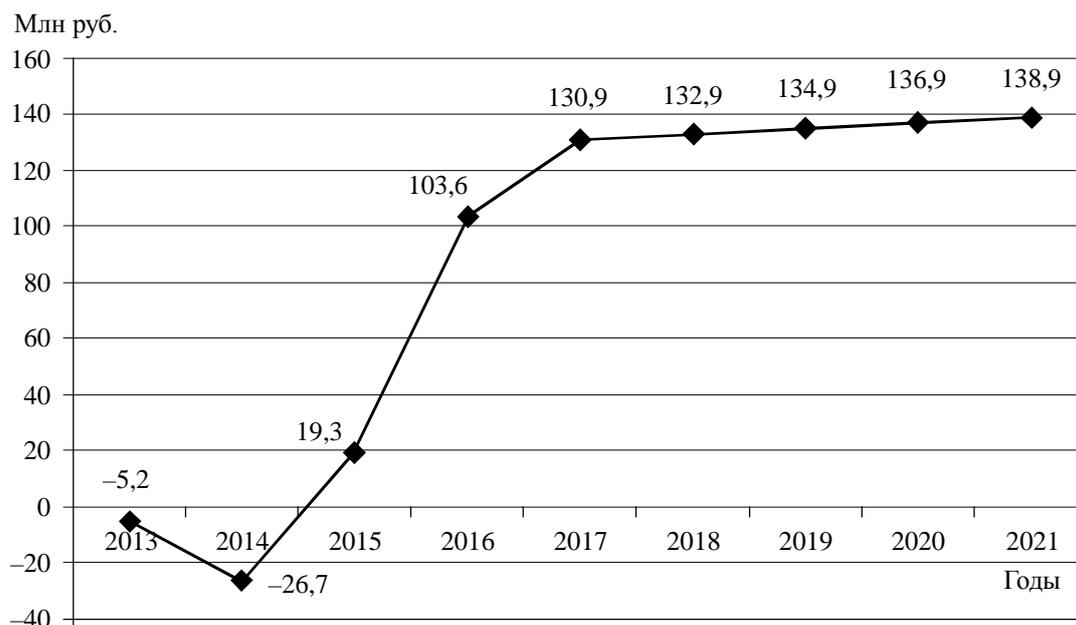


Рис. 8.1. Динамика чистой прибыли Проектной компании в 2013–2021 гг., млн руб.

Активы, право на покупку которых инвестор приобретает в момент времени T_1 , есть ни 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 . Если проект будет развиваться неудачно, то внутренний опцион не будет исполнен в том смысле, что венчурный фонд не получит никакой прибыли. Если проинвестированная компания будет иметь хорошие результаты, то венчурный фонд продаст свои акции с прибылью, т.е. получит в свое распоряжение активы, равные полученной им от продажи акций прибыли. Это трактуется нами как исполнение внутреннего опциона «колл».

В анализируемом проекте 2017 г. выбран не случайно – как год «выхода» венчурного фонда из бизнеса Проектной компании. На рис. 8.1 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.

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

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

Правило исполнения внутреннего опциона следующее. Внутренний опцион будет считаться исполненным (в том смысле, что венчурный фонд получит прибыль), если продисконтированная стоимость принадлежащих венчурному фонду акций компании в момент времени T_2 будет больше, чем продисконтированная величина суммы совокупных вложений венчурного фонда в покупку этих акций и величины неявных издержек.

Величина неявных издержек – это часть величины чистой прибыли периода T_2 . Если венчурный фонд не продаст в момент времени T_2 (в нашем случае – в 2017 г.) принадлежащие ему акции, то в 2018 г. он получит часть чистой прибыли периода $T_2 = 2017$ г., пропорциональную его доле в уставном капитале компании в виде дивиден-

дендов или дополнительных активов, которые могут быть приобретены на долю прибыли, принадлежащую фонду. При предположении, что доля фонда в уставном капитале равна 49%, сумма составит 64,2 млн руб. ($130,9 \text{ млн руб.} \times 0,49 = 64,2 \text{ млн руб.}$). Эта часть прибыли периода T_2 уже будет принадлежать не венчурному фонду, а тому экономическому субъекту, которому венчурный фонд продал свои акции.

Таким образом, при продаже акций в момент времени T_2 венчурный фонд теряет прибыль этого периода, пропорциональную его доле в уставном капитале проинвестированной компании. Ее величина трактуется нами как неявные издержки фонда и цена исполнения внутреннего опциона «колл» в момент времени T_2 .

Отметим, что при продаже своих акций в момент 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 фонда ограничимся рассмотрением только прибыли в момент времени T_2 .

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

на промежутке времени $(0, T_1)$

$$dV^v = \alpha V^v dt + \sigma_1 V^v dW; \quad (8.1)$$

в течение промежутка времени (T_1, T_2)

$$dV^v = \alpha V^v dt + \sigma_2 V^v dW, \quad (8.2)$$

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

σ_2 – уровень рискованности операций проинвестированной компании в промежутке времени (T_1, T_2) ;

dW – винеровский случайный процесс.

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

$$C^v = V^v N_2(h + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}, l + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}; \rho) - I_2^v e^{-r\tau} N_2(h, l; \rho) - I_1^v e^{-r\tau_1} N_1(h), \quad (8.3)$$

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

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

$$h = \frac{\ln \frac{V^v}{I_1^v} + r\tau_1 - \frac{1}{2} \sigma_1^2 \tau_1}{\sqrt{\sigma_1^2 \tau_1}};$$

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

$$\rho = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 \tau_1}{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}};$$

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

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

r – безрисковая процентная ставка;

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

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

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

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

$$V_{T_1} N_1(l^* + \sqrt{\sigma_2^2 \tau_2}) - I_2^v e^{-r\tau_2} N_1(l^*) = I_1^v, \quad (8.4)$$

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

$$l^* = \frac{\ln \frac{V_{T_1}}{I_2^v} + r\tau_2 - \frac{1}{2} \sigma_2^2 \tau_2}{\sqrt{\sigma_2^2 \tau_2}}. \quad (8.5)$$

Опишем *правило исполнения внешнего опциона*.

Для принятия решения об исполнении внешнего опциона, т.е. о приобретении части акций инвестируемой компании (в нашем случае трактуется как приобретение внутреннего опциона на получение прибыли от продажи акций), венчурному фонду необходимо знать так называемую пороговую величину стоимости акций рискованной компании в момент T_1 – \bar{V} . А чтобы определить \bar{V} , необходимо найти решение уравнения (8.4) относительно переменной V_{T_1} .

Правило исполнения составного колл-опциона (внешнего опциона) следующее: венчурный фонд исполнит составной колл-опцион, т.е. в момент времени T_1 произведет инвестиции I_1^v в покупку основной части акций инвестируемой компании и тем самым приобретет базовый актив составного колл-опциона – внутренний опцион на получение прибыли от продажи акций в момент T_2 , если для заданного σ_2 стоимость базового актива составного колл-опциона (т.е. стоимость внутреннего колл-опциона) окажется 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 стоимость акций инвестируемой компании в момент $t = T_1$, V_{T_1} , превысит пороговое значение (формула (8.4)) [Баранов и др., 2017в; 2017г].

8.2. Оценка эффективности инновационного проекта в нефтехимической промышленности с позиции венчурного фонда методом реальных опционов

Предлагаемый нами методический подход был применен для оценки реального российского инновационного проекта с венчурным финансированием в нефтехимической промышленности. Нами была проведена оценка эффективности инновационного проекта с позиции венчурного фонда традиционным методом NPV (стандартный расчет) и с применением метода реальных опционов (в четком виде).

Оценка традиционным методом NPV

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

Расчет финансовых потоков, NPV^v и IRR^v венчурного фонда для разных годов «выхода» венчурного фонда из бизнеса показал, что венчурный фонд должен «выходить» из бизнеса проинвестированной компании в 2017 г., поскольку именно в этом году наблюдается наибольшее значение внутренней нормы доходности венчурного фонда. Результаты расчетов внутренней нормы доходности венчурного фонда IRR^v при разных годах «выхода» венчурного фонда из бизнеса для доли фонда 49% (стандартный расчет) представлены в табл. П17 Приложения.

Из практической деятельности известно, что венчурный фонд, как правило, рассматривает возможность вложения в проект начиная с 25% плюс одна акция инвестируемой компании (приобретение «блокирующего» пакета акций). «Блокирующий» пакет акций позволяет их владельцам накладывать вето на решения совета директоров и является нижней границей доли венчурного фонда. Венчурный фонд обычно не стремится приобрести контрольный пакет акций инвестируемой компании, так как, лишившись контрольного пакета, собственники могут снизить заинтересованность в результатах деятельности компании. Соответственно, 49% является верхней границей доли венчурного фонда.

Именно для этой доли фонда (49%) и представим все расчеты.

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 табл. П18 Приложения, а также в левой части табл. П19 Приложения.

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 продисконтируем 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 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.

Оценка на основе метода реальных опционов

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

Нулевым моментом времени является 2013 г.: $I_0^v = 25\,566$ 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^v дисконтир. составит 84 886 тыс. руб. (дисконтируем по ставке 6,5%, обоснование которой дано нами ниже).

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»:

$$I_2^v = NPAT_{total\ Exit} \cdot S, \quad (8.6)$$

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

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

S – доля венчурного фонда в уставном капитале проинвестированной компании.

Для доли фонда 49% инвестиции венчурного фонда в момент времени T_2 составят: $I_2^v = NPAT_{total\ в\ 2017\ году} \times \text{долю фонда} = 130\ 929 \text{ тыс. руб.} \times 0,49 = 64\ 155 \text{ тыс. руб.}$ Приведенная к нулевому моменту времени величина I_2^v дисконтир. 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 г., приведенная к моменту оценки.

Активы, право на покупку которых фонд приобретает в момент времени T_1 , есть ничто иное, как доход венчурного фонда, который он может получить в момент времени T_2 после продажи своих акций, приобретенных в момент T_1 . Таким образом, величина V^v является ничем иным, как ликвидационной стоимостью проекта для венчурного фонда TER^v в году «выхода» фонда из бизнеса проинвестированной компании (в 2017 г.). Это оценка дохода, который венчурный фонд получит в последнем году своего пребывания в бизнесе проинвестированной компании от продажи принадлежащих ему акций (вычисляется по формуле (8.7)):

$$TER^v(T) = NPAT(T-1) SHK^v (P/E) + DIV^v(T), \quad (8.7)$$

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

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

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

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

$DIV^v(T)$ – дивиденды, выплачиваемые проинвестированной компанией венчурному фонду в текущем году.

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:

$V^v = 103\,571 \text{ тыс.руб.} \cdot 0,49 \cdot 4 + 10\,150 \text{ тыс.руб.} = 213\,149 \text{ тыс.руб.}$ 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): венчурный фонд исполнит составной колл-опцион, т.е. в момент времени T_1 осуществит инвестиции I^v_1 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^v_1 .

Иными словами, венчурный фонд исполнит составной колл-опцион и будет инвестировать I^v_1 только в том случае, если значение стоимости акций инвестируемой компании в момент времени $t = T_1$, V_{T_1} , превысит пороговое значение \bar{V} (см. соотношение (8.4)).

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

В нашей интерпретации величина V_{T_1} представляет собой оценку бизнеса в 2016 г.:

$$V_{T_1} = NPAT_{2016} \cdot P / E. \quad (8.8)$$

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

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_1 , было взято значение коэффициента вариации индекса «Химия и нефтехимия» Московской биржи за период с 2009 г. по I квартал 2017 г. [*Индекс... (эл. ист. инф.)*]. Данный период был выбран с целью исключить существенные колебания 2007 г. и 2008 г. Был выбран именно этот индекс, поскольку рассматриваемый нами проект производства этилена относится к нефтехимической отрасли. Коэффициент вариации индекса «Химия и нефтехимия» Московской биржи 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» венчурного фонда из бизнеса (2017 г.) представлены в табл. П20 Приложения.

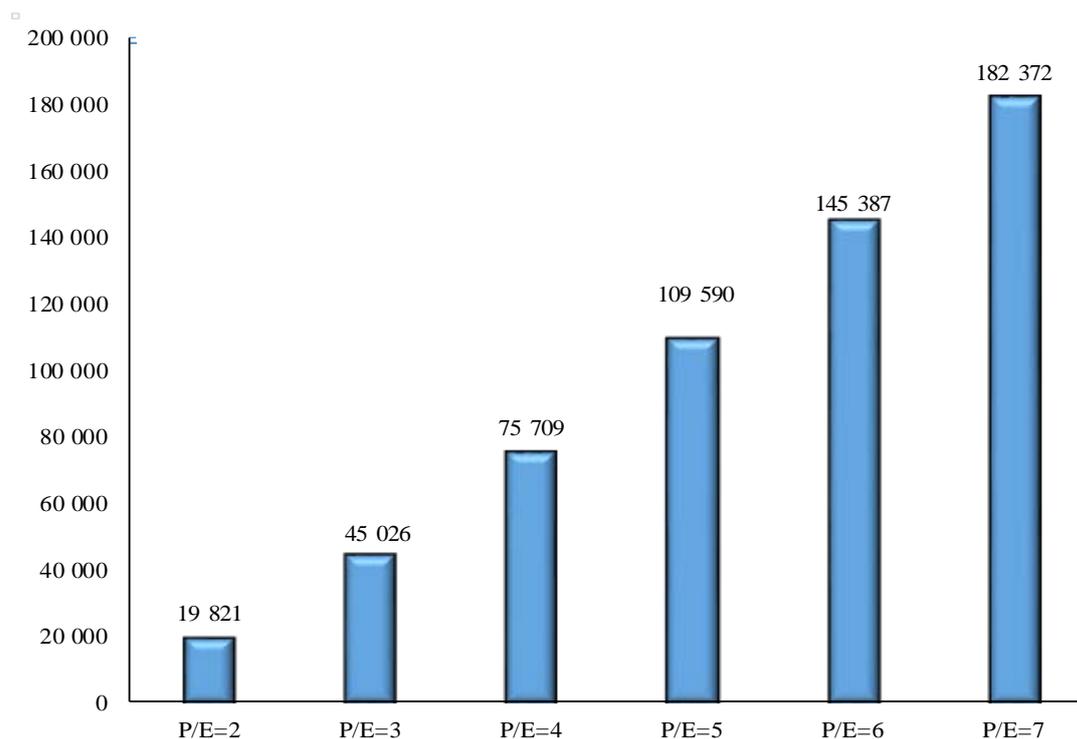


Рис. 8.2. Стоимость составного опциона «колл» при разных значениях P/E

Результаты расчетов стоимости составного опциона «колл» при разных значениях показателя P/E представлены на рис. 8.2 (см. табл. П21 Приложения).

Рассчитаем внутреннюю норму доходности венчурного фонда IRR^v и чистый приведенный доход венчурного фонда NPV^v , учитывая стоимость составного опциона «колл» в качестве дополнительного денежного потока венчурного фонда, который появляется в момент времени T_2 (в 2017 г.), т.е. в момент «выхода» венчурного фонда из бизнеса. Сравним результаты расчетов NPV^v и IRR^v традиционным методом NPV и с учетом стоимости составного опциона «колл».

Для доли фонда 49% при разных ставках дисконтирования 20, 30 и 40% представим на одном графике NPV^v венчурного фонда, полученное на основе стандартного расчета, и полученное в результате расчета с учетом стоимости составного опциона «колл» (см. рис. 8.3–8.5).

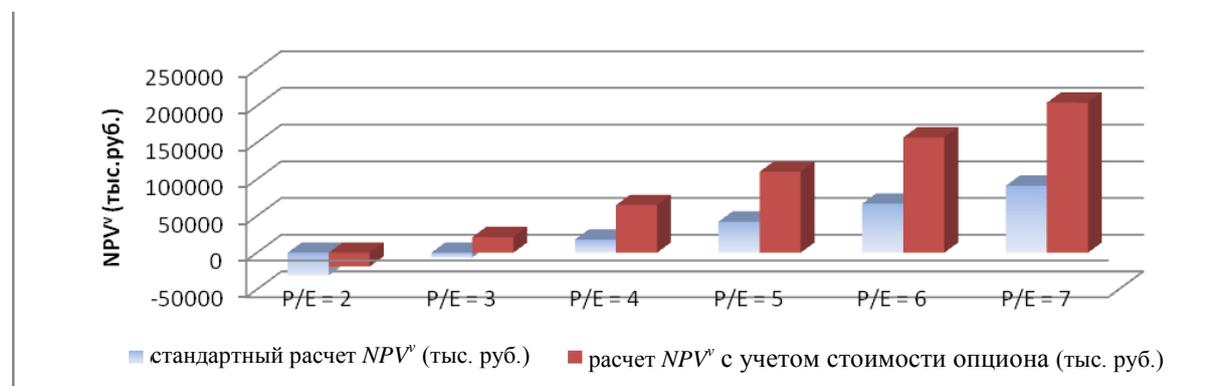


Рис. 8.3. NPV^v венчурного фонда для доли в уставном капитале 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 20%

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДА В

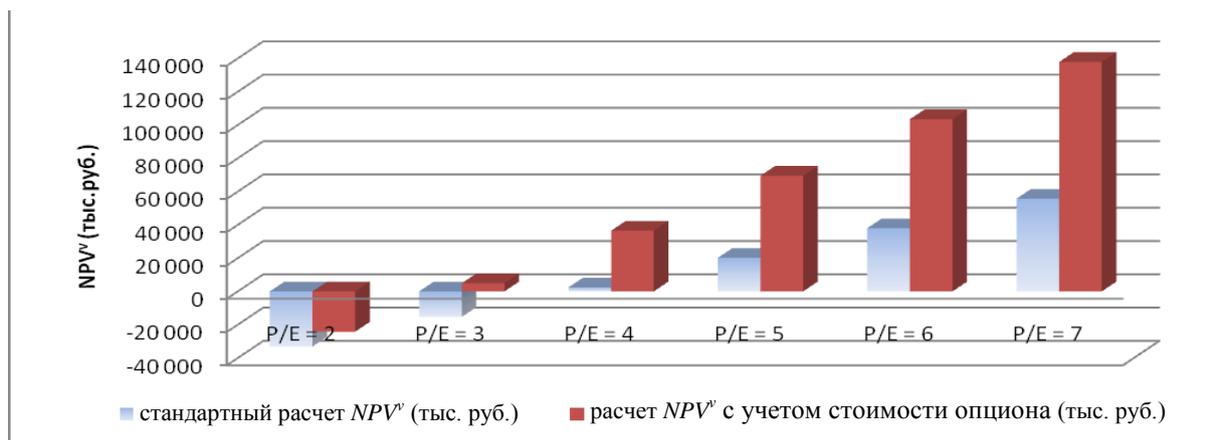


Рис. 8.4. NPV^v венчурного фонда для доли в уставном капитале 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 30%

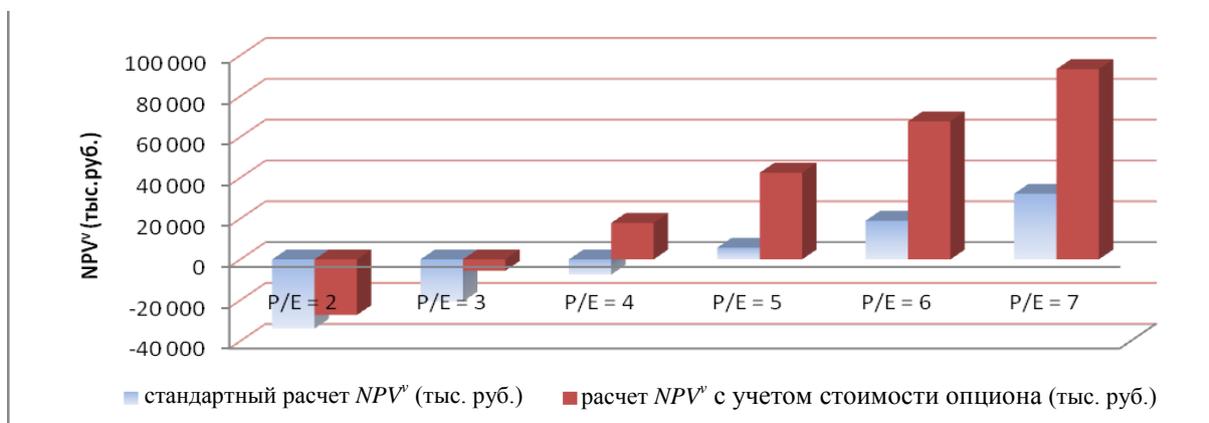


Рис. 8.5. NPV^v венчурного фонда для доли в уставном капитале 49% при разных значениях P/E и ставке дисконтирования 40%

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. 8.6).

Данные рисунки (см. рис. 8.3–8.6) демонстрируют, что показатели эффективности венчурного фонда IRR^v и NPV^v при расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» улучшаются: значение внутренней нормы доходности венчурного фонда и чистого приведенного дохода венчурного фонда повышаются. При расчете с учетом стоимости составного опциона «колл» IRR^v становится равной или начинает превышать нижнюю границу приемлемой для фонда внутренней нормы доходности 20%.

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 получит финансирование. Стоимость составного опциона «колл» увеличивает ценность проекта за счет учета фактора его поэтапной реализации и возможности прекратить финансирование в момент времени T_1 , т.е. за счет учета возможности большей гибкости при принятии управленческих решений [Баранов и др., 2017а; 2017б].

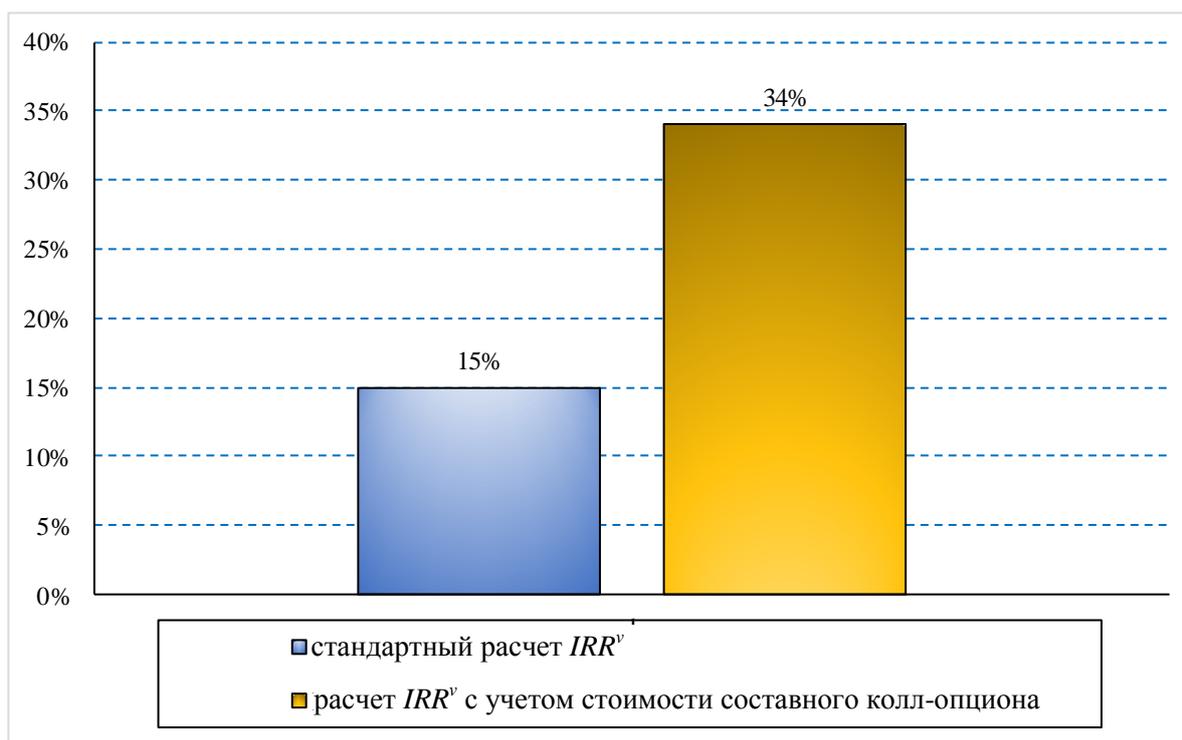


Рис. 8.6. Стандартный расчет IRR^v и расчет IRR^v с учетом опциона при $P/E=3$ и доли фонда 49%

8.3. Оценка эффективности инновационного проекта по переработке хлористого метила для венчурного фонда на основе опционного и нечетко-множественного подходов

Методика оценки анализируемого инновационного проекта с венчурным финансированием на основе метода реальных опционов и нечетко-множественного подхода состоит из 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 на данной стадии исследования мы будем предполагать ее неизменность. «Раскачка» экзогенных параметров проекта в каждый год прогнозного периода проводилась нами в пределах $\pm 10\%$.

2. Оценка экономической 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 положительных финансовых потоков, определяем диапазон колебания показателей экономической 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.

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 $\chi_{\mathcal{E}}$.

Во-первых, вычисляются два вспомогательных показателя:

$$\rho(\chi_P, \chi_{\mathcal{E}}) = \frac{\int \min(\chi_P(x), \chi_{\mathcal{E}}(x)) dx}{\int \chi_P(x) dx} \text{ и } \rho(\chi_{\mathcal{E}}, \chi_P).$$

Затем определяется надежность $N(P)$:

$$N(P) = H(\chi_P, \chi_{\mathcal{E}}) = \min(\rho(\chi_P, \chi_{\mathcal{E}}), \rho(\chi_{\mathcal{E}}, \chi_P)). \quad (8.9)$$

Ясно, что абсолютное значение надежности зависит от выбранного эталона. Наиболее часто используются экспоненциальные или треугольные эталоны. Параметром, определяющим эталон, 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 устойчивости разных показателей (больше, меньше). Полезным здесь видится то обстоятельство, что при изменении эталона сравнительный вывод о большей или меньшей устойчивости показателей не меняется.

Геометрическая характеристика надежности представляет собой минимум отношений площади пересечения подграфиков функций принадлежности исследуемого показателя и эталона к общей площади подграфика эталона и к общей площади подграфика 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 и 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, наконец, устойчивость $U(P)$ показателя P вычисляется по формуле:

$$U(P) = \frac{H(h(P_1), h(P_2))}{H(\chi_1, \chi_2)}. \quad (8.10)$$

Показатель устойчивости также используется только для сравнения свойств расчетных показателей. Его геометрическая интерпретация схожа с интерпретацией надежности, когда вместо эталона используется значение показателя P_2 , рассчитанное при значении входного параметра, равного R_2 .

3. Оценка экономической 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 становится 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. Однако в данном анализе мы зафиксировали долю венчурного фонда в уставном капитале Проектной компании на уровне 49%.

3.2. Расчет денежных потоков венчурного фонда. Моделирование с применением МНМ «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 экономической эффективности (NPV^v , IRR^v). Оцениваем степень устойчивости вычисленных нечетких показателей эффективности по отношению к нечеткому описанию экзогенных параметров модели. Применительно к анализируемому проекту изменялись цены на продукцию Проектной компании, а также цены на сырье. Расчеты проводились при различных значениях $P/E = 3, 4, 5$, где P – цена актива, а E – доходы, которые он генерирует. Например, при $P/E = 3$ доходность приобретенных активов равна 33,3%, т.е. доходность актива определяется как $1/(P/E)$. Для примера в таблицах и на графиках приведены результаты расчетов только для $P/E = 3$.

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 (см. формулу (8.3)).

4.1.1. Определение значений «входных» параметров модифицированной формулы Геске:

- а) затраты на приобретение в момент времени T_0 составного опциона «колл» I_0^v ;
- б) цена исполнения составного (внешнего) опциона «колл» (инвестиции венчурного фонда в момент времени T_1 в приобретение части акций рискованной компании I_1^v);
- в) цена исполнения внутреннего колл-опциона (величина неявных издержек венчурного фонда) I_2^v ;
- г) оценка безрисковой процентной ставки;
- д) вычисление функций двумерного стандартного нормального распределения с использованием программного пакета Maple 14;
- е) вычисление функции одномерного стандартного нормального распределения с использованием статистической функции Microsoft Excel НОРМСТРАСП;
- ж) вычисление текущей стоимости базового актива внутреннего опциона «колл» V^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 МНМ показателей. В частности, он зависит от значения чистой прибыли, генерируемой проектом, которая моделируется с применением МНМ. Следовательно, он будет меняться в зависимости от колебаний входных параметров;

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

4.1.2. Определение порогового значения стоимости акций инвестируемой компании в момент времени T_1 (решение уравнения (8.4)) также зависит от «раскачки» входных параметров. В частности, значение стоимости акций инвестируемой компании в момент T_1 зависит от величины генерируемой проектом прибыли, которая моделируется с применением МНМ.

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 и IRR^v . 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».

В табл. 8.1 приведены результаты расчета устойчивости и надежности показателей эффективности инвестиций венчурного фонда в анализируемый проект, а также показателей надежности и устойчивости стоимости составного колл-опциона C^v , NPV^v , IRR^v , $V^v(T_1)$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду в момент времени T_1 , и $V^v(T_2)$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду в момент T_2 , для случая базовых цен и для случая снижения цен на выпускаемую Проектной компанией продукцию на 10%.

Таблица 8.1

**Характеристика надежности и устойчивости показателей венчурного фонда
для инвестиций в проект при снижении цен на продукцию
Проектной компании на 10%, %**

Показатель	Надежность	Устойчивость
IRR^v	46,2	60,3
V^v (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду в момент T_2)	36,5	34,0
NPV^v	38,7	29,8
V^v (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду в момент T_1)	36,9	31,3
C^v	43,7	56,1

Из данных табл. 8.1 видно, что стоимость составного опциона C^v намного более устойчива к колебанию цен, чем показатели чистой приведенной стоимости фонда NPV^v , $V^v(T_1)$ и $V^v(T_2)$. Устойчивость C^v равна 56,1% (рис. 8.7), надежность оценки стоимости опциона 43,7% (рис. 8.8). Показатели $V^v(T_1)$ и $V^v(T_2)$ намного менее устойчивы к колебанию цен на продукцию Проектной компании (устойчивость 31,3 и 34% соответственно – рис. 8.9, 8.10). Устойчивость NPV^v равна 29,8% (рис. 8.11), надежность оценки – 38,7% (рис. 8.12).

Экономическая интерпретация полученных результатов состоит в следующем.

На стоимость акций $V^v(T_1)$ и $V^v(T_2)$ 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 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 стоимость составного опциона более устойчива к колебанию цен. Это, в частности, находит отражение и в большей устойчивости IRR^v , которая рассчитывается с учетом стоимости опциона.

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 рис. 8.7 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 рис. 8.7 (прерывистая кривая). Надежность равна минимуму из двух отношений: заштрихованной области на рис. 8.8 к подграфу эталона (прерывистая кривая) и той же заштрихованной области к подграфу функции принадлежности цены опциона при базовых ценах на продукцию (сплошная кривая).

В табл. 8.2 приведены результаты расчета устойчивости и надежности показателей эффективности инвестиций венчурного фонда в анализируемый проект с учетом стоимости составного опциона «колл» – NPV^v и IRR^v 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 : $V^v(T_1)$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду в момент времени T_1 , и $V^v(T_2)$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду в момент времени T_2 .

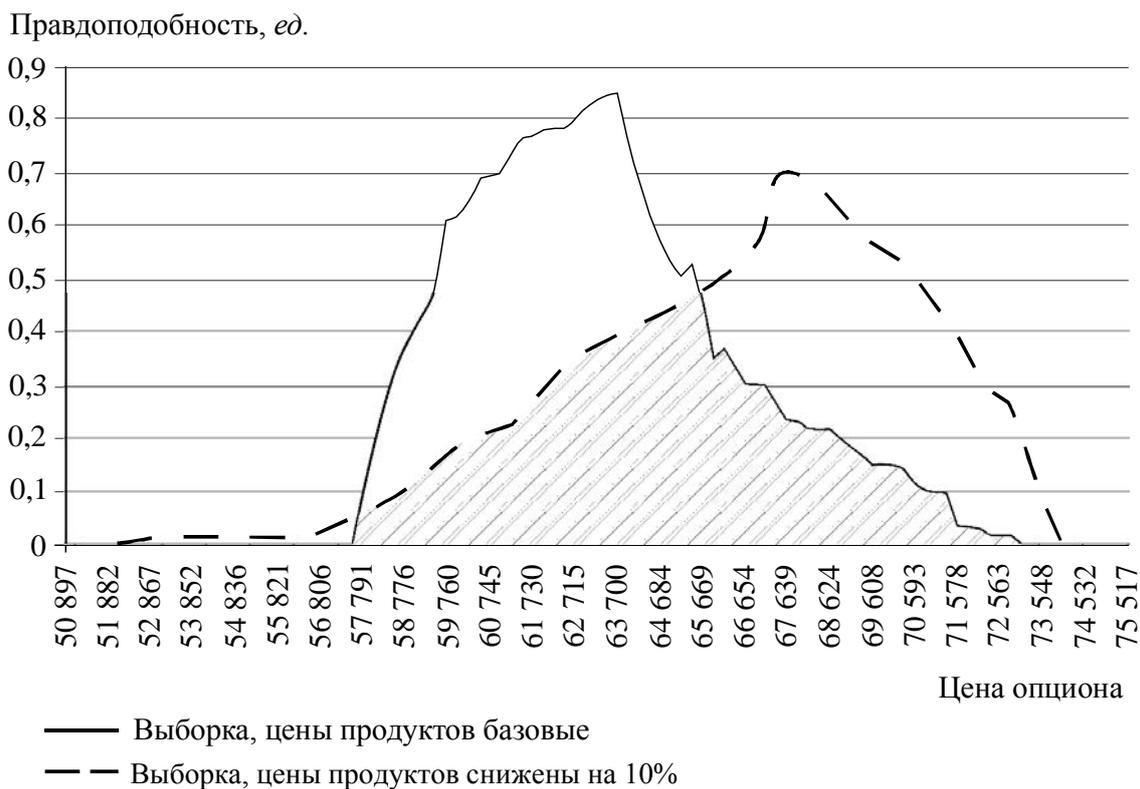


Рис. 8.7. Устойчивость оценки стоимости составного опциона «колл» C^v в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 56,1%

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДА В



Рис. 8.8. Надежность оценки показателя стоимости составного опциона колл C^v в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 43,7%



Рис. 8.9. Устойчивость $V^v(T_1)$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_1 в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 31,3%



Рис. 8.10. Устойчивость $V^n(T_2)$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 34%

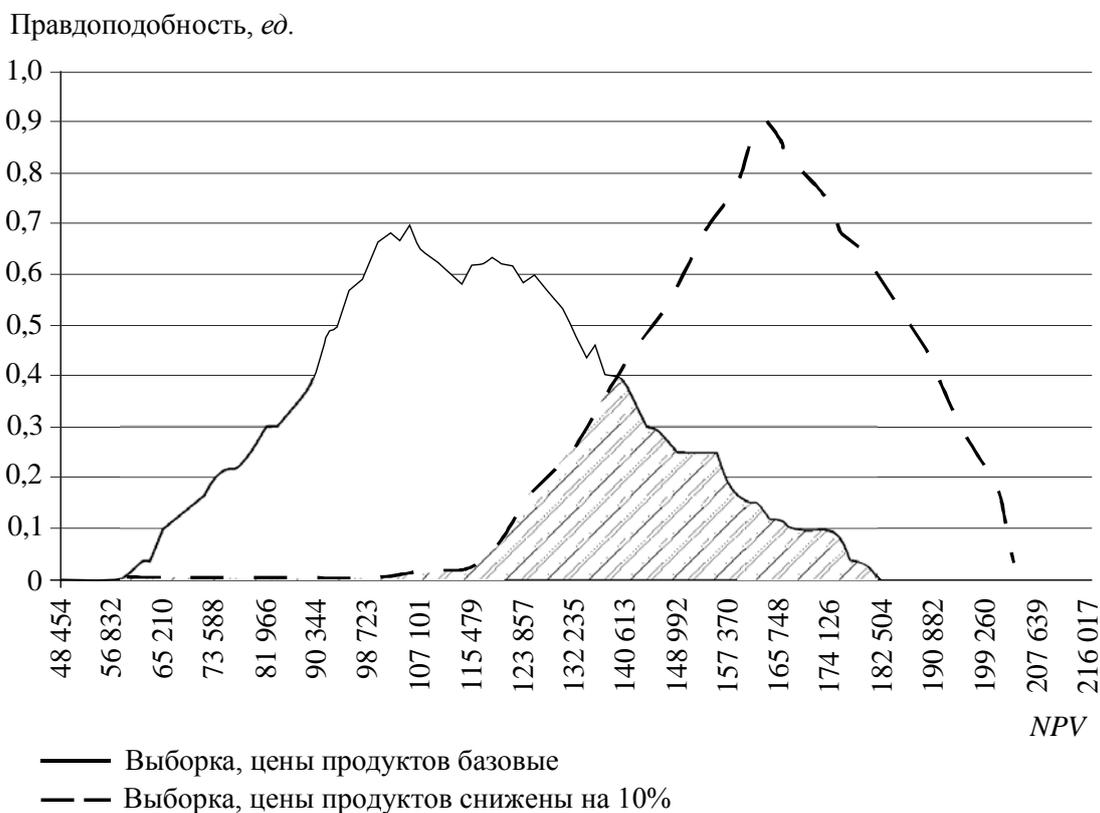


Рис. 8.11. Устойчивость оценки NPV^n в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 29,8%

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЦИОННОГО И НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДА В



Рис. 8.12. Надежность оценки показателя NPV в случае снижения цен на продукцию на 10% равна 38,7%



Рис. 8.13. Устойчивость оценки стоимости составного опциона «колл» в случае повышения цен на сырье на 10% равна 0,1%

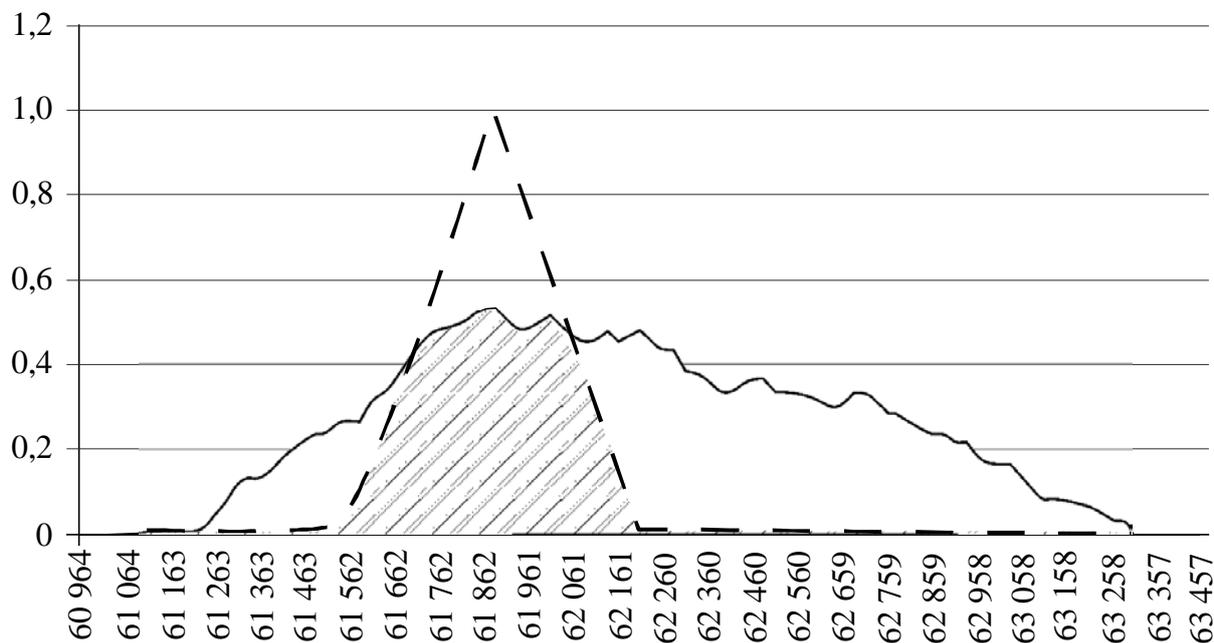
Результаты расчетов указывают на очень низкую устойчивость (высокую волатильность) показателей $V^v(T_2)$ – текущей стоимости акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2 и стоимости составного колл-опциона C^v . На рис. 8.13 хорошо видно резкое смещение графика стоимости составного опциона влево при росте цен на сырье, что и обуславливает очень низкую устойчивость данного показателя по отношению к изменению сырьевых цен.

Таблица 8.2

Характеристика надежности и устойчивости показателей венчурного фонда для инвестиций в проект при увеличении цен на сырье на 10%, %

Показатель	Надежность	Устойчивость
IRR^v	35,4	50,9
V^v (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_2)	34,5	0,4
NPV^v	34,6	81,1
V^v (текущая стоимость акций проинвестированной компании, принадлежащих венчурному фонду, в момент времени T_1)	33,9	30,8
C^v	37,1	0,1

Правдоподобность, ед.



Цена опциона

- Выборка, базовые цены сырья
- - - Эталон, Пар = 0,4

Рис. 8.14. Надежность оценки стоимости составного опциона «колл» в случае повышения цен на сырье на 10% равна 37,1%

Подведем итоги. В стандартном финансовом анализе эффективности инвестиционных (в том числе инновационных) проектов с помощью имитационных финансовых моделей оценка влияния вариации экзогенных параметров (цены на продукцию инвестируемой компании, цены на сырье, ставки дисконтирования и т.д.) проводится с помощью так называемого 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 дополняет традиционный финансовый анализ. Появляется возможность количественно оценить устойчивость различных характеристик эффективности проекта к изменению экзогенных переменных, сравнить устойчивость различных показателей (см. рис. 8.7, 8.9, 8.11, 8.13). Это может быть весьма полезным при определении «узких мест» проекта.

Помимо этого появляется возможность количественно оценить надежность получаемых расчетных показателей эффективности проекта (см. рис. 8.8, 8.10, 8.12, 8.14). 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; 2017г].