Университет российской академии образования
Нижегородский филиал

**Яшин С. Н., Кошелев Е. В.,
Купцов А. В., Подшибякин Д. В.**

ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КОМПАНИИ

Монография

Нижний Новгород
2015

УДК 336.714
ББК 65.9(2Рос)-56
Я 96

Рецензенты:
Кокин А. С. — доктор экономических наук, профессор
Кузнецов Ю. А. — доктор физико-математических, профессор

Я 96 **Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В., Подшибякин Д. В. Инвестиционное планирование модернизации оборудования производственной компании:** *Монография.* Нижний Новгород: ООО "Печатная Мастерская РАДОНЕЖ", 2015. — 201 с.

ISBN 978-5905946-33-2

В монографии освещены теоретические основы планирования модернизации в производственной компании, представлена экономико-математическая модель мотивации топ-менеджеров компаний и рассматривается ее применение в инноватике, а также исследовано инвестиционное планирование модернизации оборудования методом дисконтированных денежных потоков и методом реальных опционов с использованием авторских методик.

Монография предназначена для менеджеров компаний, для инвесторов, планирующих вложение своих средств в их инновационное развитие, студентов, аспирантов, преподавателей, бизнесменов и широкого круга читателей.

Ил. 59, библиогр. 159 назв.

ISBN 978-5905946-33-2 УДК 336.714
ББК 65.9(2Рос)-56

© Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В.,
Подшибякин Д. В., 2015
© Н Ф УРАО, 2015

Оглавление

Введение 6

Глава 1. Инновационная деятельность российских компаний в современных экономических условиях 8

1.1. Инновации в кризисной и развивающейся экономиках 8

1.2. Исследование динамики состояния основных фондов машиностроительных компаний 29

1.3. Реакция фондового рынка на технологическое отставание российских компаний 38

Глава 2. Теоретические основы планирования модернизации в компании 47

2.1. Экономическое содержание модернизации 47

2.2. Эволюция подходов к планированию модернизации 54

Глава 3. Экономико-математическая модель мотивации топ-менеджеров компаний 71

3.1. Теория материальной и нематериальной мотивации топ-менеджеров на основе эталонных функций полезности 71

3.1.1. Введение в проблему 71

3.1.2. Приложение для избранной функции полезности . . 73

3.1.3. Модель жадного аутсайдера 77

3.2. Задача на достоверное представление информации о полезности для индивида в случае неэталонной функции полезности 80

3.2.1. Модель приведения нематериальной мотивации к материальной 80

3.2.2. Предварительные выводы 85
3.2.3. Оценка погрешности модели 88
3.3. Обсуждение результатов 95
Глава 4. Применение модели мотивации топ-менеджеров компаний в инноватике 98
2.1. Постановка задачи 98
2.2. Применение модели для эталонной функции полезности . 100
2.3. Оговорка об инсайдере и аутсайдере 106
2.4. Применение модели для неэталонной функции полезности 108
2.5. Обсуждение результатов 113
Глава 5. Инвестиционное планирование модернизации оборудования методом дисконтированных денежных потоков 115
5.1. Методика анализа целесообразности замены оборудования 115
5.2. Экономический механизм постепенного обновления парка оборудования 135
5.3. Налоговые эффекты высокотехнологичных проектов модернизации 139
Глава 6. Инвестиционное планирование модернизации оборудования методом реальных опционов 152
6.1. Актуальные проблемы оценки эффективности инновационных проектов методом ROV 152
6.2. Постановка задачи ROV модернизации оборудования 155
6.3. Решение задачи с использованием модели Блэка–Шоулза 162

6.4. Решение задачи с использованием биномиальной модели ... 165

6.5. Решение задачи с использованием триномиальной модели ... 169

6.6. Предварительные выводы ... 174

6.7. Влияние высокой инфляции на решение задачи ... 175

6.8. Обсуждение результатов ... 183

Заключение ... 185

Список литературы ... 187

Введение

Начало XXI века характеризуется глобальным техническим прорывом в развитии человеческой цивилизации. Эволюция технологий уже не происходит изолированно, затрагивая лишь технический прогресс государств. Происходит непосредственное влияние этого процесса на все сферы общества. Здесь имеются в виду экономическое развитие предприятий, динамика основных показателей фондового рынка, а также социальные сферы жизни человека, затрагивая при этом вопросы уровня жизни населения и уровня мотивации отдельно взятых людей на полезную для общества деятельность.

Такая сложная система взаимосвязей процесса современной глобализации порождает необходимость разработки новых технологий управления инновационным развитием как общества в целом, так и отдельных государств и предприятий в частности. Для России в таком контексте наиболее важными являются процессы модернизации, обусловленные технологическим отставанием отечественных производственных компаний от зарубежных конкурентов. Данная ситуация осложняется тем, что все это негативно влияет на восприятие иностранными инвесторами российской экономики в целом. Как следствие, это приводит к низким показателям отечественного фондового рынка и к жесткой зависимости его динамики от изменений цены на нефть.

Однако процессы модернизации в отечественном производстве нельзя рассматривать изолированно от двух внешних факторов: 1) бизнес-риски, обусловленные как внутренней финансовой ситуацией в фирмах, так и влиянием внешнего экономического окружения; 2) дополнительные риски, обусловленные человеческим фактором, присущим руководству фирм. Несмотря на то, что во втором случае мы говорим о дополнительных рисках, в настоящей монографии именно с изучения этого фактора начинается научное исследование заявленной проблематики. Что же касается обозначенных бизнес-рисков, то на их изучение в данной работе мы выходим постепенно: через решение первоочередных проблем инвестиционного планирования модернизации методом дисконтированных денежных потоков, переходя в итоге к более актуальной для России технологии — реальным опционам.

Таким образом, монография структурирована следующим образом. *Главы 1 и 2* посвящены описанию современной отечественной инновационной среды и теоретическим основам модернизации оборудования. В *главах 3 и 4* представлена авторская модель мотивации топ-менеджеров компаний, рассмотренная в контексте управления инновациями в фирме. В *главе 5* мы сконцентрировали внимание на двух методиках анализа целесообразности замены оборудования (в условиях достатка и недостатка средств) и на влиянии налоговой политики государства на данный процесс. *Глава 6* посвящена инвестиционному планированию модернизации методом реальных опционов, для чего используются три разные модели оценки реальных опционов в стандартных условиях и в условиях высокой инфляции, характерной для России.

Авторы искренне надеются, что их модели и практические выводы, действительно, помогут специалистам в совершенствовании программного обеспечения, необходимого для анализа обозначенных в монографии проблем. А это, в свою очередь, будет способствовать принятию менеджерами более обоснованных управленческих решений в области инновационного развития бизнеса в целом и модернизации оборудования компании в частности.

Глава 1

Инновационная деятельность российских компаний в современных экономических условиях

1.1. Инновации в кризисной и развивающейся экономиках

Инновационное развитие является наиболее перспективным способом хозяйствования в современных условиях, который базируется на непрерывном поиске и использовании новых методов и сфер реализации потенциала предприятия в условиях изменчивой внешней среды.

Развиваясь инновационным путем, предприятие вынуждено совершенствовать свою производственную базу, систему материально-технического обеспечения, оптимизировать структуру сбыта продукции, адаптируя их к изменениям. Одновременно с этим происходит перестройка организационных структур управления, приобретают опыт и расширяют знания работники и руководители, отлаживается система взаимодействия с экономическими партнерами, создается и укрепляется имидж предприятия. В связи с этим растет инновационный потенциал, расширяются адаптационные способности предприятия к изменениям внешней среды, что, в свою очередь, может позволить реализовать новые возможности, обеспечивая устойчивое развитие предприятия.

Ключевая проблема российской экономики осталась неизменной с советского периода — низкая технологическая оснащенность производства. Задача модернизации производства в советский период решалась за счет административной мобилизации ресурсов внутри страны наряду с определенными импортными закупками оборудования при сохранении общей изоляции экономической системы. В настоящее время единственным способом модернизации является прямая интеграция российской экономики в мировое хозяйство. Как показывает зарубежный опыт, передача технологий, а также вливание

иностранных инвестиций в технологическое переоснащение производства происходят тогда, когда экономическая система страны настолько интегрирована в экономический процесс зарубежных стран, что возникающая в связи с этим взаимозависимость повышает заинтересованность стран-доноров в экспорте технологий и инвестиций.

Финансово-экономический кризис 2008 г. обнажил острые проблемы перехода российской экономики на инновационный путь развития. Несмотря на то, что курс на подобное развитие был заявлен на высоком правительственном уровне уже десять лет назад, нерешенных проблем в этой сфере все еще много. Если сравнить нашу страну не только с высокоразвитыми, но и развивающимися государствами, то достижения отечественной экономики в данной сфере выглядит весьма скромно (табл. 1).

Имея довольно хорошие стартовые условия, Россия, находясь на ресурсной стадии развития, в ближайшей перспективе не станет лидером в инновационном плане. Хотя некоторые положительные тенденции в повышении эффективности экономики у нашей страны есть. В 2004–2005 гг. наметилась положительная тенденция в динамике финансирования и проведения прикладных научных исследований. Об этом свидетельствуют следующие данные:

— финансирование исследований (в реальном выражении) выросло более чем на 50%;

— количество выданных резидентам патентов увеличилось на 20%;

— увеличился экспорт высокотехнологичной продукции в 2008 г. в 1,3 раза по сравнению с 2005 г.;

— экспорт в секторе услуг в сфере высоких технологий увеличился в три раза.

Для развития инновационного сектора экономики в странах со средним уровнем доходов важны не только собственные технологические разработки, но и приобретение и адаптация современных зарубежных технологий. В этом плане большое значение имеют прямые иностранные инвестиции и импорт капитальных товаров. Прямые иностранные инвестиции в 2006–2008 гг. в обрабатывающие отрасли увеличились почти в два раза. Инвестиционный импорт рос в этот период в среднем примерно на 30% в год.

Таблица 1

Отдельные показатели инновационный активности в некоторых странах и регионах мира в 2008 г.

Показатель	*РФ*	*США*	*Евросоюз*	*Германия*	*Франция*	*Китай*	*Южная Корея*	*Сингапур*
Расходы на НИОКР, в % к ВВП	1,08	2,61	2,01	2,52	2,12	1,42	3,23	2,39
Экспорт высоких технологий, в % к промышленному экспорту	7	28	14	14	19	30	33	46
Лицензионные платежи полученные, млрд долл.	0,4	82,6	27,6	7,2	8,8	0,3	1,9	0,7
Лицензионные платежи уплаченные, млрд долл.	2,8	25	54,2	9,7	4,6	8,2	5,1	9,9

Окончание табл. 1

Показатель	*РФ*	*США*	*Евросоюз*	*Германия*	*Франция*	*Китай*	*Южная Корея*	*Сингапур*
Зарегистрированные заявки на платежи резидентами, тыс. ед.	22,5	241,3	81,9	47,9	147,7	153,1	47,9	14,7
Зарегистрированные заявки на платежи нерезидентами, тыс. ед.	11,9	214,8	21,6	13,1	2,4	92,1	13,1	2,4
Зарегистрированные заявки на торговые марки резидентами, тыс. ед.	31,5	256,4	313	72,8	70,4	669,3	112,2	5,4
Зарегистрированные заявки на торговые марки нерезидентами, тыс. ед.	10,4	33,1	21,9	3,4	3,2	56,8	20,1	11,2

Если в условиях кризиса упал поток прямых иностранных инвестиций в несырьевой сектор экономики (в 1,5 раза) и инвестиционный импорт (на 40%), то после кризиса в этой области наметилось оживление. Причем, по данным Всемирного экономического форума, в кризисном периоде увеличилась восприимчивость нашей экономики к современным зарубежным технологиям. Вырос индекс технологической готовности, включающий в том числе использование передовых технологий, адаптацию фирм к новым технологиям, передачу технологий прямыми инвесторами.

Однако эти тенденции мало что меняют в неблагоприятной ситуации в инновационной среде (включая науку и инновационные производства).

В РФ за 2005–2008 гг. сократились:

— численность исследователей — на 11,8%;

— количество персонала, занятого выполнением научных исследований и разработок, — на 14,2%;

— численность научного вспомогательного персонала — на 19%.

В 2000—2008 гг. снизилось количество:

— исследовательских организаций — на 28,3%;

— научно-исследовательских, проектно-конструкторских подразделений в организациях на 15,8%;

— проектных и проектно-изыскательных организаций — на 50,6%.

Однако за тот же период возросло количество производственных конструкторских бюро на 31,4%, опытных заводов — на 75,6%. Видимо, это является реакцией на повышение рыночного спроса.

В России до сих пор число предприятий, осуществляющих инновационную деятельность, является незначительным. В 2009 г. их удельный вес составлял 9,4%. Тогда как в Германии — 73%, Бельгии — 58%, Эстонии — 47%, Чехии — 41%. В РФ государственную помощь на внедрение технологических инноваций получают не более 1% предприятий. В Австрии — 18%, Италии — 14%, Нидерландах — 13%, Германии — 9%.

В нашей стране мала доля высокотехнологичной продукции в совокупном экспорте — 2%. Из них собственно научные исследования и разработки составляют 0,4%. Особенно критичным это положение выглядит при сравнений с другими странами. Так, например, в Ки-

тае доля высокотехнологичной продукции в совокупном экспорте составляет 17%, в Германии — 16%, во Франции — 20%, в США — 28%. Доля нашей страны в мировых затратах на НИОКР сократилась за 1997—2007 гг. на 5%. В то же время Китай увеличил свою долю в затратах на НИОКР на 103%, Турция — на 79%, ЮАР — на 40%.

В период начинающегося нового глобального экономического кризиса необходимо правильное осмысление причин возникновения и прямых последствий предыдущих кризисов. Недостаточная инновационная активность предприятий и излишняя сырьевая зависимость национальной экономики приводят к тяжелым последствиям для развивающейся экономики России. С этой целью проанализируем влияние низкой инновационной активности предприятий на возникновение кризиса в России в 2008 г. Для этого оценим прежде всего затраты на инновации в отраслях производства в 2006 и 2007 гг. в зависимости от степени технологичности отраслей (рис. 1–3) [95]. Данные 2006 г. скорректированы на темп реальной инфляции и показаны на рисунках пунктиром, а данные 2007 г. показаны сплошной линией. При этом на рис. 1–3 и далее на рис. 4–6 исследуются следующие отрасли:

1 — добыча полезных ископаемых;

2 — высокотехнологичные отрасли (обрабатывающие производства);

3 — среднетехнологичные отрасли высокого уровня (обрабатывающие производства);

4 — среднетехнологичные отрасли низкого уровня (обрабатывающие производства);

5 — низкотехнологичные отрасли (обрабатывающие производства);

6 — производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

На рис. 1 видно, что затраты на технологические инновации в 2006 и 2007 гг. были наибольшими в среднетехнологичных отраслях высокого и низкого уровней (обрабатывающие производства). Примерно такая же ситуация наблюдалась в отношении затрат на организационные инновации (рис. 2). А наиболее значительные затраты на маркетинговые инновации (рис. 3) в данный период происходили в низкотехнологичных отраслях (обрабатывающие произ-

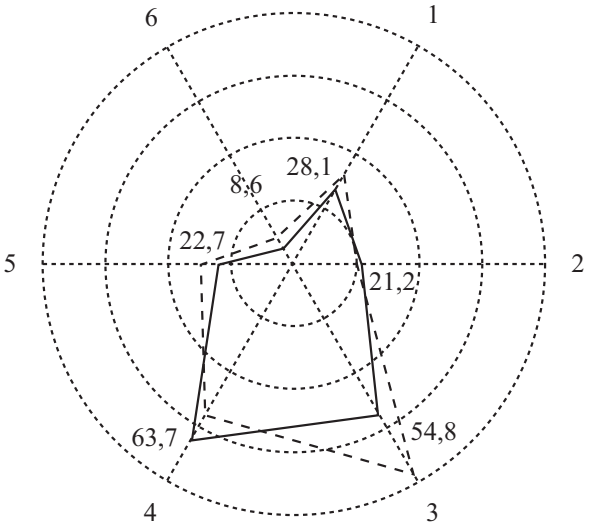


Рис. 1. Затраты на технологические инновации (млрд руб.)

водства). При этом по всем трем типам инноваций затраты были существенно меньшими в высокотехнологичных отраслях (обрабатывающие производства).

Важно также исследовать в данный период инновационную активность организаций, определяющуюся удельным весом организаций, осуществляющих инновации, в общем числе всех организаций (рис. 4–6) [95]. Здесь и далее на рис. 7 не показаны данные 2006 г., поскольку они примерно такие же, как в 2007 г.

На рис. 4–6 видно, что, несмотря на то, что наибольшая активность наблюдалась в высокотехнологичных отраслях и среднетехнологичных отраслях высокого уровня (обрабатывающие производства), она все же была очень малой, что явилось одной из причин кризиса 2008 г.

Для более глубокого понимания влияния инновационной активности на возникновение экономического кризиса необходимо также изучить в предкризисный период распределение организаций, осу-

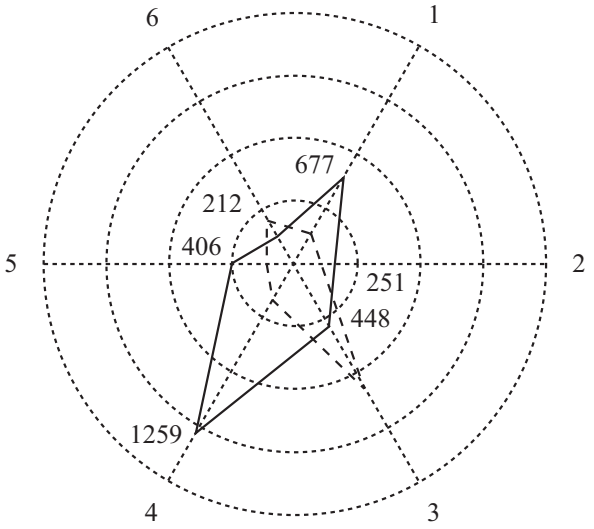


Рис. 2. Затраты на организационные инновации (млн руб.)

ществляющих технологические инновации, по видам инновационной и экономической деятельности (рис. 7) [95]. При этом исследуются следующие виды инновационной и экономической деятельности:

1 — исследования и разработки;
2 — производственное проектирование;
3 — приобретение машин и оборудования;
4 — приобретение новых технологий;
5 — из них приобретение прав на патенты, лицензий;
6 — приобретение программных средств;
7 — другие виды подготовки производства;
8 — обучение и подготовка персонала;
9 — маркетинговые исследования;
10 — прочее.

Анализируя рис. 7, нетрудно заметить, что в 2007 г. наиболее значительные технологические инновации заключались в приобретении машин и оборудования, в то время как исследования и разработки,

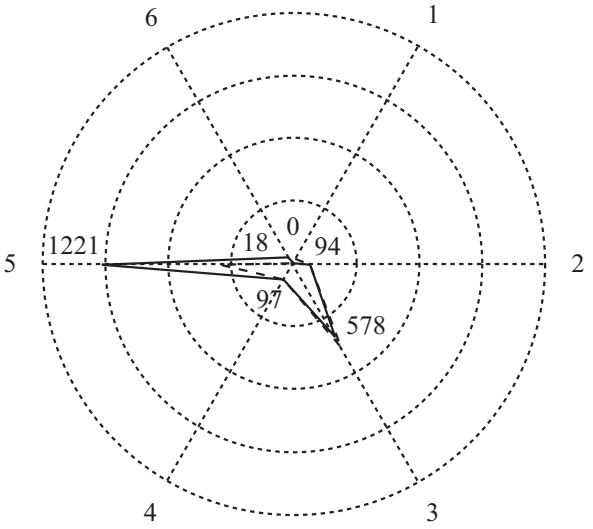


Рис. 3. Затраты на маркетинговые инновации (млн руб.)

а также производственное проектирование осуществлялись в существенно меньшем количестве организаций. Это лишь подтверждает вывод, что недостаточная инновационная активность предприятий, прежде всего в сфере НИОКР, приводит экономику к кризису.

На рис. 8 показано, как увеличение инновационной активности позволяет выйти стране из экономического кризиса 1998 г. (см. 1999 и 2000 гг.). Также на рис. 8 видно, как снижение активности предприятий в области инноваций привело страну к новому экономическому кризису 2008 г. [95].

Ухудшение позиций нашей страны на фоне других государств в области НИОКР и инновационной деятельности в ряде аналитических документов объясняется нехваткой финансовых ресурсов, возникшей по причинам экономического кризиса, снижения цен на углеводородное сырье, трудностей трансформационных процессов и т. д. В действительности недостаточное финансирование инновационной деятельности является результатом иных предпо-

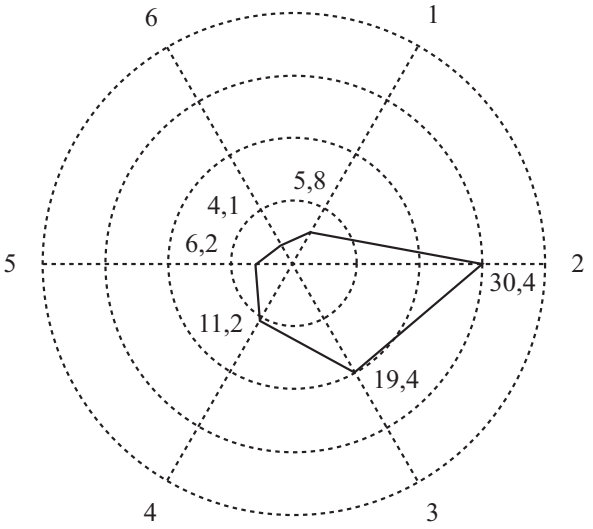


Рис. 4. Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в %)

чтений, иной шкалы ценностей у наших предпринимателей. Низкий технико-технологический уровень предприятий не рассматривается ими как важное направление инвестиций. Например, общие расходы ОАО "Норникель" на научно-исследовательские, опытно-конструкторские, технологические работы и технико-экономические исследования в 2009 г. составили 126 млн руб. (0,06% выручки), а в первом полугодии 2010 г. — 33 млн руб. (те же 0,06% выручки). Это свидетельствует о низкой степени заинтересованности менеджмента ОАО "Норникель" в инновационном развитии. Можно сделать определенную скидку, учитывая, что компания не является машиностроительным или каким-либо другим предприятием высокотехнологического сектора. Но на ОАО "Норникель" лежит вина в сильнейшем загрязнении местности, из-за чего Норильск является, по мнению специалистов, одним из "грязнейших" городов России. Поэтому модернизация компании просто необходима.

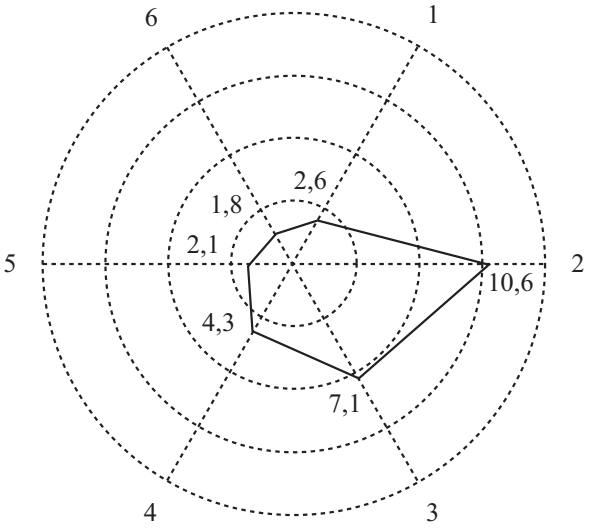


Рис. 5. Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществляющих организационные инновации, в %)

Обсуждая причины сложившейся ситуации, представители всех экономических школ сходятся во мнении, что дело в практической государственной экономической политике. В качестве примера можно привести помощь государства крупным, стратегически важным, но неэффективным предприятиям. Социальная их значимость несомненна, особенно в моногородах, где значительная часть населения имеет рабочие места лишь на этих предприятиях. Но, с другой стороны, данные заводы и фабрики сокращают предложение квалифицированной рабочей силы на рынке труда, выплачивая своим работникам высокую зарплату. К тому же они “оттягивают” часть ресурсов банков, затрудняя финансирование эффективных предприятий.

Другим примером государственной политики может служить предложенный Минэкономразвития России план развития национальной экономики до 2030 г. с сохранением дефицита бюджета до 2020 г. и с более сильной зависимостью от конъюнктуры мировых цен

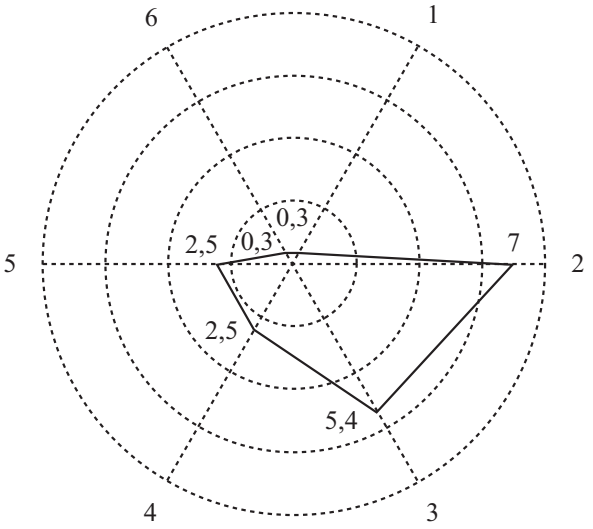


Рис. 6. Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществляющих маркетинговые инновации, в %)

на нефть (чем до последнего кризиса) и высоким риском инфляции в стране.

В настоящее время уже нет сомнений в необходимости активных государственных действий в качестве условия инновационного развития экономики. Однако только инвестиционно-инновационной активности государства вряд ли будет достаточно. Оно может делать прорывы по определенным направлениям, прежде всего стратегическим — освоение космоса, энергетика и др. Инновационный рост предполагает широкое использование технико-технологических, организационно-управленческих и других нововведений во всем общественном хозяйстве. Государство в рыночной экономике имеет ограниченные возможности воздействия на экономических субъектов. Без предпринимательства вряд ли достижим экономический рост.

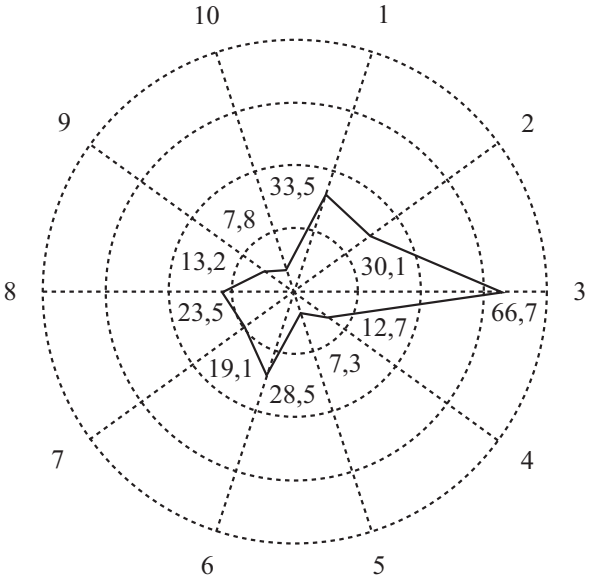


Рис. 7. Распределение организаций, осуществляющих технологические инновации, по видам инновационной и экономической деятельности (%)

Предпринимательство соединяет средства труда и рабочую силу и определяет тип экономического роста — экстенсивный или интенсивный, осуществляемый на основе инноваций. При отсутствии заинтересованности в инновационном пути развития у предпринимательства государственные меры в этом направлении будут давать весьма скудные результаты.

Следует оценить, каков инновационный потенциал нашего предпринимательства.

Если сравнить финансирование НИОКР в процентах к ВВП нашего государства с другими странами, то удельный вес в общих затратах на исследования и разработки сопоставим с Китаем, Великобританией, Бразилией. Участие же российского бизнеса в финансировании НИОКР в процентах к ВВП не внушает оптимизма: в 4 раза

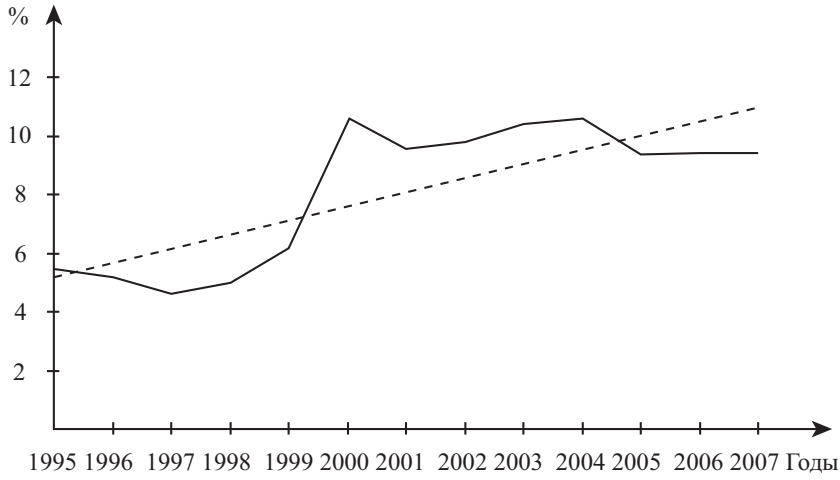


Рис. 8. Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций (%)

меньше, чем в Великобритании, в 5 раз — чем в Китае, в 2 раза — чем в Бразилии. Еще большая разница в сравнении с Францией, Германией, США, Японией.

Наиболее рентабельными в РФ являются компании, занятые добычей и экспортом нефти, природного газа, металлов. В этих областях рентабельность по проданным товарам составляет около 30%, инновационно активных в технологическом плане предприятий — около 6%.

В отраслях машиностроения, в производстве оптического оборудования, электронного и электрооборудования рентабельность по товарам составляет примерно 8%, а инновационно активных в технологическом плане предприятий — около 20%.

Сырьевые отрасли не выступают заказчиками технологических инноваций. В результате не растет технико-технологический уровень компаний сырьевого сектора экономики, машиностроительные отрасли имеют очень ограниченный спрос на свою продукцию.

Крупные компании, ведущие бизнес в сырьевом секторе, не стали "локомотивами" инновационного развития. В рыночной экономике при отсутствии эффективного спроса товары не производятся. Если крупный бизнес не предъявляет спрос на инновации, то вряд ли можно рассчитывать на развитие малого инновационного предпринимательства.

Без активной поддержки государства предпринимательство не в состоянии перевести экономику на инновационный путь развития. Государство, само выступая субъектом инновационной деятельности, обязано формировать институциональные условия для инновационной активности бизнеса:

— совершенствовать правовую базу предпринимательской деятельности;

— создавать ощутимые налоговые льготы, которые способствовали бы инновационной деятельности.

Качество государственных институтов (показатели гласности, общественной подотчетности правительства, степени верховенства закона, уровни коррупции) в нашей стране Всемирным банком оценено очень низко. Всемирный экономический форум поставил Россию по общему качеству госинститутов на 118-е место из 139 стран.

Рыночная экономика базируется па конкуренции, спросе и предложении. Спрос на инновации со стороны предприятий отсутствует или подавлен. На предприятиях спрос предъявляют собственники активов. У нас это чаще физические лица. Обычно собственники являются одновременно и управляющими предприятий, т. к. отделения собственности от управления еще не произошло. Исследователи назвали такое состояние "экономикой физических лиц", что означает сосредоточение экономической власти у отдельных лиц и членов их семей, которые контролируют производство продукции и распределение доходов от их реализации.

Целью собственника является личный доход, полученный от управления предприятием. Источником личного дохода служит прибыль предприятия за вычетом налогов и других обязательных платежей. Экономическую прибыль предприятие может получить путем снижения издержек производства на единицу производимой продукции или производя товары, обладающие свойствами, отсутству-

ющими у конкурентов. Получаемый личный доход формируется за счет создания различных преимуществ (технических, технологических, организационных) по сравнению с другими предпринимателями. Собственник выступает как новатор. А этот путь получения прибыли является инновационным и связан с риском инвестиций в научно-исследовательские разработки, в новую технику и технологию. При этом такие инвестиции могут принести отдачу только в долгосрочной перспективе. В силу чего основным условием инновационного развития является установление устойчивых "длинных правил", в соответствии с которыми получаемая экономическая прибыль не будет отнята (украдена, захвачена и пр.) и сам инновационный бизнес не будет отобран.

В настоящее время преобладает иной вариант — максимизация экономической прибыли, получаемой за счет завышения цен на конечную продукцию, занижения налоговых и других выплат из прибыли, отказа делиться с другими претендентами на полученную прибыль (миноритарные акционеры). Собственник в этом случае получает доход, превышающий его вложения в создание продукта. Доход приобретает рентный характер, условием получения которого являются преимущества в доступе к ресурсам экономической власти. Эта власть может базироваться на взаимосвязи с властными структурами, на финансовых ресурсах или криминальном авторитете и других факторах. Как отмечают исследователи, властные структуры и их представители в нашей стране имеют возможность оказывать влияние на предпринимательскую деятельность и даже диктовать свои условия.

Для российских предпринимателей главным конкурентным преимуществом, позволяющим получать рентный доход, становится "покровительство" со стороны органов власти и ее представителей. Такая ситуация не требует и даже противоречит инновационной активности.

Ученые даже находят исторические корни данного положения, обосновывают изначальную неинновационность российской экономики. Отмечают, что огосударствление отношений присвоения формируют ее фундаментальное неравенство во взаимодействии предпринимателя и государства. Власть через своих представителей мо-

жет лишить собственника возможности получать доход от принадлежащего ему капитала.

В настоящее время отсутствует надежная зашита прав собственности, отмечают исследователи, вследствие дефицита эффективной законодательной, исполнительной и судебной власти. Это явление получило название "слабого государства" в смысле его неспособности обеспечить надлежащее выполнение контрактов, что выливается в наличие произвола как фактора экономической жизни. Об этом, в частности, заявил представитель бизнес-структур С. Полонский на встрече с сотрудниками Администрации Президента РФ в мае 2010 г.: "В мире началась война за мозги. Но модернизация возможна, когда перспектива видна на 10–20 лет, а сейчас горизонт уверенности предпринимателей ограничивается 3–5 годами, 80% бизнесменов сидят на чемоданах".

Произвол государства в лице его представителей приводит к асимметрии экономической власти. Собственник для получения дохода от вложенного капитала вынужден делать инвестиции не в инновации, а во власть, чтобы либо самому обладать экономической властью, либо найти защиту у власти. Инвестиции во власть, отмечают исследователи, означают финансирование деятельности политических партий и продвижение своих представителей в государственные структуры. Это прямой путь к коррупции, которая необходима для принятия "нужных" решений, ведущих к поглощению, захвату предприятий, а также созданию новых хозяйственных единиц, с помощью которых можно выводить доходы из-под контроля собственника. Инвестирование во власть означает формирование идеологического влияния на политическую и хозяйственную жизнь, создание системы частного насилия в виде собственных охранных структур и (или) криминалитета.

В таких институционных условиях инвестирование бизнеса в инновации встречает ряд проблем. Одной из них становится величина трансакционных издержек инновационной деятельности. Сама структура бизнеса создана таким образом, что для извлечения личного дохода из прибыли предполагаются затраты на получение какой-либо "крыши", сокрытие прав собственности и доходов, а не на технико-технологические инновации, требующие долгосрочных вло-

жений в материальную базу предпринимательской деятельности и человеческий капитал. Финансовые потоки и производственная деятельность разорваны. Экономический интерес предпринимателя направлен на максимизацию немедленного результата.

Существующие институционные условия мало способствуют совершенствованию человеческого капитала, с которым тесно связан инновационный тип экономического роста. Сложившаяся деформация отношений собственности ведет к деформации отношений распределения, что проявляется в дешевизне рабочей силы в нашей стране. В России экономика, особенно до последнего экономического кризиса, росла высокими темпами, но, несмотря на это, широко распространена относительная бедность населения. Хотя в 2000–2009 гг. доля населения, имеющего доходы ниже прожиточного минимума, сократилась с 29 до 13,1%, но в 2000 г. размер прожиточного минимума составлял 53% среднедушевых доходов, а в 2009 г. — около 30%.

По расчетам специалистов Института социально-экономических проблем народонаселения Российской академии наук, при сохранении существующих в настоящее время распределительных отношений дальнейший рост национального богатства не приведет к снижению относительного уровня бедности. Не удастся преодолеть тенденцию к нарастанию чрезмерного социально-экономического неравенства. При этом более 2/3 общего количества малоимущих и крайне бедных занято в экономике.

Нынешний хозяйственный порядок вырос из стремительной, недостаточно легитимной приватизации государственной собственности. Как результат, в массовом сознании получают одобрение практически любые действия государства по ограничению предпринимательских свобод даже при противоречии действующему законодательству. Существует расхождение между правами и правоприменительной деятельностью в экономике нашей страны.

Проблема социальной справедливости волнует людей не меньше, чем экономическая результативность или нормы права. Институты гражданского общества способны, с одной стороны, ограничить частные интересы предпринимателей, а с другой, — “избыточность” государства в экономике.

Гражданское общество в России находится пока в стадии формирования. В результате происходит огосударствление экономики в новых формах, существует квазирыночный характер экономических отношений, нет социальной консолидации. В определенной мере заменителем гражданского общества на стадии его становления может служить эффективно действующая судебная система. Как отмечал Дж. Вулфенсон, именно независимая судебная власть на протяжении всей истории человечества охраняла и защищала права бизнеса на равноправной основе.

Переход на инновационный путь развития требует не только соперничества, но и сотрудничества. Инновационный процесс, как отмечают исследователи, является коллективным, поскольку трансформация технологических и рыночных условий требует интеграции большого количества людей со специальными знаниями и навыками. Поэтому люди вовлекаются в кооперативное взаимодействие для разработки и использования производственных ресурсов.

Для перехода на инновационный путь развития нужно изменение существующего хозяйственного порядка. Следовало бы усовершенствовать социально-экономическую среду, в которой функционируют предприятия. Например, осуществлять государственное стимулирование выхода отечественных компаний на внешние товарные и финансовые рынки посредством налоговой и таможенной политики. Как показали эмпирические исследования деятельности ряда стран с переходной экономикой, лучшие инновационные результаты имеют частные фирмы, работающие на экспорт и обладающие доступом к внешнему финансированию.

Специалисты агентства *Standard & Poors* отметили на основе анализа деятельности 90 крупнейших российских компаний, что средний индекс транспарентности российских предприятий, работающих только на внутренний рынок, в 1,3–1,5 раза ниже индекса компаний, включенных в биржевой листинг в Лондоне и Нью-Йорке.

Для фирм, не имеющих возможности работать на внешних рынках, произошедшие изменения условий ведения бизнеса служат стимулом к переходу на инновационный путь. Так, практически исчерпаны возможности получения прибыли за счет разницы товарных цен во времени и пространстве; сократилась инфляция, а сырьевой

бизнес в условиях мирового финансово-экономического кризиса показал высокую волатильность и уязвимость. Для получения прибыли необходимо искать новые сферы приложения капитала, производить новые товары.

В целом для оздоровления экономики и улучшения инвестиционного климата в нашей стране должно поспособствовать вступление России во Всемирную Торговую Организацию. Эта организация помогает отстаивать верховенство закона в интересах отечественных и зарубежных инвесторов.

Следствием искусственного многолетнего занижения цен на факторы производства для получения рентного дохода стало нарушение условий воспроизводства ресурсов, необходимых для нормального хозяйствования. Из-за низкой заработной платы ощущается нехватка квалифицированной рабочей силы, инженеров и др.

Динамизм научно-технического развития ведет к тому, что внедрение инновационной техники и технологий позволяет создать продукты с характеристиками, недоступными российскому бизнесу. Как результат — снижение качества отечественных экспортируемых товаров и угроза вытеснения с мировых рынков.

Стремление предпринимательства выжить в изменяющихся условиях подталкивает его на инновационный путь.

В России имеется собственный опыт успешной инновационной деятельности, приобретенный малыми предприятиями. Например, новосибирская компания “Техноскан”, которая разрабатывает, производит и продает в экономически развитые страны уникальные лазерные системы. Этими системами укомплектованы подразделения метрологической службы США. Мозговой центр компании “Техноскан” одновременно является лабораторией лазерных систем Новосибирского государственного университета, которая давно сотрудничает с учеными российского происхождения из британского университета Астон. Они вместе инициировали программу по созданию лазера на углеродных нанотрубках. Если бы наша страна поддержала эту программу, то ей принадлежали бы будущие открытия. Теперь проект стал международным, финансируется Евросоюзом. И результатами данной работы воспользуется ЕС.

Данный пример не единичный. В новосибирском Академгородке возникли и успешно развиваются около 300 частных инновационных предприятий с общим годовым оборотом 11 млрд руб.

Одной из важнейших движущих сил процесса перехода на инновационный путь развития кроме формирующегося гражданского общества многие ученые считают предпринимательство. Но пока инновационным предприятиям надеяться на средства частных инвесторов не приходится. Специализированных инвестиционных компаний, занимающихся венчурным финансированием, в нашей стране недостаточно. Привлечение инвестиций в стране затрудняется по причине отсутствия единой информационной базы, содержащей сведения обо всех предлагаемых к реализации инновационных проектах, разработках.

В будущем ожидается, что развитие инновационного бизнеса будут определять следующие факторы:

— величина спроса на рынке на инновационную продукцию (товары, работы, услуги);

— степень лояльности кредитной политики, которую будут проводить банки в отношении малых исследовательских и (или) внедренческих фирм;

— заинтересованность частных инвесторов (бизнес-ангелов) во вложении своих средств в инновационные предприятия.

Возможность получить недорогой кредит даст стимул инновационным предприятиям к увеличению объемов производства, проведению новых научных исследований и осуществлению разработок.

В таких условиях возникает необходимость формирования методики оценки инновационного развития предприятия, основанной на главных показателях инновационной деятельности, таких как инновационный потенциал, инновационная активность и инновационный климат, отвечающих следующим требованиям:

— показывать слабые и сильные стороны организации в деятельности по обеспечению инновационного развития предприятия;

— выявлять возможности и угрозы во внешней среде, способствующие или сдерживающие инновационное развитие предприятий;

— учитывать все факторы, воздействующие на инновационное развитие предприятия;

— формировать систему показателей, наиболее точно и полно оценивающих уровень инновационного развития предприятий;

— определять уровень инновационного развития, на котором находится предприятие;

— разрабатывать инновационную стратегию в зависимости от уровня инновационного развития предприятия.

1.2. Исследование динамики состояния основных фондов машиностроительных компаний

Повышение производительности общественного труда может быть достигнуто ростом производительности живого труда, ускорением оборачиваемости оборотных средств, сокращением расхода сырья, материалов, а также ростом эффективности использования основных производственных фондов.

Важнейшим показателем эффективности использования основных производственных фондов является фондоотдача. В некоторых работах недооценивается этот показатель для анализа эффективности основных производственных фондов [10]. Основным недостатком фондоотдачи считается то, что ее динамика не совпадает с движением прибыли и рентабельности. Но как справедливо отмечает профессор А. В. Воробьева: “Снижение себестоимости в целом и рост рентабельности могут не совпадать с движением фондоотдачи. Но это определяется противодействием других факторов, перекрывающих влияние роста фондоотдачи на снижением себестоимости в целом. Рост фондоотдачи всегда способствует снижению себестоимости, повышению рентабельности, так же как и снижение фондоотдачи ведет к удорожанию продукции.” [9]

Исторический опыт показывает, что интенсивный рост основных фондов обусловливает на некоторый период снижение фондоотдачи. Хотя строительство новых предприятий предполагает более современное оборудование по сравнению с действующим, фондоотдача на последних, как правило, выше. Это зачастую связано с тем, что строители сдают объекты с большим количеством недоделок, а поэтому сроки освоения проектных мощностей предприятиями затягиваются.

Кроме того, освоением производственных мощностей у нас занимаются только после сдачи объекта. Решать же многие из этих

проблем надо на стадии проектирования и строительства предприятия. Так при реконструкции предприятий вопросы подготовки кадров, поставки сырья и сбыта продукции решаются во время строительства. В связи с этим предприятия и отрасли промышленности, направляющие больший удельный вес капитальных вложений на реконструкцию, расширение и техническое перевооружение, имеют меньшее снижение фондоотдачи.

Как известно, качественную характеристику состояния основных средств компаний можно проводить, используя ряд показателей, основными из которых являются следующие [26, 79].

1. Фондоотдача основных средств:

$$K_1 = \frac{\text{объем отгруженных товаров, выполненных работ, услуг}}{\text{среднегодовая стоимость основных средств}}.$$

2. Доля активной части основных средств (машин, оборудования, транспортных средств):

$$K_2 = \frac{\text{стоимость активной части основных средств}}{\text{стоимость основных средств}}.$$

3. Коэффициент обновления основных средств:

$$K_3 = \frac{\text{первоначальная стоимость поступивших за год осн. средств}}{\text{первоначальная стоимость основных средств на конец года}}.$$

4. Коэффициент выбытия основных средств:

$$K_4 = \frac{\text{первоначальная стоимость выбывших за год осн. средств}}{\text{первоначальная стоимость основных средств на начало года}}.$$

5. Коэффициент износа основных средств:

$$K_5 = \frac{\text{износ основных средств}}{\text{первоначальная стоимость основных средств на конец года}}.$$

Проведем краткий обзор динамики ряда перечисленных и некоторых других показателей, характеризующих общее состояние машиностроения России за период в 5 лет, согласно данным Федеральной службы государственной статистики [104]. При этом обзор будем проводить по следующим основным отраслям машиностроения:

1. Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий.

2. Производство машин и оборудования.

3. Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования.

4. Производство транспортных средств и оборудования.

На рис. 9–12 сплошной линией показаны реальные данные, а пунктиром — линейный тренд.

На рис. 9 видно, что фондоотдача по всем четырем отраслям снижается. При этом доля активной части основных средств растет, что обычно расценивается, как положительная тенденция. Однако активная часть значительно превысила 50%, что свидетельствует о серьезном износе зданий и сооружений. (Исследование влияния активной части основных средств на их фондоотдачу будет проведено позже.) Коэффициент обновления основных фондов растет, что следует оценить положительно. Наименьшая степень их обновления наблюдается в отрасли 4 — "Производство транспортных средств и оборудования".

Данные рис. 10 свидетельствуют об уменьшении выбытия и износа основных средств. (Исследование влияния коэффициента выбытия основных средств на их фондоотдачу будет проведено позже.) При этом степень износа все равно высокая, т. к. превышает рекомендуемый предел 20–25% [26, 79]. Также наблюдается слишком большой износ основных средств опять в отрасли 4 – "Производство транспортных средств и оборудования".

На рис. 11 видно, что средний возраст основных средств достаточно стабилен и при этом не критически велик. Но инвестиции в основной капитал с учетом годовой инфляции $i = 25\%$ [45] в основном снижаются. Исключение, однако, составляет отрасль 4 — "Производство транспортных средств и оборудования". Но кризис 2008–2009 гг. серьезно понизил инвестиции во всех четырех отраслях. Наибольшие инвестиции наблюдаются в отрасли 1 — "Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий". При этом инвестирование за счет собственных средств снижается, а за счет привлеченных — повышается, что следует оценить положительно. Бюджетное инвестирование при этом почти нулевое.

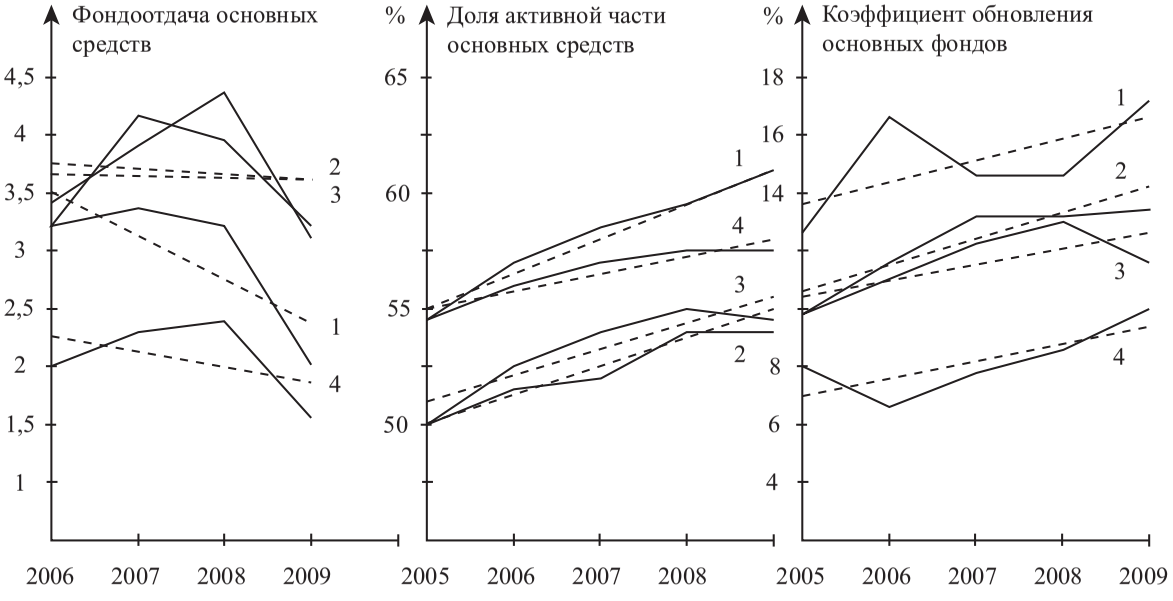


Рис. 9. Динамика состояния основных средств в машиностроении России

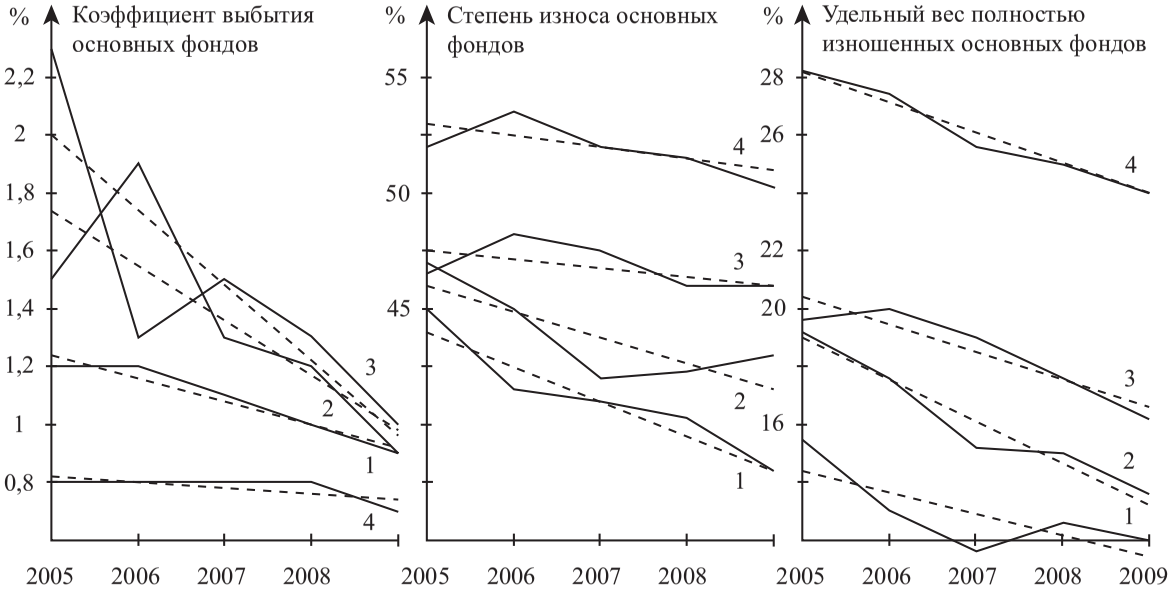


Рис. 10. Динамика состояния основных средств в машиностроении России

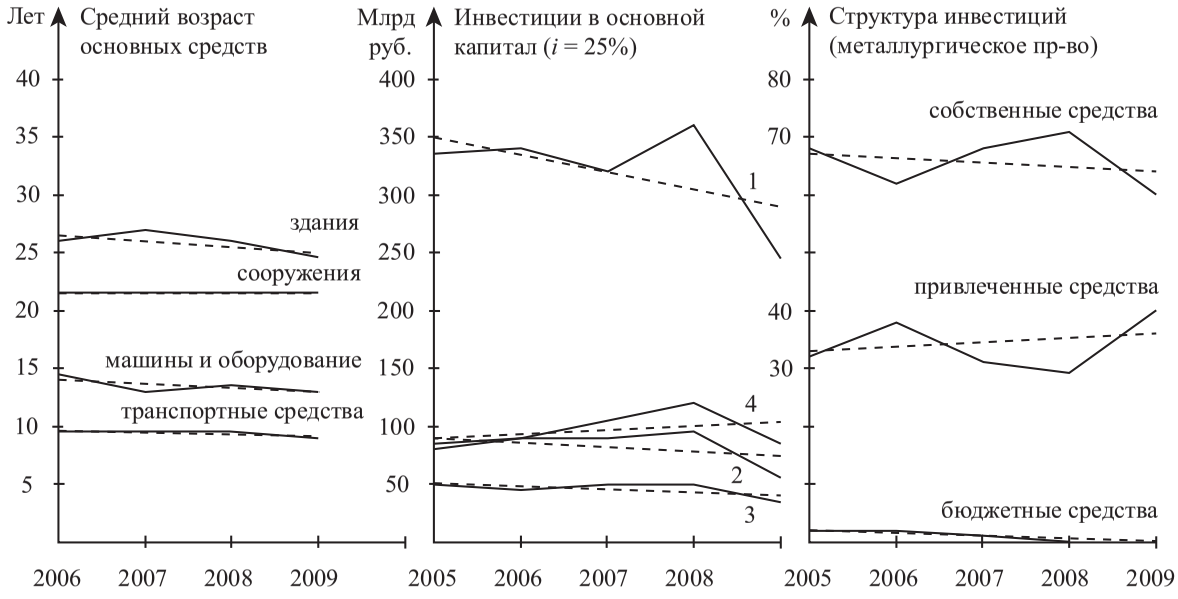


Рис. 11. Динамика состояния основных средств в машиностроении России

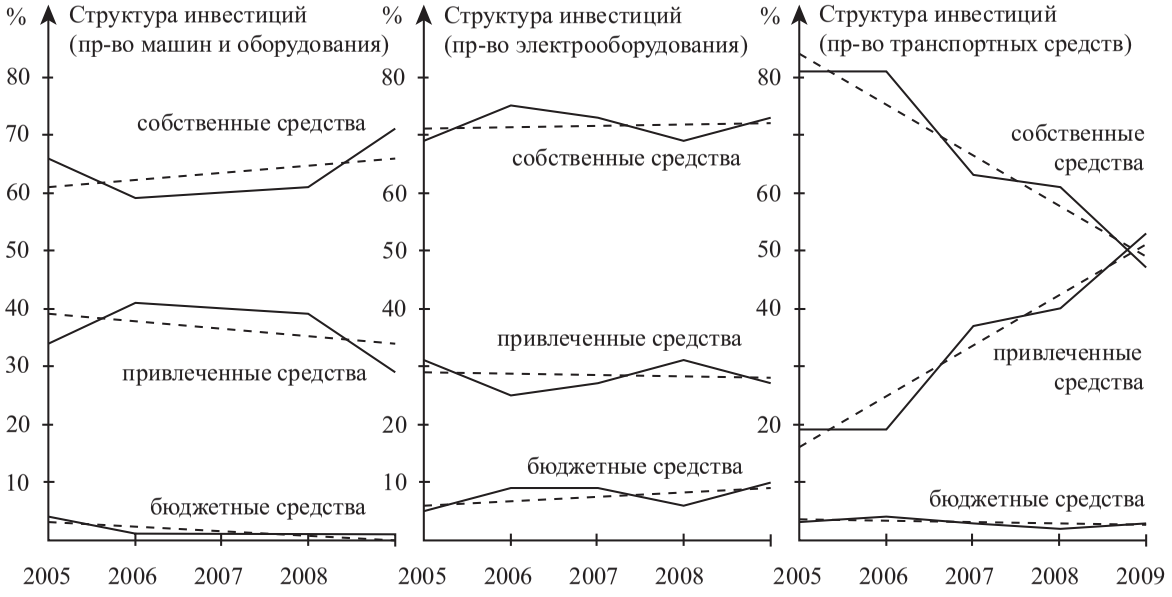


Рис. 12. Динамика состояния основных средств в машиностроении России

Данные рис. 12 свидетельствуют об увеличении доли инвестиций в основной капитал за счет собственных средств в отрасли 2 — "Производство машин и оборудования" и в отрасли 3 — "Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования", что следует оценить отрицательно, поскольку эта доля уже слишком велика. При этом бюджетное инвестирование в отрасли 3 значительное, и оно увеличивается. Состояние структуры инвестиций в отрасли 4 — "Производство транспортных средств и оборудования" критическое, т. к. привлеченные средства в 2009 г. превысили собственные.

Таким образом, общее состояние машиностроения в России неважное, но пока еще не критическое, за исключением, конечно, отрасли 4 — "Производство транспортных средств и оборудования".

Для более глубокого понимания процесса изменения состояния основных средств в четырех основных отраслях машиностроения России необходимо построить для него соответствующую факторную модель. В качестве упрощенной модели можно предложить линейную регрессию. На наш взгляд, наиболее важно было бы отследить изменение фондоотдачи основных средств (y) в зависимости от соответствующих факторов. В качестве таковых предлагаем следующие:

x_1 — удельный вес активной части основных средств (%);

x_2 — коэффициент обновления основных средств (%);

x_3 — коэффициент выбытия основных средств (%);

x_4 — коэффициент износа основных средств (%);

x_5 — средний возраст активной части основных средств (машин, оборудования, транспортных средств) (лет).

Программа *Matlab* [11] позволяет получить регрессию:

$$y = 12{,}925 - 0{,}1298x_1 + 0{,}0319x_2 + 0{,}9705x_3 - 0{,}0462x_4 - 0{,}1728x_5,$$
$$\text{MaxErr} = 0{,}8951.$$

Следовательно, фондоотдачу основных средств можно увеличить за счет уменьшения удельного веса их активной части, за счет роста коэффициентов обновления и выбытия, за счет уменьшения коэффициента износа и среднего возраста активной части основных средств.

Подобная модель нуждается в корректировке, поскольку в нее могут входить переменные, которые зависят от других переменных модели. Поэтому уточним регрессионную модель в программе *Statistica* [107]:

$$y = 12{,}49126 - 0{,}12893x_1 + 0{,}86901x_3 - 0{,}07013x_4.$$

В табл. 2 видно, что данная регрессионная модель достаточно достоверная. Об этом свидетельствуют множественный и уточненный коэффициенты детерминации R^2, значения которых достаточно близки к 1. Также об этом свидетельствует F-статистика Фишера, фактическое значение которой (7,089327) больше табличного (5,95) с уровнем значимости $\alpha = 0{,}05$. При этом вероятность ошибки регрессионной модели (p) близка к 0.

Таблица 2

Оценка качества регрессии

Статистика	*Значение*
Множественный R	0,799558
Множественный R^2	0,639293
Уточненный R^2	0,549116
$F(3, 12)$	7,089327
p	0,005366
Стандартная ошибка оценки	0,556330

Таким образом, фондоотдачу основных средств можно увеличить за счет уменьшения удельного веса их активной части, за счет роста коэффициента выбытия и за счет снижения коэффициента износа. Тот факт, что снижение удельного веса активной части основных средств приводит к увеличению фондоотдачи, объясняется значительным износом основных фондов.

Все это подтверждает необходимость модернизации и обновления основных фондов на предприятиях машиностроения, и прежде всего это относится к оборудованию.

1.3. Реакция фондового рынка на технологическое отставание российских компаний

Современные тенденции развития российской экономики, связанные с недостаточной инновационной активностью предприятий, продолжают сохраняться. Одной из ключевых проблем инновационного развития российских компаний является проблема модернизации производства. Многие предприятия продолжают работать на старом оборудовании, которое используется в технологии производства уже более 20 лет. Такая ситуация негативно влияет как на производительность и экономичность, так и на прямое отставание российских компаний в самих технологиях производства.

Все это отрицательно сказывается на конкурентоспособности российских производственных компаний, не занятых добычей полезных ископаемых, прежде всего, нефти. Как указывается в работе Лимитовского [47], корреляция доходности российского индекса ММВБ и индекса цен на нефть составляет 0,961. Это объясняет, в частности, некоторые перспективы развития российского фондового рынка.

Как показывают рис. 13–20 [158], за последние 3 года российские индексы РТС и ММВБ вышли на устойчивые сезонные колебания, связанные, на наш взгляд, с сезонной добычей нефти в России, которая при этом составляет 2/3 ВВП страны. На рис. 15–20 видно, что российская традиция отпусков во второй половине зимы и во второй половине лета приводит к снижению добычи нефти в эти периоды и, как следствие, к ее удорожанию, а, следовательно, к росту индексов РТС и ММВБ. Такая корреляция объясняется тем, что Россия в настоящее время является наиболее крупным поставщиком нефти на мировой рынок. Однако рис. 13 и 14 показывают, что за последние 3 года линии поддержки и сопротивления сближаются, из чего можно сделать прогноз, что в ближайшем будущем российский фондовый рынок ждут серьезные потрясения. А это, в свою очередь, может привести к новому экономическому кризису в России.

Подобных жестких зависимостей можно было бы избежать, если бы российская экономика не имела такой ярко выраженной сырьевой направленности. В таком контексте особенную важность приобретают инновационные изменения в секторе реального производства, позволяющие вывести его из долгосрочной депрессии.

Рис. 13. Индекс РТС (1999–2013)

Рис. 14. Индекс ММВБ (1999–2013)

Рис. 15. Индекс РТС (10.2010–10.2011)

Рис. 16. Индекс РТС (10.2011–10.2012)

Рис. 17. Индекс РТС (10.2012–10.2013)

Рис. 18. Индекс ММВБ (10.2010–10.2011)

Рис. 19. Индекс ММВБ (10.2011–10.2012)

Рис. 20. Индекс ММВБ (10.2012–10.2013)

Глава 2

Теоретические основы планирования модернизации в компании

2.1. Экономическое содержание модернизации

В первую очередь рассмотрим, как трактуется понятие "модернизация" в литературных источниках, чтобы получить обзор различных определений данного феномена (или явления). Определение понятия "модернизация" в них представлено двояко и в основном рассмотрено с двух точек зрения [3]. Первая точка зрения выразительно представлена в толковом словаре русского языка под ред. Д. Н. Ушакова: "Модернизировать — придать (придавать) чему-нибудь современный облик, переделать (переделывать) что-нибудь на новейший лад."

Современный экономический словарь дает определение, что "модернизация — это усовершенствование, обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества. Модернизируются в основном машины, оборудование, технологические процессы." [3]

В Большой советской энциклопедии "модернизация (франц. modernisation, от moderne — новейший, современный) — это изменение в соответствии с новейшими современными требованиями и нормами, например, модернизация (обновление) технического оборудования, производственного процесса и т. п." [3]

Согласно иной точке зрения модернизация понимается как обновление в соответствии с требованиями современности, т. е. придание современного характера чему-либо, приспособление к современным взглядам, идеям и потребностям [3].

Модернизация — это общественно-исторический процесс, в ходе которого традиционные общества становятся прогрессивными и индустриально развитыми. В классической социологии настоящий термин трактуется Дюркгеймом как процесс социальной дифференциации, посредством которого осуществлялось общественное разделение труда; М. Вебером — как процесс рационализации, в ходе ко-

торого хозяйствующие субъекты стремились максимально повысить экономическую отдачу; Марксом — как процесс товаризации, в ходе которого товары и услуги более и более производились для рынка [3].

Модернизация — это создание современной социально-экономической системы, которая предполагает индивидуализацию трудовых усилий, повышение роли творческого начала в производственной деятельности, а главное, формирование институтов роста (частной собственности, конкуренции, банков и пр.), что обеспечивает развитие экономики без государственного принуждения. Модернизацию можно рассматривать на 3-х уровнях: макроуровень — это модернизация, развертывающаяся на основе совокупности базисных инноваций, т. е. смена лидирующих технологических укладов (примерно раз в 50 лет); мезоуровень — это модернизация, происходящая с периодичностью примерно в 10 лет, т. е. смена поколений техники и обновление активной части основных фондов; микроуровень — это постоянно происходящие обновления моделей и модификаций продукции, совершенствование ее параметров на базе улучшающих инноваций в рамках промышленных компаний [3].

С целью выбора метода оценки экономической эффективности внедрения новых техники и технологии был проведен анализ зарубежных, общероссийских и отраслевых методических материалов, которые применяются сейчас в крупных промышленных компаниях. Из проанализированных методик выбраны лучшие, которые отвечают современным задачам, учитывают жизненные циклы, время освоения и способность к обновлению. Они являются основой для расчета экономической эффективности внедрения новых технологий и техники [3].

В оценке экономической эффективности можно выделить следующие направления [3]:

— внедрение новых машин, оборудования, приборов, аппаратуры;

— внедрение новых видов сырья и материалов;

— внедрение конструкторских изменений в серийно выпускаемые изделия;

— разработка и внедрение новых и совершенствование действующих технологических процессов;

— создание и внедрение новых и совершенствование действующих методов и систем организации и управления производством;

— внедрение стандартизации и унификации в производстве;

— разработка и внедрение автоматизированных систем управления;

— снижение сроков освоения путем внедрения прогрессивных технологий.

Для оценки экономической эффективности внедрения новой техники и прогрессивной технологии применяется комплекс основных и дополнительных показателей, с помощью которых можно установить, является ли конкретное мероприятие экономически эффективным, а также выявить величину годового экономического эффекта [3].

Наиболее значимыми показателями экономической эффективности являются годовой экономический эффект и его составляющие, т. е. себестоимость продукции и единовременные вложения, необходимые для осуществления мероприятия, включая затраты на НИОКР и освоение [3].

Экономическая эффективность характеризует соотношение полученного эффекта с затратами на его осуществление и является своего рода ценой за достижение конкретного результата. Если результат, скажем, заданная цель, вообще не достигнут, то и эффективность теряет свое положительное экономическое значение. На практике показатель эффективности выражает величину дохода или прибыли на единицу затрат, например, рентабельность изделия, труда, производства и пр. [3].

Экономический эффект означает сокращение или экономию производственных ресурсов при изготовлении продукции, товаров или услуг (например, материальных или трудовых затрат). Показатель экономического эффекта определяется как разность между стоимостью результата и стоимостью затрат всех видов ресурсов. Если результат превышает затраты, то имеет место положительный экономический эффект, оцениваемый прибылью. В противном случае речь идет об отрицательном экономическом эффекте, т. е. убытке [3].

Оценка экономической эффективности и сроков окупаемости мероприятий на первом этапе может дать отрицательный результат.

По этой причине нельзя заканчивать оценку экономической эффективности внедрения новых технологий и техники на расчете срока окупаемости. Необходимо проводить анализ условий и факторов, которые влияют на срок окупаемости, а именно, надо определить те критерии, изменение которых могло бы привести к снижению срока окупаемости и к увеличению экономической эффективности мероприятий в целом. К подобным критериям можно отнести [3]:

1. Условия необходимой загрузки оборудования:

Следует проанализировать загрузку используемого оборудования с точки зрения максимальности использования, т. е. если при внедрении мероприятия высвобождается использовавшееся ранее оборудование, то необходимо выявить возможность его загрузки путем привлечения заказов со стороны или реализовать его, чтобы предприятие не несло дополнительных расходов по налогу на имущество и содержанию данного оборудования.

2. Анализ статей затрат:

В результате анализа можно выявить статьи расходов, максимально влияющие на экономическую эффективность внедрения, изменение которых может в значительной степени повлиять на общее снижение срока окупаемости и на увеличение эффективности в целом. Анализируя эти статьи, необходимо найти пути уменьшения затрат по ним.

3. Экологический критерий:

Анализ мероприятия следует проводить также в экологическом аспекте, соблюдать условия экологической чистоты мероприятия для того, чтобы у предприятия в перспективе не было дополнительных расходов по выплате штрафов за загрязнение окружающей среды.

4. Риски при внедрении мероприятия:

Они могут быть связаны с применением необходимых уникальных материалов (риски по поставкам). Необходимо также учитывать экономические риски, связанные с инфляцией, неплатежеспособностью, политические риски в основном из-за смены правительства, его экономического курса и неблагоприятных изменений в законодательстве, а также риски обслуживания оборудования.

5. Определение границ экономической эффективности анализируемых технологических процессов:

Расчет эффективности заключается не только в том, чтобы определить размер экономии, но и в том, чтобы дать конкретные, экономически обоснованные границы их применения. В основе внедрения новейших технологий также лежит экономическая выгода, которая влияет на их эффективность или напрямую — через снижение стоимости технологического процесса, или косвенно — через более высокие потребительские качества продукции. Большой экономический эффект возникает за счет экономии материалов и энергоресурсов, повышения производительности труда. Наивысшую эффективность прогрессивное оборудование приобретает в условиях единичного или мелкосерийного производства с быстро меняющейся номенклатурой деталей, что характерно для условий рыночной экономики. При определении границ экономически эффективного применения оборудования необходимо учитывать ряд различных факторов при внедрении новейших технологий, например, партионность заказа деталей, марки обрабатываемых материалов, физические параметры используемых материалов, скорость (при резке), мощность и др. [3].

Для того, чтобы изучить комплексный характер модернизации, раскрыть разнообразные области и способы ее использования, а значит, и различные методы управления, представляется необходимым изучение системы и классификации нововведений. Анализ основных признаков нововведений, а также их свойств и характерных особенностей позволит выявить специфические требования, предъявляемые к механизму их разработки и внедрения на предприятии.

В экономической литературе модернизацию принято классифицировать по разнообразным признакам, многие из которых являются тождественными и родственными. К наиболее существенным из них следует отнести такие признаки, как степень новизны модернизации, ее роль и значимость, а также характер и время выхода продукта на рынок. При разработке и внедрении нововведения, а также при исследовании этих процессов необходимо нововведения разделить на [61]:

1) базисные и улучшающие;

2) продуктовые, технологические и нетехнологические;

3) стратегические (преактивные) или адаптирующие (реактивные).

К базисным относятся нововведения, которые реализуют крупные научно-технические разработки и становятся основой формирования технологий нового поколения, которые не имеют аналогов в отечественной и мировой практике. Базисные нововведения — это принципиально новые для отрасли товары и технологии. Улучшающие нововведения реализуют мелкие и средние изобретения, усовершенствующие технологию изготовления или технические характеристики уже известных рынку товаров [61].

В отличие от них псевдоинновации направлены на частичные изменения (чаще декоративного характера — форма, цвет) устаревших поколений техники и технологий, которые по сути лишь тормозят технический прогресс [61].

Нововведения в зависимости от их основного содержания принято разделять на [61]:

— продуктовые, т. е. связанные с изменениями в продукции;

— технологические, распространяющиеся на методы производства;

— нетехнологические, затрагивающие факторы организационно-управленческого и финансово-экономического характера.

Внедрение продуктовых нововведений в основном выступает в качестве эффективного средства освоения новых видов товаров и услуг, установления выгодных цен, охвата доли рынка, что в конечном счете позволяет увеличить объемы продаж и укрепляет конкурентные преимущества компании. Технологические же нововведения оказывают непосредственное воздействие на экономию издержек производства, повышение производительности труда, снижение вредных отходов и способствуют увеличению прибыли [61].

Продуктовые нововведения возникают в результате применения новых видов сырья и материалов. Технологические нововведения реализуют новые методы и технологии организации производства, более высокие уровни автоматизации и компьютерной техники [61].

Важнейшим признаком модернизации должна выступать новизна полезных для потребителя свойств. Техническая новизна играет второстепенную роль. Большинство неудач, связанных с выведением

нововведений на рынок специалисты объясняют тем, что те возникают на базе новых знаний, а не потребностей рынка, в то время как покупателям в действительности нужен не новый товар, а новые выгоды от него.

В то время, когда на рынке появляется новый продукт, конкуренты обычно не спешат последовать за "первопроходцем" и внедрять новинку в свое производство, т. к. уровень неудач, который связан с выведением на рынок новых товаров, колеблется по разным источникам от 30% до 60%. В этой связи принято выделять *стратегии лидера* или *последователя*. За этим разделением стоят два типа процессов модернизации: "пионерный" и "догоняющий", или два вида нововведений: *стратегические* (преактивные) и *адаптирующие* (реактивные) [61].

Адаптирующее — это такое нововведение, которое компания внедряет вслед за конкурентом как ответную реакцию на уже появившийся на рынке новый товар. Адаптирующие (реактивные) нововведения компании вынуждены осваивать вслед за своими соперниками для того, чтобы быть представленными на рынке в надлежащем конкурентоспособном состоянии и чтобы в дальнейшем обеспечить себе выживание и не допустить технологического отставания [61].

К стратегическим относятся нововведения, внедрение которых носит упреждающий (преактивный) характер в целях получения преимущества "первого хода", которое при правильном использовании может привести фирму к лидерству на рынке и к высоким доходам [61].

Разграничение типов модернизации по признакам имеет важное значение для выбора форм и методов освоения нововведений. Причина заключается в том, что процессы разработки и внедрения, условия реализации и дальнейшего продвижения на рынке для каждого конкретного нововведения (принципиально нового или только улучшающего) будут неодинаковыми [61].

Сформулируем также определение стратегии модернизации, которое понадобится нам в дальнейшем исследовании.

Стратегия модернизации компании — это решение долгосрочного характера, которое направлено на осуществление стратеги-

ческих продуктовых, технологических и нетехнологических нововведений, внедрение которых носит упреждающий (преактивный) характер с целью получения преимущества "первого хода", которое при правильном использовании может привести компанию к лидерству на рынке и к высоким доходам.

2.2. Эволюция подходов к планированию модернизации

В основе планирования процесса модернизации предлагается использовать специфические детерминанты модернизации, т. е. "факторы, определяющие направления развития предприятия, возможности и интенсивность обновления продукции и производственного аппарата" [74]. К таким детерминантам относятся научно-кадровый потенциал организации, состояние опытно-экспериментальной базы, состояние нематериальных активов, структура выпускаемой продукции — в целом ресурсы, необходимые для осуществления модернизации. К специфическим детерминантам относится также наличие угроз технического и функционального замещения, которые исходят из внешней среды.

В зависимости от сочетания используемых специфических детерминант модернизации различают стратегии НИОКР и стратегии внедрения и адаптации модернизированного продукта. К стратегиям НИОКР относятся лицензионная стратегия, стратегия параллельной разработки, стратегия исследовательского лидерства и т. д. К стратегиям внедрения и адаптации относятся сохранение технологических позиций, радикальное опережение конкурентов, процессная имитация и другие.

Стратегический характер перечисленные выше стратегии приобретают после того, как достигнуто качественно новое состояние организации. В частности, для того, чтобы достичь увеличения масштабов производства организации, необходимо использовать стратегии опережающей наукоемкости, т. е. увеличения доли наукоемкой продукции в общем объеме производства; исследовательского лидерства и радикального опережения конкурентов. Данные стратегии могут быть использованы организацией при следующих условиях: до-

ля научно-технических работников выше среднего уровня по отрасли, в распоряжении организации имеется опытно-экспериментальное производство, а также есть задел собственных НИОКР. При отсутствии специфических детерминант модернизации в организации для достижения качественно нового состояния предлагается использовать стратегии продуктовой и процессной имитации, заимствования технологий у лидеров отрасли [74].

В качестве других оснований классификации стратегий модернизации немецкий маркетолог Рольф Берт предлагает использовать право собственности на идею и степень новизны (рис. 21) [74].

Однако по этой классификации вновь невозможно определить, какие стратегии относятся к решениям, позволяющим перейти организации в новое качественное состояние.

По всей видимости, для определения решений о модернизации, которые в соответствии с принятым выше определением позволяют перейти организации в новое качественное состояние, необходимо определить множество этих качественных состояний. Данная задача не является однозначно определенной, поскольку можно предложить различные основания для классификации таких состояний [74].

В качестве примера определения множества таких качественных состояний организации воспользуемся классификацией А. Ю. Юдакова [73]. Согласно этой классификации качественное состояние организации в первую очередь зависит от того, в рамках какого бизнеса (стандартного или специфического) лежит рыночная ниша организации. В рамках стандартного бизнеса различают организации, которые стараются глобализировать свою деятельность, охватив в географическом масштабе наибольшую долю рынка, а также организации, которые намеренно сосредотачивают свои усилия на локальном рынке. Первые называются *виолентами*, вторые — *коммутантами* [74].

В рамках специфического бизнеса организации пытаются приспособиться к рынку, максимально удовлетворив потребности покупателей. Такие организации называются *патиентами*. Другие, наоборот, сами пытаются изменить рынок. Такие организации носят название *эксплерентов* (рис. 22) [74].

Рис. 21. Виды стратегий модернизации по классификации Р. Берта

Виоленты — это крупные производители товаров массового спроса. В отличие от других организаций виоленты обладают большим парком оборудования, в том числе и узкоспециализированного. Постоянные издержки у виолентов в расчете на одно изделие достаточно низкие благодаря большим производственным масштабам. Как правило, такие организации не стремятся к изменению своего качественного состояния, а потому любые управленческие решения, в том числе решения о модернизации, будут направлены на поддержку того состояния, которое достигнуто организацией. Позиции вио-

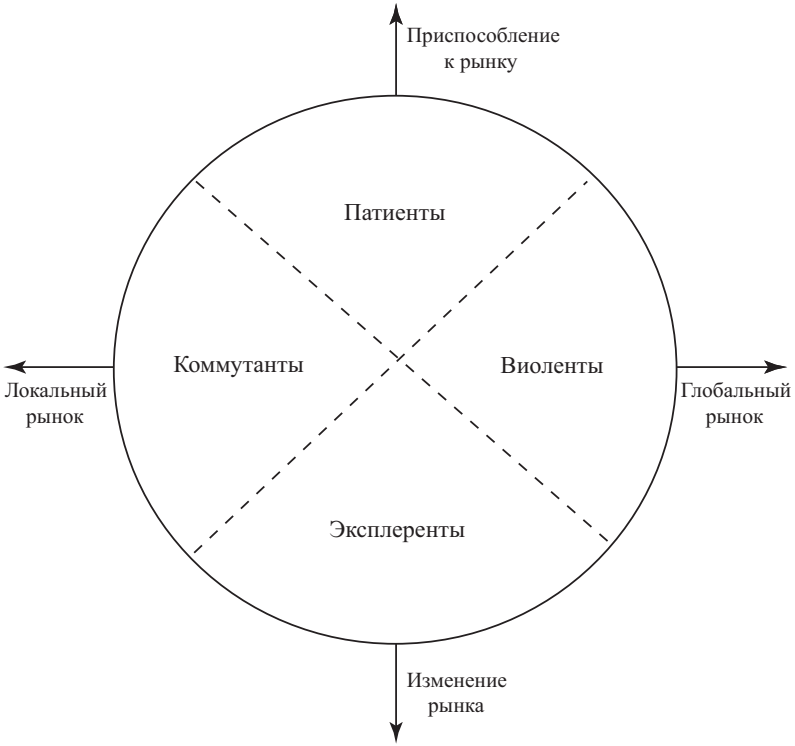


Рис. 22. Классификация качественных состояний организации

лентов постоянно подвергаются атакам со стороны других участников рынка, в том числе и других виолентов. Отсутствие активной стратегической позиции со стороны менеджмента виолентов объясняется также тем, что в крупных компаниях большая часть высшего менеджмента вынуждена затрачивать значительное количество времени на политическую борьбу. Особенно это касается некоммерческих организаций. Как отмечает классик теории стратегического менеджмента И. Ансофф [74], в этой ситуации “менеджменту не отводится роль подкласса, который оказывает влияние”. Но, несмотря

на все негативные стороны состояния виолента, решения о модернизации могут носить стратегический характер. Для того, чтобы не превратиться в неповоротливого монстра, постоянно подвергающегося атакам со стороны конкурентов и постепенно сдающего лидирующие позиции, виолент использует стратегию подавления конкурентов, прежде всего ценового, после чего следует поглощение слабого конкурента. С мелкими инновационными компаниями так происходит довольно часто. Альтернативным вариантом активной стратегической позиции является использование своего научно-технического потенциала, который является мощным (по крайней мере в техническом плане) для разработки и внедрения модернизированных продуктов [74].

Коммутанты — это мелкие производители товаров широкого потребления, которые стараются получить максимум полезности от освоения локального рынка. Коммутанты не являются конкурентами виолентам, поскольку занимают те ниши, которые невыгодны виолентам в связи с их высокоспециализированным трудовым и производственным потенциалом. В процессе развития организации, являющиеся типичными коммутантами, стараются перейти в новую фазу. Автор классификации указывает, что коммутанты могут становиться патиентами, если соответствующее такому превращению стратегическое решение будет направлено на специализацию деятельности организации. Не имея достаточного количества специфических детерминант модернизации в своем распоряжении, для перехода в состояние патиента коммутант скорее всего будет разрабатывать новые принципы организации деятельности либо заниматься копированием чужих нововведений [74].

Патиенты — это организации, контролирующие достаточно специфические рынки, в процессе развития стремятся к диверсификации своей деятельности, в результате чего будет происходить расширение ассортимента продукции и появятся новые рынки сбыта. Решения о модернизации, представляющие собой собственные улучшающие безрисковые нововведения и перенос нововведений с предсказуемым риском, позволят патиенту достичь состояния виолента [74].

Эксплеренты — это организации, которые со всей уверенностью можно отнести к чисто инновационным, поскольку целью их дея-

тельности является реализация прорывных нововведений. Эксплерент, как правило, не довольствуется своим состоянием и стремится достичь состояния патиента или виолента, полностью реализовав свой модернизационный потенциал. Таким образом, все решения эксплерента являются стратегическими [74].

Основатель американской компании Dell Computer Corporation, миллиардер Майкл Саул Делл говоря по поводу решений о модернизации, заявил о том, что "с хорошей идеей надо выступать первым. Это лучше, чем сделать что-то 28-м, пусть и замечательно" [74].

Таким образом, вопрос о том, принимать стратегическое решение о модернизации или не принимать, решается в пользу первой альтернативы. Однако, не все модели придерживаются такой детерминированной позиции. Рассмотрим некоторые из традиционных моделей выбора стратегических решений в управлении процессом модернизации [74].

Наиболее простой моделью выбора стратегического решения о модернизации является известная матрица Бостонской консалтинговой группы (БКГ), разработанная Брюсом Хендерсоном (рис. 23) [74].

Согласно матрице БКГ, если результатом стратегического решения о модернизации, как ожидается, будет увеличение объемов рынка при условии, что прогнозируется рост самого рынка, то данное решение является приемлемым. Наоборот, если решение о модернизации, как ожидается, может привести организацию в состояние, которое обозначено в матрице "собаками", то от такого решения следует отказаться. Состояние "дойные коровы" необходимо использовать для того, чтобы перераспределять доходы в пользу проектов модернизации, расположенных в зоне высоких темпов роста объема рынка ("звезды" и "трудные дети") [74].

Вместе с явной простотой матрица БКГ обладает очень сильным недостатком, связанным с тем, что результат решения о модернизации (особенно это касается прорывных нововведений) очень сложно прогнозировать, поскольку само решение о модернизации по своему смыслу является наиболее рискованным. Чтобы матрица БКГ была более адаптированной для принятия решений о модернизации, следовало бы скорректировать некоторые ориентиры. Например, вместо

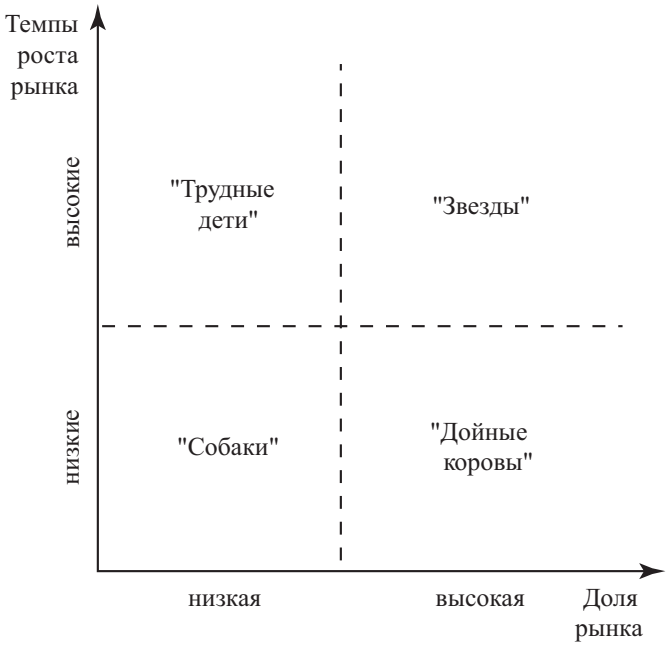


Рис. 23. Матрица Бостонской консалтинговой группы

доли и темпов роста рынка ввести степень наличия специфических детерминант модернизации [74].

Следующая рассматриваемая нами модель выбора стратегического решения о модернизации является таковой. Вместо доли рынка в ней учитывается рыночная позиция организации (что, в принципе, тоже самое), а слабопрогнозируемые темпы роста рынка заменены технологической позицией фирмы, что по сути является интегральным показателем присутствия специфических детерминант модернизации. Матрица выбора стратегических решений о модернизации выглядит следующим образом (рис. 24) [74].

Существует еще ряд подобных моделей, в которых для каждой ситуации предлагается свое стратегическое решение о модернизации

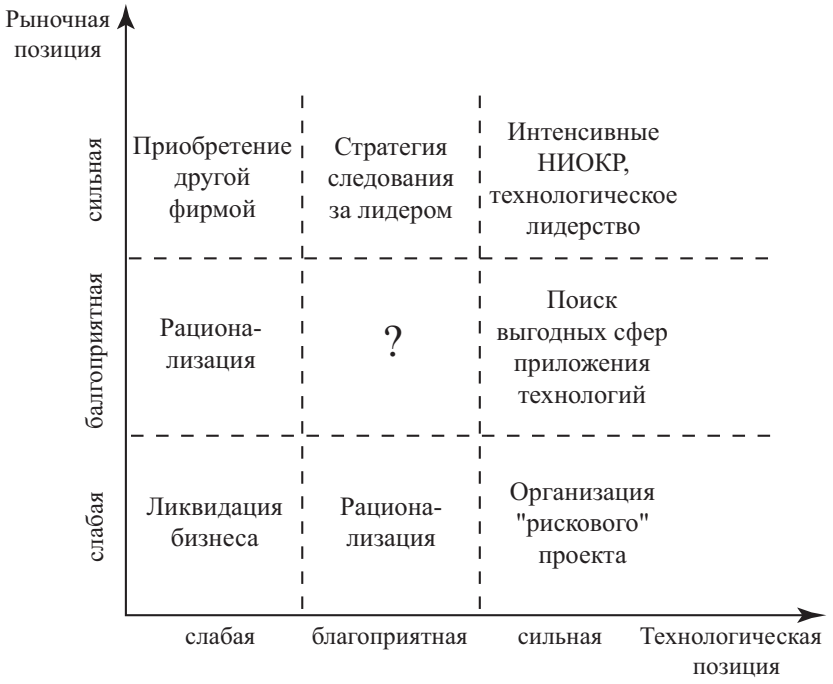


Рис. 24. Матрица направлений выбора стратегий модернизации

(как правило, единственное). Безусловным достоинством данных моделей является их простота восприятия со стороны лица, принимающего решения, (ЛПР) или владельца проблемы [74].

Основной недостаток подобных моделей — их чрезмерная детерминированность. Действительно, для каждого состояния предлагается единственное (правильное) решение. Само отсутствие каких-либо альтернатив говорит о том, что на разработку решения не нужно тратить много времени, достаточно лишь диагностировать ситуацию и сопоставить ее с матрицей. Однако, в этом случае исчезает необходимость участия ЛПР в поиске решения, поскольку для каждой ситуации решение уже однозначно определено. В случае со стра-

тегическими решениями о модернизации, последствия которых слабопрогнозируемы, такая сильная предопределенность является, по меньшей мере, некорректной, а в ряде случаев совершенно недопустимой. И дело здесь вовсе не в том, что ЛПР остается без работы, а в том, что поведение организации становится почти достоверно предсказуемым не только для ее менеджмента, но и для внешней среды (прежде всего, для конкурентов). Стратегические решения о модернизации являются как раз наоборот малопредсказуемыми и неожиданными для внешней среды. Следовательно, для разработки стратегических решений необходимо применение других методов, которые не позволяют говорить об однозначности и предопределенности выбора [74].

Для того, чтобы осуществить выбор стратегического решения о модернизации, которое является благоприятным для перехода организации в новое качественное состояние и неожиданным для внешней среды, необходимо в самой постановке задачи выбора одновременно учесть цели организации и реакцию на возможное решение со стороны внешней среды. Наиболее приспособленной к таким требованиям является методология выбора теории игр [74].

Основной особенностью теории игр является представление ситуаций в виде конфликтов интересов определенных сторон. При этом под конфликтом понимается несбалансированность ситуации в отношениях ОРГАНИЗАЦИЯ (СИСТЕМА) — СРЕДА (ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ). Эта несбалансированность ситуации является возмущающим фактором и приводит к активным действиям как самой организации, так и внешней среды, ее окружающей, стремящихся, согласно принципу Ле-Шателье, перейти в состояние, при котором возмущения прекратятся [74].

Необходимо сразу же отметить, что все ситуации, независимо от сферы деятельности, носят несбалансированный, а, следовательно, конфликтный характер. Теория игр рассматривает упрощенные модели конфликтных ситуаций, представляя их в виде набора стратегий, которыми могут обладать лицо (или лица) принимающее решение, а также возможные направления реакции внешней среды (она может состоять из тех же ЛПР) [74].

Итак, в теории игр, решения, принимаемые ЛПР, также носят название стратегий. Это неслучайно, поскольку теория игр использовалась в том числе и для моделирования военных действий. Причем стратегии в теории игр — это совокупности правил и принципов, которые определяют последовательность действий игрока в каждой конкретной ситуации, складывающейся в процессе игры. Оптимальными для данного ЛПР, называются такие стратегии, которые при различных действиях других ЛПР и (или) внешней среды приводят к получению данным ЛПР наибольшего значения функции полезности (наибольшему выигрышу) [74].

Выигрыши определяются исходами игры, которые называются функциями выигрыша и, как правило, задаются в матричной форме.

В зависимости от суммы выигрыша, получаемого ЛПР (игроками) в теории игр различают [39]:

1. *Статистические игры.* Это ситуации, при которых один из игроков, называемый ПРИРОДОЙ, не имея намерений оказать негативное влияние на других участников конфликтной ситуации, задает условия игры, а другой (другие) участники, называемые СТАТИСТИКАМИ, приспосабливаются к этой ситуации. В качестве типичного примера можно привести деятельность хозяйствующего субъекта, который пытается установить, какой из продуктов с каким видом нововведения будет востребован на рынке в некотором недалеком (а может быть и относительно далеком) будущем. Примет ли рынок модернизированный продукт. Через какое количество времени рынок продукта достигнет фазы насыщения и т. д.

2. *Антагонистические игры.* Это конфликтные ситуации, при которых выигрыш одного игрока равен суммарному проигрышу других игроков. А само название таких игр заявляет о том, что в ситуации присутствует противоборство ЛПР. Типичным примером такой ситуации является борьба на рынке конкурентов.

3. *Бескоалиционные игры.* Это ситуации, при которых, все стороны, участвующие в конфликте, могут одновременно проиграть или одновременно выиграть. Сумма выигрышей игроков, в отличие от антагонистических игр, в общем случае не является нулевой. Хорошим примером из инновационной практики, иллюстрирующим такую разновидность игр, выступает поведение потребителей конеч-

ного продукта и комплектующих изделий к нему (в частности, автомобилей и двигателей внутреннего сгорания, далее — ДВС). Производитель автомобиля разработал новый более эргономичный дизайн кузова автомобиля, а производителю ДВС экономически невыгодно переходить на производство нового двигателя, что существенно снизит качество новинки. Важной особенностью бескоалиционных игр является невозможность образования коалиций между игроками.

4. *Кооперативные игры.* Как и бескоалиционные игры, они предполагают, что игроки, участвующие в этой игре, могут одновременно все оказаться в проигрыше или выигрыше, т. е. суммарных выигрыш всех игроков не равен нулю. Однако, в кооперативных играх игроки рассматривают возможности образования коалиций с целью увеличения выигрыша каждого участника этой коалиции. Например, автомобильный завод мог бы взять на себя часть расходов на разработку нового двигателя, либо разрабатывать не новый дизайн автомобиля, а новую концепцию совместно с конструкторами предприятия по производству ДВС.

В процессе принятия стратегического решения о модернизации необходимо правильно сориентировать фирму на правильный нововведения того или иного типа, прорывного или улучшающего. В основу такого выбора следует положить научно-исследовательский опыт и экономические возможности компании по внедрению базисных или только усовершенствующих технологий, другими словами, его активность внедрения нововведений. Если у компаний есть положительный опыт реализации проектов модернизации, особенно в сфере создания принципиально новых товаров, то такие фирмы обычно выбирают стратегии радикального опережения, исследовательского лидерства, опережающей наукоемкости и стадийного преодоления. Если же у компаний превалирует лишь опыт внедрения улучшающих технологий, которые только усовершенствуют и предлагают потребителям модифицированные варианты уже известных товаров, то в таком случае к наиболее вероятным стратегиям модернизации можно отнести такие как выжидание лидера, следование за рынком, технологического трансферта, продуктовой имитации, сохранения технологических позиций, параллельной разработки либо лицензионную стратегию [61].

Адекватный выбор направления модернизации (лидера или последователя) во многом определяет эффективность достижения поставленных компанией целей. На практике зачастую недостаточная оценка начальных экономических возможностей приводит в итоге к замораживанию большого числа перспективных инвестиционных программ и проектов модернизации по причине нехватки финансовых и кадровых ресурсов. Избежать подобных ситуаций можно, если на этапе разработки стратегий модернизации исключить из числа рассматриваемых вариантов "недосягаемые" проекты с позиции низкой исходной активности внедрения нововведений в компании. То есть смысл активности внедрения нововведений как экономической категории заключается не только в оценке масштабов внедрения новых или улучшающих технологий по хозяйствующим субъектам в целом, но и в оценке отдельных компаний для осуществления отбора того или иного направления модернизации и в формировании на этой базе эффективной инвестиционной политики [61].

Осуществлять оценку активности внедрения нововведений и последующий выбор стратегии модернизации можно, используя расчет и анализ группы экономических показателей, которые характеризуют возможности компании в освоении новых либо улучшающих технологий. Далее на основе расчетов и в зависимости от степени текущей обеспеченности фирмы необходимыми ресурсами модернизации можно планировать реализацию соответствующей стратегии модернизации. Такой подход поможет комплексно дополнить существующие методы разработки и реализации корпоративных стратегий [61].

Оценку активности внедрения нововведений как составного элемента анализа внутренней среды компании можно построить, анализируя ее деятельность в сфере НИОКР и во взаимосвязанных с ней структурных элементах. В зависимости от степени текущего технологического и производственно-хозяйственного развития выбирают либо стратегию лидера, т. е. разработку принципиально новых товаров, либо стратегию последователя, т. е. внедрения улучшающих технологий.

Совокупность расчетных экономических показателей активности внедрения нововведений, которые определяют степень обеспеченно-

сти компании финансовыми ресурсами в сфере модернизации, по мнению А. А. Трифиловой [61] может включать в себя представленные далее коэффициенты. Заметим, что обозначения данных коэффициентов мы поменяли на другие с целью упрощения принципа их построения.

1. Коэффициент обеспеченности интеллектуальной собственностью (K_{IPU}). Он определяет наличие у предприятия интеллектуальной собственности и прав на нее в виде патентов, лицензий на использование изобретений, свидетельств на промышленные образцы, полезные модели, программные средства, товарные знаки и знаки обслуживания, а также иных, аналогичных с перечисленными, прав и активов, необходимых для эффективного инновационного развития.

В данном анализе отношение перечисленных ресурсов к прочим внеоборотным активам FA предприятия может указывать на степень его оснащенности и вооруженности интеллектуальным капиталом по сравнению с другими основными средствами производства. Величина K_{IPU} имеет следующий вид:

$$K_{\mathrm{IPU}} = \frac{\mathrm{FA}}{\mathrm{IP}},$$

где IP — интеллектуальная собственность (руб.).

При этом

$$K_{\mathrm{IPU}} \geq 0{,}1 \div 0{,}15 \text{ — стратегия лидера;}$$
$$K_{\mathrm{IPU}} \leq 0{,}05 \div 0{,}1 \text{ — стратегия последователя.}$$

2. Коэффициент персонала, занятого в НИР и ОКР (K_{RDE}). Этот коэффициент характеризует профессионально-кадровый состав предприятия. Он показывает долю персонала, занимающегося непосредственно разработкой новых продуктов и технологий, производственным и инженерным проектированием, другими видами технологической подготовки производства для выпуска новых продуктов или внедрения новых услуг, по отношению к среднесписочному составу всех постоянных и временных работников, числящихся на предприятии. Коэффициент определяется по формуле

$$K_{\mathrm{RDE}} = \frac{\mathrm{RDE}}{\overline{E}},$$

где RDE — число занятых в сфере НИР и ОКР (чел.);

$\overline{E}$ — средняя численность работников предприятия (чел.).

При этом

$$K_{\mathrm{RDE}} \geq 0{,}2 \div 0{,}25 \text{ — стратегия лидера;}$$
$$K_{\mathrm{RDE}} \leq 0{,}15 \div 0{,}2 \text{ — стратегия последователя.}$$

3. Коэффициент имущества, предназначенного для НИР и ОКР (K_{ERE}). Он показывает долю имущества экспериментального и исследовательского назначения, приобретенных машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями, в общей стоимости всех производственно-технологических машин и оборудования. Коэффициент определяется по формуле

$$K_{\mathrm{ERE}} = \frac{\mathrm{ERE}}{\mathrm{PE}},$$

где ERE — стоимость оборудования опытно-приборного назначения (руб.);

PE — стоимость оборудования производственного назначения (руб.).

При этом

$$K_{\mathrm{ERE}} \geq 0{,}25 \div 0{,}3 \text{ — стратегия лидера;}$$
$$K_{\mathrm{ERE}} \leq 0{,}2 \div 0{,}25 \text{ — стратегия последователя.}$$

4. Коэффициент освоения новой техники (K_{NTI}). Он характеризует способность предприятия к освоению нового оборудования и новейших производственно-технологических линий и рассчитывается из соотношения вновь введенных за последние три года в эксплуатацию основных производственно-технологических фондов по сравнению с прочими средствами, включая здания, сооружения, транспорт, по формуле

$$K_{\mathrm{NTI}} = \frac{\mathrm{FA}_N}{\overline{\mathrm{FA}}},$$

где FA_N — стоимость вновь введенных основных фондов (руб.);

$\overline{\mathrm{FA}}$ — среднегодовая стоимость основных производственных фондов предприятия (руб.).

При этом

$$K_{\mathrm{NTI}} \geq 0{,}35 \div 0{,}4 \text{ — стратегия лидера;}$$

$$K_{\mathrm{NTI}} \leq 0{,}3 \div 0{,}35 \text{ — стратегия последователя.}$$

5. Коэффициент освоения новой продукции (K_{NPM}). Он оценивает способность предприятия к внедрению инновационной или подвергшейся технологическим изменениям продукции. Коэффициент определяется по формуле

$$K_{\mathrm{NPM}} = \frac{\mathrm{NS}_{\mathrm{NIP}}}{\mathrm{NS}},$$

где $\mathrm{NS}_{\mathrm{NIP}}$ — выручка от продаж новой или усовершенствованной продукции (работ, услуг) и продукции (работ, услуг), изготовленной с использованием новых или улучшенных технологий (руб.);

NS — общая выручка от продажи всей продукции (работ, услуг) (руб.).

При этом

$$K_{\mathrm{NPM}} \geq 0{,}45 \div 0{,}5 \text{ — стратегия лидера;}$$

$$K_{\mathrm{NPM}} \leq 0{,}4 \div 0{,}45 \text{ — стратегия последователя.}$$

6. Коэффициент инновационного роста (K_{IG}). Он определяет устойчивость технологического роста и производственного развития и свидетельствует об опыте предприятия по управлению инновационными проектами. Коэффициент показывает долю средств, выделяемых предприятием на собственные и совместные исследования по разработке новых технологий, обучение и подготовку персонала, связанного с инновациями, хозяйственные договора по проведению маркетинговых исследований, в общем объеме всех инвестиций (в том числе капиталообразующих и портфельных). Он определяется по формуле

$$K_{\mathrm{IG}} = \frac{C_{\mathrm{RP}}}{\mathrm{OI}},$$

где C_{RP} — стоимость научно-исследовательских и учебно-методических инвестиционных проектов (руб.);

OI — общая стоимость прочих инвестиционных расходов (руб.).

При этом

$$K_{\mathrm{IG}} \geq 0{,}55 \div 0{,}6 \text{ — стратегия лидера;}$$
$$K_{\mathrm{IG}} \leq 0{,}5 \div 0{,}55 \text{ — стратегия последователя.}$$

Настоящая система оценки активности внедрения нововведений как исходного этапа формирования стратегии технологического развития позволяет компании анализировать свои текущие инфраструктурные возможности в сфере модернизации еще до начала осуществления инвестиций на основе ряда экономических критериев. Также данный подход позволяет фирме реально оценить свои ресурсы, в соответствии с которыми она изначально может осуществлять правильный выбор дальнейшего направления модернизации и избежать благодаря этому инвестиций в финансово нереализуемые проекты [61].

Затем на этапе планирования можно приступить к поиску путей разработки и способов реализации рассматриваемых предложений о модернизации [61].

Стратегический анализ направлен на решение вопроса о том, к чему компания может стремиться в среде хозяйствования и на какой уровень при прочих благоприятных условиях она сможет выйти для того, чтобы развиваться и эффективно функционировать. Этап планирования стратегии позволяет ответить на вопрос о том, каким наиболее эффективным способом можно достичь поставленной цели и что для этого необходимо сделать. И поскольку к одной и той же цели можно двигаться разными способами, этап планирования стратегии упрощенно можно определить как выбор маршрута движения к необходимому пункту назначения.

По этой причине компании на этапе планирования предстоит определить наиболее эффективные способы разработки нововведений и лишь после этого осуществить поэлементный расчет затрат, которые необходимы для реализации наиболее приемлемых вариантов из рассматриваемых альтернатив. Это позволит определить общий размер инвестиций, которые потребуются для реализации пла-

нируемых к внедрению технологий, и перейти далее к оценке предлагаемого к реализации проекта модернизации и его представлению в форме бизнес-плана.

Глава 3

Экономико-математическая модель мотивации топ-менеджеров компаний

3.1. Теория материальной и нематериальной мотивации топ-менеджеров на основе эталонных функций полезности

3.1.1. Введение в проблему

Одной из наиболее острых проблем, недостаточно проработанных современной экономической наукой, является мотивация топ-менеджеров компаний. Не вызывает сомнений тот факт, что, как бы хорошо ни была продумана инновационная программа компании, ее реализация на практике может быть сорвана из-за недостаточной мотивированности топ-менеджеров данной компании. Отсюда вытекает необходимость в глубокой фундаментальной проработке системы мотивации управленческого персонала, необходимость научно обоснованного подхода к данной проблеме.

В основе современного научного представления о полезности, которую приобретает индивид в условиях неопределенности, лежат фундаментальные понятия, указанные на рис. 25. Обозначения следующие:

W — доход индивида (означающий выигрыш в условиях лотереи или игры);

$U(W)$ — полезность, которую приобретает индивид от данного уровня дохода;

E$[U(W)]$ — ожидаемая полезность, которую приобретет индивид от участия в лотерее или игре;

E$[W]$ — ожидаемый доход, который может получить индивид от участия в лотерее или игре.

Современная экономическая наука, когда определяет оптимум потребителя в условиях неопределенности, следует пути [14, 25]

$$2 \to 3 \to 4.$$

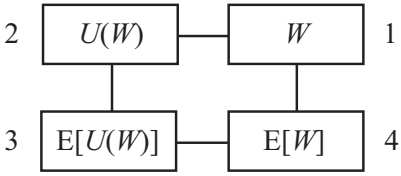


Рис. 25. Фундаментальные понятия о полезности

То есть, отталкиваясь в начале от функции полезности, принято приравнивать ее к функции ожидаемой полезности. Точки, в которых такое равенство соблюдается, определяют *гарантированный эквивалент* лотереи или игры. После того, как он определен, ищется разность между функцией ожидаемой полезности и ожидаемым доходом. Таким образом, определяется, какую часть полезности "недостает" индивиду, чтобы он согласился на участие в лотерее или игре. В результате становится возможным определение *премии за риск*.

Подход, принятый в современной экономической науке, при всей его логичности и последовательности обладает существенным недостатком. На его основе невозможно определить, где в функции полезности индивида заложена материальная (денежная) мотивация, а где — нематериальная (прочие факторы неденежного характера). Вместе с тем данный вопрос имеет первоочередное значение для практики.

С нашей точки зрения, подход к мотивации топ-менеджмента должен носить комплексный, многогранный характер. Прежде всего следует различать материальные и нематериальные факторы мотивации. Для того, чтобы это стало возможно в рамках существующего научного аппарата экономической науки, мы будем следовать следующей логике построения модели:

$$1 \to 2 \to 4 \to 3.$$

Это означает, что, в первую очередь, в рамках нашего исследования мы коснемся вопроса приравнивания функции полезности индивида к доходу, который он получает. Точки, в которых удастся это сделать, покажут, что вся мотивация индивида сводится к день-

гам (и при том известной величины, которая равна W). Другими словами, это точки *материальной мотивации*. Соответственно все остальные точки, в которых существует функция полезности, дают нам картину о влиянии *нематериальной мотивации* и о том, с какой силой это влияние происходит.

Выполнение этапа $1 \to 2$ автоматически влечет за собой выполнение этапа $4 \to 3$. Если полезность и доход индивида совпадают, то отсюда следует и то, что что совпадут их ожидаемые значения, поскольку вероятности для определения ожидаемых полезности и дохода одинаковы. В случае, если проделать данную работу оказывается невозможно, т. е. уравнение $U(W) = W$ вовсе не имеет корней, то это свидетельствует о том, что мотивация данного индивида полностью определяется нематериальными факторами, что должно быть учтено при разработке системы мотивации топ-менеджеров в компании.

3.1.2. Приложение для избранной функции полезности

Проиллюстрируем основную идею предлагаемого нами подхода на примере конкретной функции полезности. В качестве таковой используем функцию полезности, которую приписывал себе выдающийся классик русской литературы Л. Н. Толстой: "...затрачиваемые на удовольствие средства растут как квадрат наслаждения" (письмо от 16.X.1895. Собр. соч. М., 1984. Т. 19. С. 334).

С нашей точки зрения, описываемая Л. Н. Толстым функция полезности выражается аналитически как

$$W = U^2,$$

и поскольку нам привычнее работать с прямой формой записи, а не с обратной, окончательное выражение примет вид

$$U = \sqrt{W}. \tag{1}$$

Слова о том, что "средства растут", с нашей точки зрения, означают монотонный рост функции полезности, что соответствует выражению (1). Если же эти слова воспринимать буквально, мы приходим к дифференциальному уравнению

$$W'_U = U^2.$$

Решая его, находим:

$$W = \frac{U^3}{3} + C, \qquad U^3 = 3W + C,$$
$$U = \sqrt[3]{3W} + C. \tag{2}$$

С экономической точки зрения выражение (2) немногим отличается от (1). Поэтому далее рассматривается выражение (1) как более простое с технической точки зрения.

Будем называть функцию полезности для индивида эталонной в том случае, если полезность для индивида от получаемого им выигрыша в лотерее совпадает с самим выигрышем. Тогда гауссова задача — это максимальное приближение имеющейся функции полезности к эталонной. Самый простой вариант ее решения — рассмотреть уравнение $U(W) = W$ и найти его корни. (Более подробно об этой задаче см. в статье [54].)

Рассмотрим решение гауссовой задачи для функции полезности вида (1). Она приводит нас к уравнению

$$\sqrt{W} = W. \tag{3}$$

Проиллюстрируем решение уравнения (3) графически (рис. 26).

В силу монотонности функций $U = \sqrt{W}$ и $U = W$ их графики имеют единственную ненулевую точку пересечения $(W^*, U^*) = (1; 1)$ (нулевую точку пересечения с координатами $(W^*, U^*) = (0; 0)$ мы запомним, но сейчас она нам не интересна).

Это означает, что *полезность, которую описывает Л. Н. Толстой, можно свести к материальной мотивации лишь в одном единственном случае. Во всех остальных случаях имеет место нематериальная мотивация*, что можно наглядно увидеть на рис. 26.

Посмотрим, как будут проявляться на практике полученные нами выводы на примере игры из Санкт-Петербургского парадокса [35]. Напомним, выигрыши в данной игре пробегают по степеням двойки:

$$\mathbb{W} = \{W_n\}, \qquad W_n = 2^{n-1}, \qquad n = 1, 2, 3, \ldots,$$

где n — количество подбрасываний монеты. Например, игрок загадал “решку” и начал подбрасывать монету. Если первые два раза

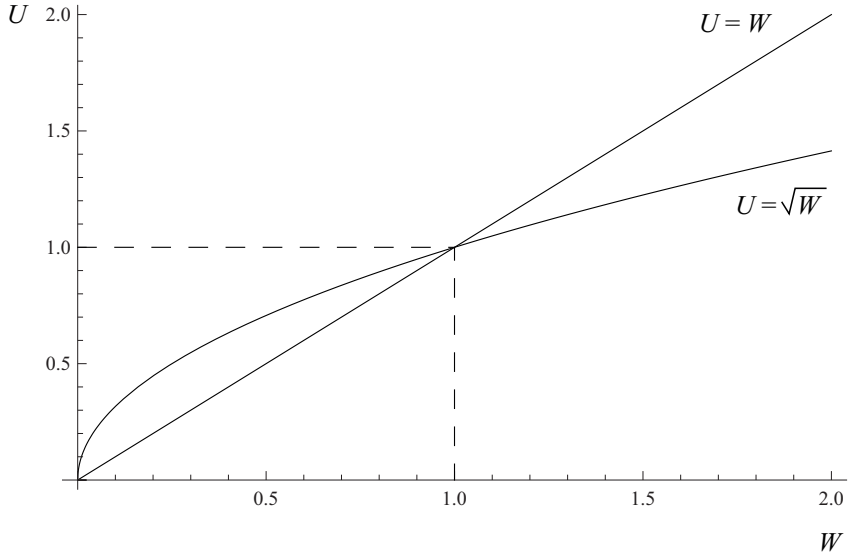


Рис. 26. Графическое решение гауссовой задачи для функции полезности Л. Н. Толстого

выпал “орел”, а на третий — “решка”, считается, что игра закончилась при $n = 3$, тогда выигрыш игрока составляет $2^2 = 4$ рубля. (Чтобы приблизить звучание задачи к современности, будем далее считать, что выигрыш задается не в рублях, а в тысячах рублей.)

Если индивид, который принимает решение о вступлении в игру и определяет при этом, какая ставка для него оптимальная, является инсайдером, то ему известна информация о возможных рисках. В данном случае в роли такой информации выступают вероятности:

$$\mathbb{P} = \{p_n\}, \qquad p_n = 2^{-n}, \qquad n = 1, 2, 3, \ldots.$$

Мы видим, что точка материальной мотивации, которую мы нашли из функции полезности Л. Н. Толстого, входит в множество выигрышей данной игры:

$$W^* \in \mathbb{W},$$

поэтому *имеет смысл рассматривать вопрос о материальной мотивации* игрока применительно к данной игре. Материальная мотивация имеет место при $n = 1$; иными словами, индивид может находиться под действием материальной мотивации в случае, если монетку получится подбросить 1 раз прежде, чем игра закончится. *Если индивид рассчитывает подбросить монетку более 1 раза, это свидетельствует о том, что им движет вовсе не материальный интерес к получению выигрыша, а что-то другое* (любопытство и жажда знаний, потребность в уважении со стороны окружающих и т. д.).

Следует особо отметить, что с учетом построенной нами модели *выигрыш, который получит индивид при $n = 1$, будет в точности соответствовать полученной им полезности.* Например, если выигрыш составляет 1 000 руб., можно оценить полученную индивидом полезность в эту же сумму.

Вместе с тем, как было отмечено ранее, если индивид является инсайдером, он в состоянии оценить и вероятность получения выигрыша. Поэтому, если им движет материальная мотивация, он оценивает

$$\mathrm{E}[W^*] = \frac{1}{2} \cdot 1\,000 = 500 \text{ (руб.)}$$

как величину своего ожидаемого дохода. Таким образом, он оценивает ставку, установленную на уровне 500 руб., как оптимальную за возможность вступления в данную игру.

Соответственно после оценки ожидаемого выигрыша мы можем различать уровень отношения к риску различных игроков, исходя из ставок, на которые они соглашаются (обозначим ставку как S):

$0 \le S < 500$ — консервативный инвестор;
$S = 500$ — нейтральный к риску инвестор;
$500 < S \le 1\,000$ — агрессивный инвестор;
$S > 1\,000$ — нерациональное поведение (если мотивация материальная), либо нематериальная мотивация.

3.1.3. Модель жадного аутсайдера

В предыдущем примере мы использовали функцию полезности для выявления точек, где наиболее сильна материальная мотивация индивида. Данные точки несут наиболее достоверную информацию о полезности для индивида, если оценивать ее в денежном выражении. Что касается вероятностей, то они выступали в роли весов, оценивающих шансы на удачу или неудачу в получении выигрыша.

Однако следует заметить, что далеко не во всех случаях индивид является *инсайдером*, т. е. располагает необходимой информацией о рисках вступления в игру и может воспользоваться этой информацией с пользой для себя. Как показывает практика, случаи, когда игроки рынка выступают в роли инсайдеров, достаточно редки. Поэтому представляет интерес рассмотрение случаев, когда индивид выступает в роли *аутсайдера*, не обладающего значительной частью информации, необходимой для принятия решения о вступлении в игру.

Существующие в настоящее время подходы рассматривают аутсайдера как подражателя инсайдеру. В некоторых работах предлагается рассматривать данное утверждение как аксиому, вследствие чего вводятся функции полезности для аутсайдеров как вторичные относительно функций полезности для инсайдеров [46]. С нашей точки зрения, данный подход представляется преждевременным; далее мы предполагаем у аутсайдеров существование самостоятельной функции полезности (пусть она останется такой же, как и в предыдущем примере).

С нашей точки зрения, основное отличие аутсайдера от инсайдера состоит в отсутствии у первого *необходимой информации* — в нашем примере информации о рисках вступления в игру, вероятностях. Поэтому, не имея данной информации, аутсайдер начнет заменять ее на *суррогатную информацию*, являющуюся искусственным заменителем подлинной. В нашем примере это будет означать замену вероятностей, выступающих в роли весов оценки рисков, на другие "веса". В настоящей работе мы рассмотрим феномен *жадного аутсайдера* как наиболее часто встречающийся на практике.

Для категории жадного аутсайдера характерно использование показателя

$$w_n = \frac{W_n}{\sum\limits_{i=0}^{n} W_i}, \qquad W_0 = 0, \qquad n = 1, 2, 3, \ldots, \tag{4}$$

который будем далее называть "весами жадности". Смысл их состоит в том, что они оценивают долю, которую занимает данный выигрыш в составе общего кумулятивного выигрыша, накопленного от предыдущих ходов. Применение данного показателя вместо вероятностей означает, что индивид перестает оценивать разумные риски вступления в игру, все свое внимание сосредоточивая на максимизации выигрыша: где выигрыш больше, там он и пожелает играть и сделать ставки. В нашем примере

$$w_1 = \frac{W_1}{W_0 + W_1} = \frac{1\,000}{0 + 1\,000} = 1,$$

откуда ожидаемый выигрыш жадного аутсайдера составляет

$$\mathrm{E}[W] = 1 \cdot 1\,000 = 1\,000 \text{ (руб.)}.$$

Мы видим, что в оценках жадного аутсайдера происходит сдвиг относительно инсайдера, что соответствует существующим представлениям о потребительских особенностях аутсайдеров [46].

Подытожим в табл. 3 наши рассуждения об особенностях психологии инсайдеров и аутсайдеров на примере игры из Санкт-Петербургского парадокса.

Сравнивая два последних столбца табл. 3, мы можем наглядно увидеть, в чем состоит отличие психологий инсайдера и жадного аутсайдера.

С точки зрения инсайдера, игра из Санкт-Петербургского парадокса имеет разумную ставку, на которую следует согласиться, — 500 руб. Исходя из этого, оценки "консервативный инвестор" и "агрессивный инвестор" в глазах инсайдера распределены поровну (2 против 2). Иными словами, *инсайдер видит разумные риски возможного вступления в игру.*

С точки зрения жадного аутсайдера, описанная игра вообще не имеет рисков как таковых. Отсюда и перекос в проставляемых жадным аутсайдером оценках "консервативный инвестор" и "агрессивный инвестор" (4 против 0), который бросается в глаза наблюдателю

Таблица 3

Особенности психологии инсайдеров и аутсайдеров

Количество подбрасываний монеты (n), планируемое индивидом	*Характер мотивации индивида*	*Ставка S, которую делает индивид (руб.)*	*Психология индивида по его отношению к риску*	
			по меркам инсайдера	*по меркам жадного аутсайдера*
$n = 0$	Материальная	$S = 0$	консервативный инвестор	консервативный инвестор
$n = 1$	Материальная	$0 < S < 500$	консервативный инвестор	консервативный инвестор
		$S = 500$	нейтральный к риску инвестор	консервативный инвестор
		$500 < S < 1\,000$	агрессивный инвестор	консервативный инвестор
		$S = 1\,000$	агрессивный инвестор	нейтральный к риску инвестор
		$S > 1\,000$	нерациональное поведение	нерациональное поведение
$n > 1$	Нематериальная	Определенно сказать нельзя		

со стороны. Здесь мы являемся свидетелями того, как денежная мотивация пересиливает разумную оценку игры. *Жадный аутсайдер не видит рисков от возможного вступления в игру*, он видит только обещанные выигрыши и как бы "ослеплен" ими. Топ-менеджеры, психология которых соответствует жадному аутсайдеру, вне всякого сомнения представляют большую опасность для компании, в которой они работают.

В заключение данного параграфа отметим, что приведенная в нашей модели игра является символом лотереи, либо случайного процесса. В качестве такового может рассматриваться, к примеру, инвестирование на фондовом рынке. Вместе с тем наибольший интерес для дальнейшего рассмотрения представляет процесс реализации инвестиционных и инновационных проектов в компании.

3.2. Задача на достоверное представление информации о полезности для индивида в случае неэталонной функции полезности

3.2.1. Модель приведения нематериальной мотивации к материальной

Рассмотрим, каким образом следует подойти к стоимостной оценке мотивации индивида, если имеет место сильное действие факторов нематериальной мотивации.

Для этого исследуем произвольную функцию полезности $U(W)$, полагая ее непрерывно дифференцируемой, сопоставив ее с эталонной функцией полезности $U(W) = W$. Наша цель — минимизировать расстояние от произвольной $U(W)$ до эталонной $U(W) = W$; полагая метрику аналогичной метрике эвклидового пространства, мы приходим в итоге к задаче:

$$\sqrt{[U(W)]^2 + W^2} \to \min. \tag{5}$$

Продифференцируем целевую функцию по W:

$$\left(\sqrt{[U(W)]^2 + W^2}\right)'_W = \frac{U(W)U'(W) + W}{\sqrt{[U(W)]^2 + W^2}}.$$

Проверяем необходимое условие экстремума (достаточное пока проверять не будем):

$$\frac{U(W)U'(W)+W}{\sqrt{[U(W)]^2+W^2}}=0, \qquad \begin{cases} U(W)U'(W)+W=0, \\ \sqrt{[U(W)]^2+W^2}\neq 0, \end{cases}$$

$$\begin{cases} U'(W)=-\dfrac{W}{U(W)}, \quad U(W)\neq 0, \\ |U(W)|+|W|\neq 0. \end{cases}$$

Решаем полученное дифференциальное уравнение:

$$U'(W)=-\frac{W}{U(W)}, \qquad U(W)\,dU(W)=-W\,dW,$$

$$\frac{[U(W)]^2}{2}=-\frac{W^2}{2}+C, \qquad [U(W)]^2=-W^2+C,$$

$$\boxed{[U(W)]^2+W^2=C, \qquad U(W)\neq 0, \qquad W\neq 0}. \tag{6}$$

Полученные выражения (6) описывают семейство окружностей в функциональном пространстве. Каждая из окружностей имеет центр в начале координат, а также выколотые точки, в которых полезность и доход обращаются в ноль. Данные окружности различаются радиусом, длина которого для каждой из них составляет $\sqrt{C}$, где C — различные константы. В дальнейшем мы убедимся, что константы C отражают различный *уровень мотивации индивида*.

К сожалению, объекты функционального пространства невозможно представить в наглядном графическом виде. Теперь становится понятно, почему некоторые экономисты-гуманитарии столкнулись со столь серьезными трудностями при изучении феномена нематериальной мотивации. Об этом говорит, к примеру, название одной из статей: “Поле чудес” нематериальной мотивации” [75].

Для удобства дальнейших рассуждений перепишем последние выражения (6) в виде:

$$|U(W)|=\sqrt{C-W^2}, \qquad U(W)\neq 0, \qquad W\neq 0. \tag{7}$$

Рассмотрим, какой конкретный вид примут выражения (7) для избранной функции полезности, которую мы изучали ранее, — функции полезности Л. Н. Толстого $U(W) = \sqrt{W}$. Поскольку рассматривается участок $W > 0$, для случая $C = 4$ на рис. 27 получаем, что

$$\sqrt{W} = \sqrt{4 - W^2}, \qquad W = 4 - W^2.$$

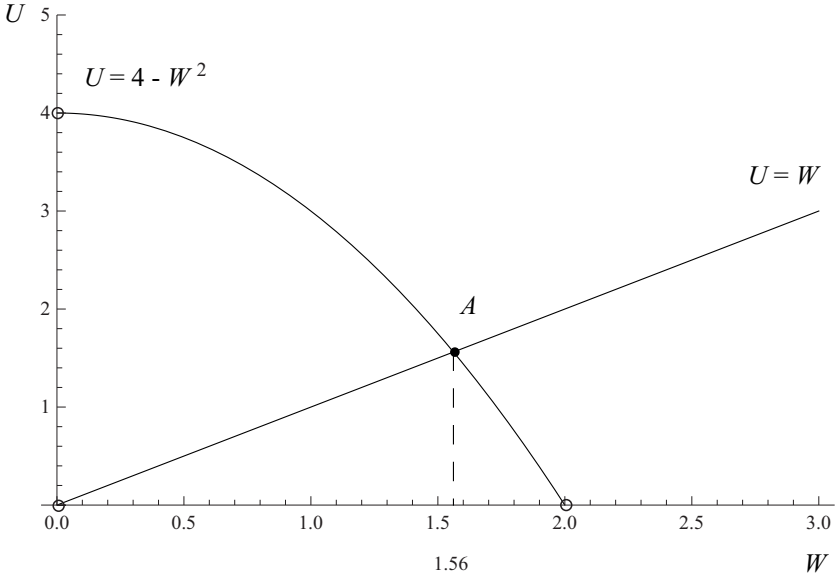


Рис. 27. Функции полезности и дохода для случая $C = 4$

На рис. 27 изображен соответствующий график для случая $C = 4$, что соответствует окружности в функциональном пространстве радиуса 2. Точки, где полезность и доход обращаются в ноль, выколоты.

Графики функций $U(W) = 4 - W^2$ и $U(W) = W$ пересекаются на рис. 27 в точке A, координата которой по оси абсцисс находится как

$$4 - W^2 = W, \qquad W^2 + W - 4 = 0, \qquad W^* = \frac{-1 + \sqrt{17}}{2} \approx 1{,}56,$$

поскольку нас интересуют только положительные значения дохода.

Теперь изменим константу C и рассмотрим на рис. 28 окружность в функциональном пространстве с радиусом 3, т. е. $C = 9$.

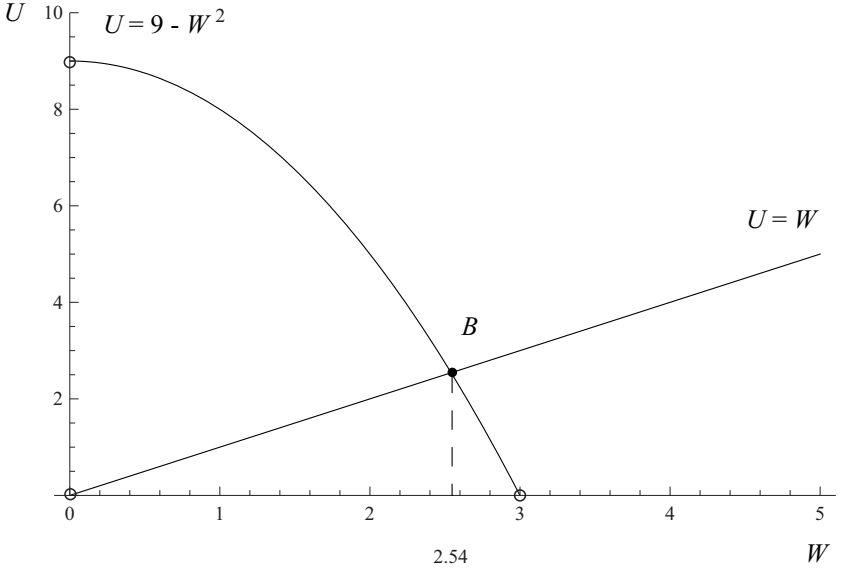


Рис. 28. Функции полезности и дохода для случая $C = 9$

Теперь на рис. 28 координата точки B по оси абсцисс, где графики пересекаются, находится как

$$9 - W^2 = W, \qquad W^2 + W - 9 = 0, \qquad W^* = \frac{-1 + \sqrt{37}}{2} \approx 2{,}54.$$

Таким образом, для произвольного C искомая точка, несущая достоверную информацию о полезности для индивида в стоимостном выражении с учетом факторов нематериальной мотивации, определяется по формуле

$$W^* = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4C}}{2}.$$

В результате можно подобрать оптимальную точку для каждого уровня заработка индивида, чтобы на ее основе определить справедливую премию.

Аналогичным способом можно определять оптимальные точки в случаях, когда индивид обладает другой функцией полезности, не совпадающей с функцией полезности Л. Н. Толстого. Покажем это на примере экспоненциальной функции полезности $U(W) = \mathrm{e}^W$. Поскольку данная функция снова определяется на участке $W > 0$, имеем

$$\mathrm{e}^W = \sqrt{C - W^2}. \tag{8}$$

Определенная трудность состоит в том, что в выражении (8) ни в одной из частей нет эталонной функции полезности $U(W) = W$. Эту проблему можно решить искусственно, например, добавив в обе части выражения (8) эталонную функцию полезности и получив в итоге:

$$\mathrm{e}^W + W = \sqrt{C - W^2} + W,$$

$$W = \sqrt{C - W^2} + W - \mathrm{e}^W. \tag{9}$$

Далее для определения оптимальной точки можно решать уравнение (8) или (9), иллюстрируя результаты графически. Более информативным будет графическое представление случая (9), поскольку оно покажет, где "примиряются" друг с другом материальная и нематериальная мотивации. Однако мы покажем графическое решение на рис. 29 для случая (8) — просто потому, что это технически проще.

На рис. 29 точка, обозначающая достоверную передачу информации о полезности в стоимостном выражении для индивида, если функция полезности экспоненциальная и $C = 4$, обозначена как D. Ее координата по оси абсцисс может быть найдена, например, методом линейной интерполяции и равна примерно 0,639106.

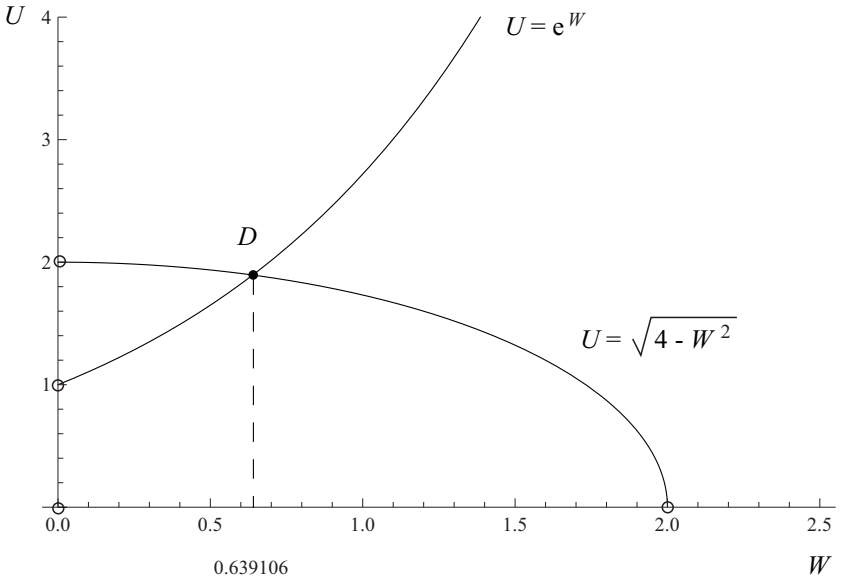


Рис. 29. Функции полезности для случая $C = 4$

3.2.2. Предварительные выводы

Выводы из наших рассуждений очевидны.

Переход от одной окружности к другой в функциональном пространстве эквивалентен переходу от одной точки к другой в пространстве функций полезности, определяющих мотивацию.

Если называть рассмотренное нами функциональное пространство как *высшее пространство мотивации*, а пространство функций полезности, которое заключается в моделях современной экономической науки, называть как *элементарное пространство мотивации*, то можно заключить следующее.

Окружности в высшем пространстве мотивации, которые описывают оптимальное соотношение между материальной и нематериальной мотивациями, в элементарном пространстве мотивации видны как точки.

Достаточно условно описанное выше утверждение можно изобразить графически на рис. 30 и 31.

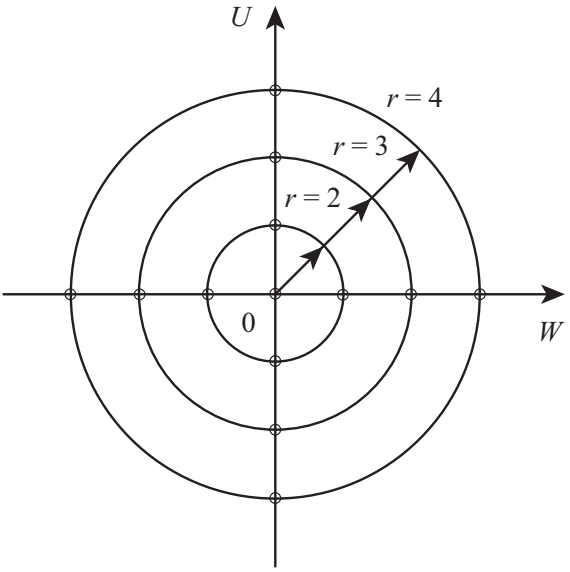


Рис. 30. Окружности в высшем пространстве мотивации

На рис. 30 и 31 представлено условное соотношение между движением по окружностям в функциональном пространстве (рис. 30) и движением по точкам в пространстве функции полезности (рис. 31), если под последней понимать функцию полезности Л. Н. Толстого $U(W) = \sqrt{W}$.

Вместе с тем, как уже было отмечено ранее, объекты функционального пространства невозможно изобразить в наглядном графи-

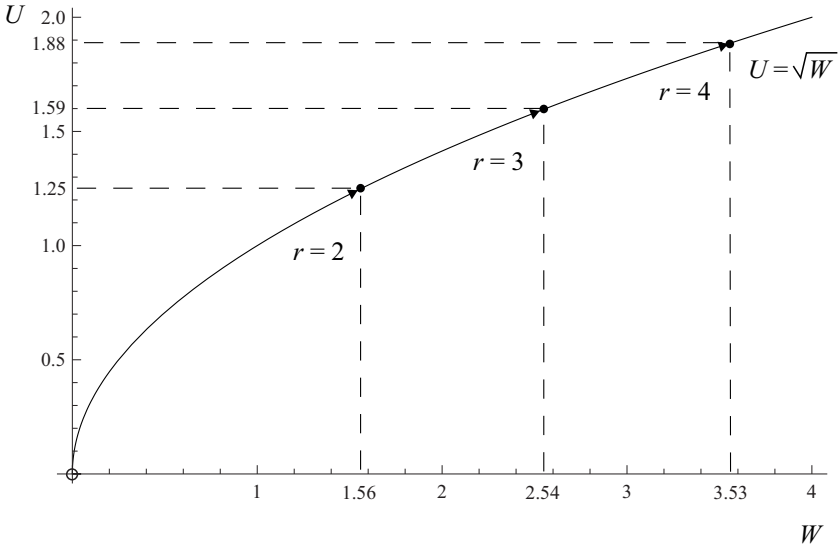


Рис. 31. Точки в элементарном пространстве мотивации

ческом виде. Поэтому представленная на рис. 30 иллюстрация является лишь условным примером, призванным помочь читателю хотя бы в общих чертах понять наши рассуждения.

Также следует отметить немаловажное обстоятельство. Если значение константы C фиксировано в рамках рассматриваемой задачи, то существование оптимальной точки мотивации гарантировано при неограниченности $U(W)$, а также при выполнении условия $U'(W) > 0$ на всей области определения $U(W)$ (рис. 32). (Ранее мы также оговаривались, что $U(W)$ непрерывно дифференцируема.) В случае ограниченности $U(W)$ может и не оказаться оптимальной точки мотивации (рис. 33 и 34). Единственность данной точки гарантируется соблюдением условия $U'(W) > 0$. В случае, если $U(W)$ имеет участки возрастания и убывания, возможна множественность точек оптимальной мотивации (рис. 35). Если же C можно менять, то оптимальная точка мотивации найдется всегда (рис. 36).

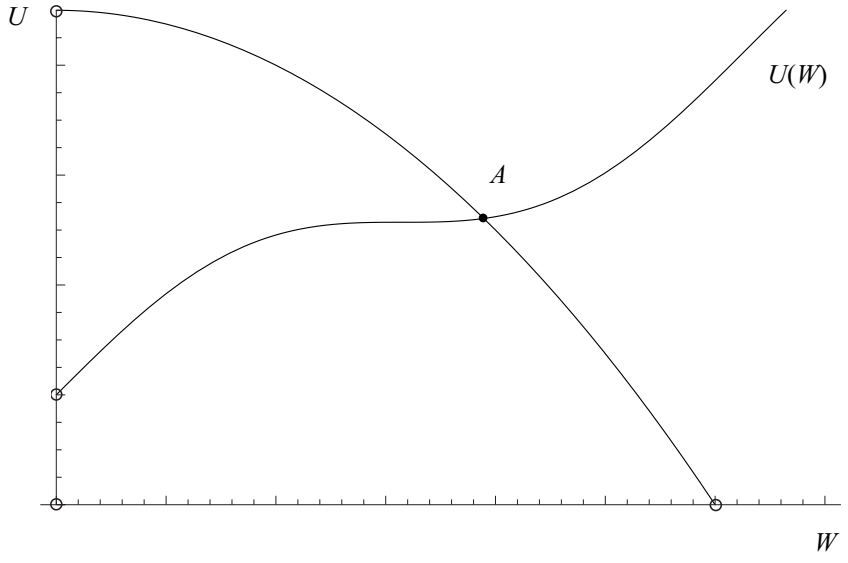


Рис. 32. Рост неограниченной функции полезности

3.2.3. Оценка погрешности модели

Вместе с тем задача о предоставлении достоверной информации о полезности для индивида в стоимостном выражении не может считаться решенной, если не рассмотрен вопрос о погрешности такой оценки. В нашем случае такой вопрос особенно важен, поскольку в вычислениях, определяющих оптимальные точки мотивации, мы пользуемся двумя различными метриками полезности. С одной стороны, в эвклидовом пространстве, которому соответствует элементарное пространство мотивации, корректно определять расстояние между двумя функциями по формуле

$$\rho_1 = |f(x) - g(x)|. \tag{10}$$

К примеру, сравнение функции полезности Л. Н. Толстого и эталонной функции полезности описывается как

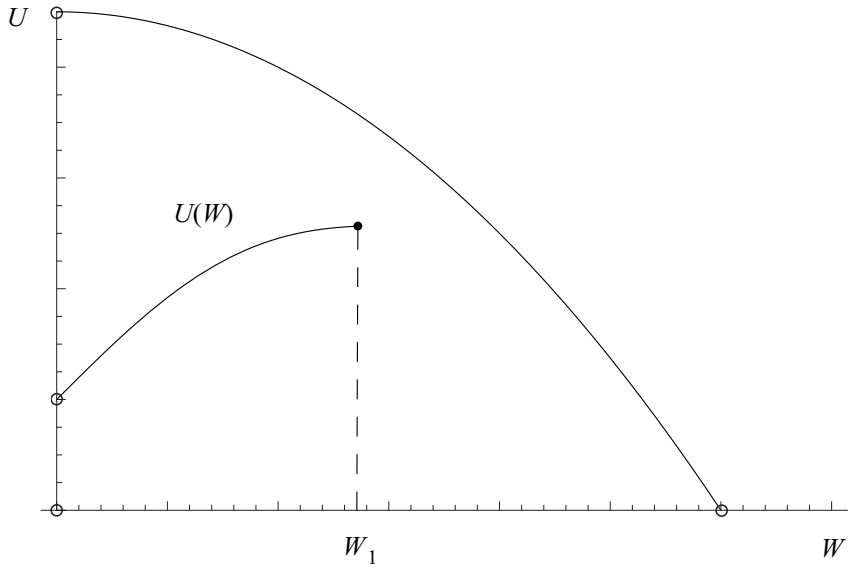


Рис. 33. Рост ограниченной функции полезности

$$\rho_1 = \left|\sqrt{x} - x\right|.$$

При $x = 100$, например, расстояние от функции полезности Л. Н. Толстого до эталонной равно $\left|\sqrt{100} - 100\right| = 90$, что легко проверить по графикам этих функций.

С другой стороны, мы пользуемся метрикой, относящейся к функциональному пространству, соответствующему высшему пространству мотивации:

$$\rho_2 = \sqrt{[f(x)]^2 + [g(x)]^2}. \tag{11}$$

Для сравнения функции полезности Л. Н. Толстого с эталонной метрика имеет вид

$$\rho_2 = \sqrt{(\sqrt{x})^2 + x^2} = \sqrt{x + x^2}.$$

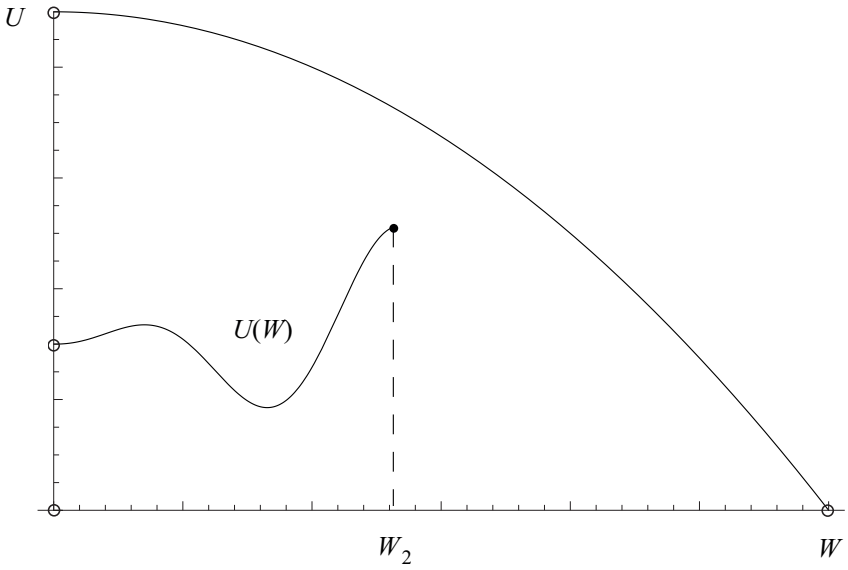


Рис. 34. Цикл ограниченной функции полезности

При $x = 100$ результат будет несколько отличаться от предыдущего: $\sqrt{100 + 100^2} = \sqrt{10\,100} \approx 100{,}5$. Разница в результатах приблизительно составляет $100{,}5 - 90 = 10{,}5$. Возникает естественный вопрос: насколько может быть большой указанная погрешность и как это повлияет на итоговые результаты?

Ответ на данный вопрос дает следующая теорема.

Теорема. *При использовании метрики (11) пространства высокого порядка мотивации с последующим истолкованием результатов в элементарном пространстве мотивации с метрикой (10) возникает содержательная погрешность, которая стабилизируется, если рассматриваемые функции взаимно обратные, и достигает минимума, если относительные скорости роста этих функций по модулю равны.*

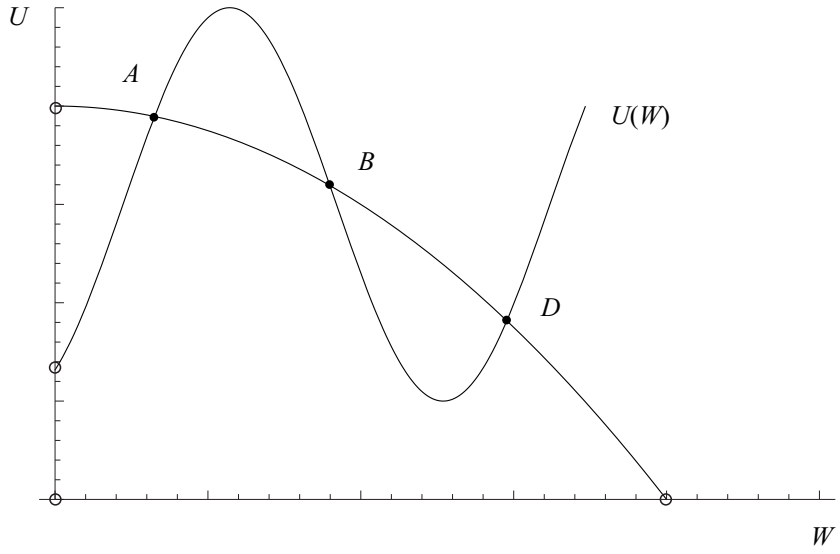


Рис. 35. Цикл неограниченной функции полезности

Доказательство

(а) Прежде всего нам нужно вывести формулу, описывающую искомую содержательную погрешность. Для этого перепишем выражение (10) в следующем виде:

$$\rho_1 = |f(x) - g(x)| = \sqrt{[f(x) - g(x)]^2} = \\ = \sqrt{[f(x)]^2 - 2f(x)g(x) + [g(x)]^2}.$$

Теперь становится понятно, что формулы (10) и (11) отличаются на величину, которая представляет собой *содержательную погрешность* и которую мы обозначим как

$$\delta(x) = -2f(x)g(x). \tag{12}$$

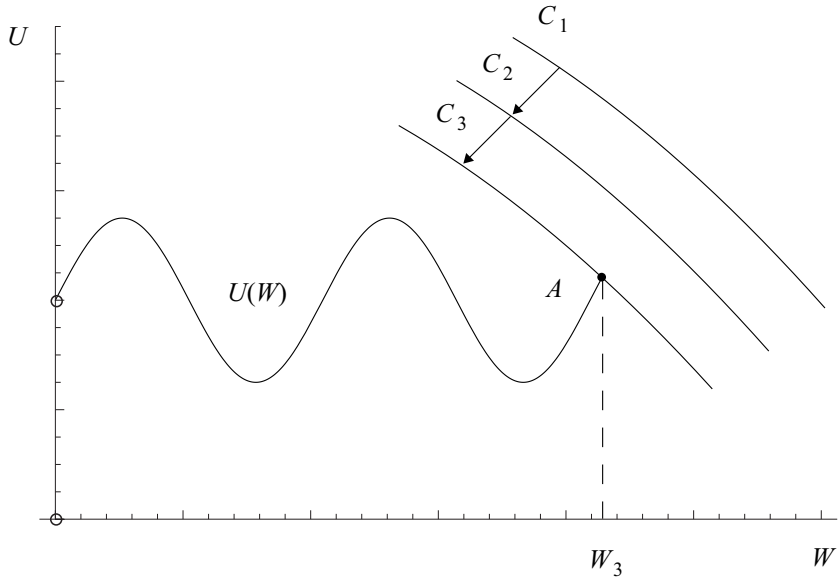


Рис. 36. Цикл неограниченной функции полезности при изменении константы C

(b) Из формулы (12) следует, что если $f(x)$ и $g(x)$ — взаимно обратные функции, содержательная погрешность стабилизируется на определенном уровне

$$\delta(x) = -2 \cdot 1 = -2.$$

(c) Поставим целью минимизировать содержательную погрешность. Имеем задачу:

$$\delta(x) \to \min .$$

Используем технику дифференцирования:

$$\delta'(x) = 0, \qquad -2[f(x)g(x)]'_x = 0,$$
$$f'(x)g(x) + f(x)g'(x) = 0, \qquad f'(x)g(x) = -f(x)g'(x).$$

В итоге получаем:

$$\frac{f'(x)}{f(x)} = -\frac{g'(x)}{g(x)}, \tag{13}$$

что и требовалось доказать.

Выражение (13) можно записать короче, учитывая то, что относительная скорость роста функции представляет собой логарифмическую производную:

$$(\ln|f(x)|)' = -(\ln|g(x)|)'. \tag{14}$$

Рассмотрим пример применения описанной выше теоремы. Для функции полезности Л. Н. Толстого и эталонной функции полезности содержательная погрешность равна

$$\delta(x) = -2 \cdot \sqrt{x} \cdot x = -2x^{\frac{3}{2}}.$$

К сожалению, погрешность невозможно стабилизировать на определенном уровне. В таком случае поставим целью минимизировать погрешность:

$$\delta'(x) = -3x^{\frac{1}{2}} = 0, \qquad x = 0.$$

Вместе с тем, когда мы оценивали погрешность расчетов для функции полезности Л. Н. Толстого, мы оценивали не содержательную погрешность $\delta(x)$. Мы рассчитывали погрешность другого рода, которую обозначим как

$$\alpha(x) = \rho_1 - \rho_2. \tag{15}$$

Погрешность $\alpha(x)$ будем называть *оценочной*. Выясним, какова связь между оценочной погрешностью и содержательной.

$$\rho_1 = \sqrt{[f(x)]^2 + [g(x)]^2 + \delta(x)}, \qquad \rho_2 = \sqrt{[f(x)]^2 + [g(x)]^2},$$
$$\rho_1^2 = [f(x)]^2 + [g(x)]^2 + \delta(x), \qquad \rho_2^2 = [f(x)]^2 + [g(x)]^2,$$

откуда получаем, что

$$\rho_1^2 = \rho_2^2 + \delta(x), \qquad \delta(x) = \rho_1^2 - \rho_2^2 = (\rho_1 + \rho_2)(\rho_1 - \rho_2).$$

Последняя скобка представляет собой оценочную погрешность, т. е. $\alpha(x)$. Таким образом,

$$\boxed{\alpha(x) = \frac{\delta(x)}{\rho_1 + \rho_2}}. \tag{16}$$

В полной форме записи выражение (16) имеет вид

$$\alpha(x) = \frac{-2f(x)g(x)}{|f(x) - g(x)| + \sqrt{[f(x)]^2 + [g(x)]^2}}. \tag{17}$$

Поскольку основой для сравнения у нас выступает эталонная функция полезности $g(x) = x$, получаем, что

$$\boxed{\alpha(x) = \frac{-2xf(x)}{|f(x) - x| + \sqrt{[f(x)]^2 + x^2}}}. \tag{18}$$

Таким образом, мы дали окончательный ответ на вопрос, чему равна погрешность применения метрики высшего пространства мотивации. Формула (18) должна стать основой для определения *резервного фонда мотивации*. С его помощью собственник компании сможет застраховать себя от опасности того, что топ-менеджер компании мотивирован недостаточно. Например, возвращаясь к функции полезности Л. Н. Толстого, мы можем заключить, что при $f(x) = \sqrt{x}$ и $x = 100$ необходимо устанавливать резервный фонд мотивации в размере

$$\mathrm{RF} = -\alpha(x) = \frac{2 \cdot 100 \cdot 10}{90 + 100{,}5} = 10{,}5.$$

В итоге, введя понятие резервного фонда мотивации, выполняющего *страховую функцию*, мы добились того, что на результаты наших вычислений больше не влияет никакая погрешность кроме погрешности округления.

3.3. Обсуждение результатов

Мы нашли ответы на два принципиально важных вопроса:

1. *Можно ли смоделировать нематериальную мотивацию индивида и сравнить ее с материальной?*

Да, безусловно, такое моделирование возможно и оно не требует введения принципиально новых научных понятий. Достаточно отталкиваться от уже существующих графиков полезности, которые проходят проверку на правдоподобность. Например, можно продемонстрировать действие нематериальной мотивации наглядно, используя простейшую функцию полезности $U = \sqrt{W}$ (рис. 37).

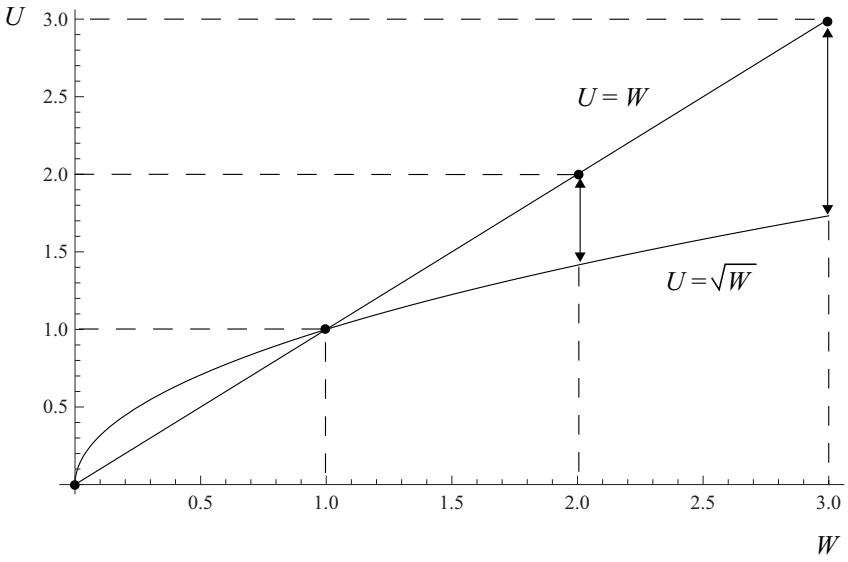


Рис. 37. Простейший случай сравнения нематериальной мотивации с материальной

Если в точке $W = 1$ полезность для индивида имеет денежное выражение и сама при этом единичная, то при $W = 3$ полезность,

получаемая индивидом, существенно ниже 3. Это простейший и вместе с тем весьма правдоподобный графический пример, который показывает, почему топ-менеджер может перестать быть "другом" компании и провалить ее инновационную программу, — несмотря на то, что получает за свой труд вознаграждение.

2. *Можно ли приводить нематериальную мотивацию индивида к материальной (пусть и делая это с определенной погрешностью)?*

Здравый смысл подсказывает, что нельзя. Факторы нематериальной мотивации потому и носят такое название, что определяются нематериальной составляющей. Здесь могут участвовать самые различные факторы. В их числе карьерный рост, смена направления профессиональной деятельности, фактор престижа и другие факторы, которые рассматриваются с точки зрения психологии как побуждающие мотивы деятельности топ-менеджера, однако не связаны напрямую с его денежным вознаграждением за участие в проекте [55]. Однако оговорка, указанная в скобках, — приведение можно осуществить с определенной погрешностью, — принципиально меняет суть дела. Действительно, с определенной погрешностью данную процедуру можно осуществить. В частности, на рис. 37 можно заметить разницу между функциями полезности $U = \sqrt{W}$ и $U = W$, обозначенную стрелками. Естественным образом возникает мысль о том, чтобы покрыть имеющуюся разницу премией (или другой доплатой к заработку).

Описанный подход предполагает измерение расстояния между функциями по модулю их разности. Несмотря на то, что он прост для понимания и правдоподобен для эвклидова пространства, он оказывается весьма неудобен на практике. При достаточно больших W разница может оказаться настолько существенной, что это может негативно сказаться на общем бюджете средств компании.

Попытка минимизировать указанную разницу как модуль разности функций успеха не приносит. Особенность результата, полученного нами, состоит в том, что обозначенную проблему можно снять, если измерять расстояние между функциями по-другому. Введенная нами метрика переводит решение в особое пространство — функциональное, каждая точка которого есть определенная функция полез-

ности. В этом пространстве задача имеет решение, и им оказывается окружность с центром в начале координат.

Особенность результата, полученного нами, состоит в том, что когда функция полезности $U = \sqrt{W}$ пересекается с параболой $U = 4 - W^2$ (при этом $U(W) \neq 0$ и $W \neq 0$) (рис. 38), точка их пересечения превращается в функциональном пространстве в окружность с радиусом 2. По определению окружность есть геометрическое место точек, равноудаленное от своего центра (в нашем случае от 0). Следовательно, в точке A функции $U = \sqrt{W}$ и $U = W$ равноудалены от функции полезности $U = 0$. Таким образом, мы рассмотрели простейший случай приведения нематериальной мотивации к материальной. В общем случае фирме остается лишь выбрать радиус удаления, исходя из имеющихся финансовых возможностей.

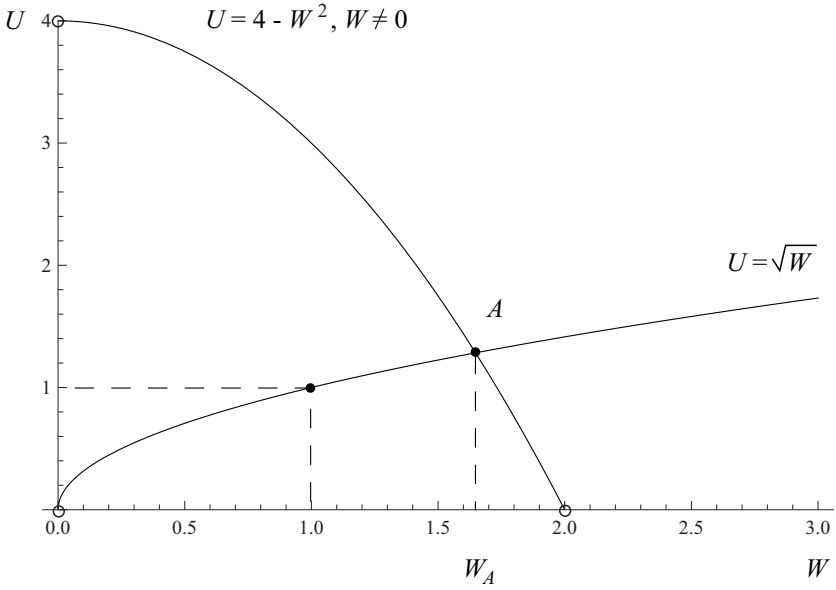


Рис. 38. Простейший случай приведения нематериальной мотивации к материальной

Глава 4

Применение модели мотивации топ-менеджеров компаний в инноватике

4.1. Постановка задачи

Рассмотрим деятельность произвольной компании. Пусть в ней имеется фонд оплаты труда работников (WF). Из этого фонда определенная часть отчисляется в премиальный фонд (PWF). Обозначим часть, которая уходит в премиальный фонд, как τ.

В результате инновационной деятельности, активно ведущейся на предприятии, в ближайшее время планируется осуществить инновационный проект. Он принесет ожидаемый эффект, который в стоимостном выражении составит величину NPV. Вполне логично предположить, что какая-то часть NPV попадет далее в фонд оплаты труда предприятия. Обозначим эту часть как γ.

Вместе с тем управление инновационным проектом требует особых профессиональных навыков и знаний. Чтобы гарантировать успех, руководство предприятия нанимает для управления проектом специально приглашенного топ-менеджера. В случае успешного завершения работ над проектом топ-менеджеру обещано вознаграждение, величина которого берется в процентах от NPV. Обозначим эту величину как ε.

Ставится вопрос о том, как определить на основании исходных данных, является ли система мотивации топ-менеджера на предприятии эффективной, и если нет, то как ее можно улучшить.

Для ответа на поставленный вопрос полезно проделать следующую цепочку вычислений:

$$\begin{gathered}
\mathrm{WF}\cdot\tau=\mathrm{PWF},\qquad \mathrm{WF}_1=\mathrm{WF}_0+\Delta\mathrm{WF},\\
\mathrm{PWF}_1=\mathrm{PWF}_0+\Delta\mathrm{PWF}=\mathrm{PWF}_0+\Delta\mathrm{WF}\cdot\tau,\\
\Delta\mathrm{WF}=\mathrm{NPV}\cdot\gamma,\qquad \mathrm{WF}_1=\mathrm{WF}_0+\mathrm{NPV}\cdot\gamma,\\
\boxed{\mathrm{PWF}_1=\mathrm{PWF}_0+\mathrm{NPV}\cdot\tau\cdot\gamma}\,. \qquad (19)
\end{gathered}$$

С нашей точки зрения, уравнение (19) представляется наиболее фундаментальным для анализа. Будем называть его *уравнением мотивационных ресурсов компании*. Очевидно, что в данном случае речь идет о материальной мотивации.

В общем смысле показатели PWF_0 и PWF_1 означают соответственно начальное и конечное значение премиального фонда. Однако в нашей конкретной задаче показатель PWF_0 означает имеющийся в распоряжении предприятия премиальный фонд на данный момент времени, в то время как PWF_1 — это размер премиального фонда, который будет находиться в распоряжении предприятия в случае удачного завершения инновационного проекта.

По смыслу решаемой задачи следует принять PWF_0, τ и γ за постоянные величины. Это реалистичное предположение, поскольку нанимаемый для управления инновационным проектом топ-менеджер никак не может повлиять на размер премиального фонда, который к тому времени был на предприятии. Также он не может влиять на принятые предприятием порядки распределения денежных потоков. У нанимаемого топ-менеджера есть только одна принципиальная задача — добиться успешного завершения работ над инновационным проектом. В зависимости от успешности управления на выходе получаются большие или меньшие значения NPV. Поэтому NPV в нашей задаче — переменная величина.

Таким образом, в уточненном виде уравнение (19) можно представить как

$$\mathrm{PWF}_1 = \overline{\mathrm{PWF}}_0 + \mathrm{NPV} \cdot \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}.$$

Чтобы применить рассмотренную нами ранее экономико-математическую модель мотивации топ-менеджеров, примем следующие обозначения. Произведение $\bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$ обозначим как $\bar{p}$, в то время как "премиальные деньги" будем обозначать как W, т. е. символом дохода индивида из нашей экономико-математической модели. В итоге получаем, что

$$\boxed{W = \overline{W}_0 + \mathrm{NPV} \cdot \bar{p}}. \tag{20}$$

На основе формулы (20) можно представить *линию мотивационных ресурсов компании* — наглядную графическую модель мотивационных возможностей (рис. 39).

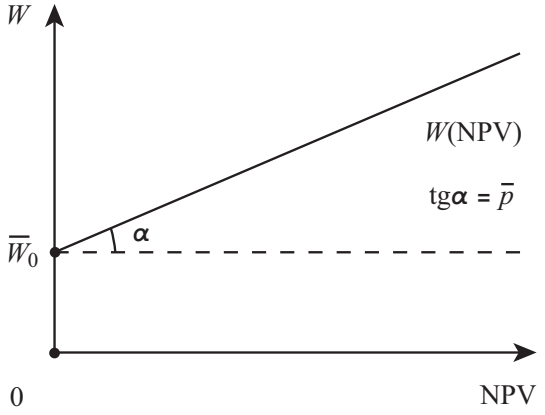


Рис. 39. Линия мотивационных ресурсов компании

4.2. Применение модели для эталонной функции полезности

Чтобы ответить на поставленный в самом начале вопрос о том, является ли принятая на предприятии система мотивации эффективной, нам необходимо четко определить, какой смысл вкладывается в понятие эффективной системы мотивации.

Определение 1. *Система мотивации является эффективной, если ее принятие в рамках данной компании делает топ-менеджера "другом" компании, т. е. его мотивационные предпочтения (ожидания) совпадают с мотивационными возможностями компании.*

Таким образом, мы исходим из того, что эффективная система мотивации — это явление локальное, относительное, имеющее дей-

ствие в рамках данной компании с учетом ее традиций, внутрифирменной культуры и т. д. Говорить об эффективной системе мотивации "вообще" представляется некорректной постановкой задачи.

Вернемся к рассматриваемой изначально системе мотивации на предприятии. Моделью мотивационных возможностей в этом случае, как мы уже выяснили, является соответствующая линия в системе координат (NPV, W). С другой стороны, изучавшаяся нами ранее экономико-математическая модель мотивации топ-менеджеров строилась на основе функций полезности в системе координат (W, U). Возникает вполне логичная мысль о переходе от системы координат (NPV, W) к другой системе координат (NPV, U). Именно таким способом и можно прийти к ответу на поставленный вопрос об эффективности системы мотивации на предприятии: $(W, U) \rightarrow$ $\rightarrow (\mathrm{NPV}, W) \rightarrow (\mathrm{NPV}, U)$.

Определение 2. *Если линия мотивационных возможностей компании имеет пересечение с линией, обозначающей полезность для топ-менеджера в зависимости от получаемого им дохода, точка, где достигается данное пересечение, называется точкой мотивационного оптимума. Это соответствует эффективной системе мотивации в данной компании. Отсутствие такой точки означает неэффективность системы мотивации.*

Таким образом, далее нам предстоит ответить на следующие вопросы:

1. Достаточно ли вознаграждение в размере $\varepsilon\%$ от NPV для того, чтобы существовала точка мотивационного оптимума?

2. Если ответ на предыдущий вопрос будет отрицательным, каким образом в разрешении проблемы мог бы помочь премиальный фонд?

Для ответов на данные вопросы необходима информация о мотивационных предпочтениях (ожиданиях) топ-менеджера. Мы начнем со случая, когда топ-менеджер обладает эталонными мотивационными предпочтениями, т. е. его функция полезности в зависимости от дохода имеет вид $U(W) = W$.

Теорема (О существовании и единственности мотивационного оптимума). *Если топ-менеджер обладает эталонными мотивацион-*

ными предпочтениями, точка мотивационного оптимума существует, и при том только одна, при выполнении условия $\bar{\varepsilon} > \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$.

Доказательство

Рассмотрим линию, которая демонстрирует вознаграждение топ-менеджера в случае успешного завершения работ над инновационным проектом (рис. 40).

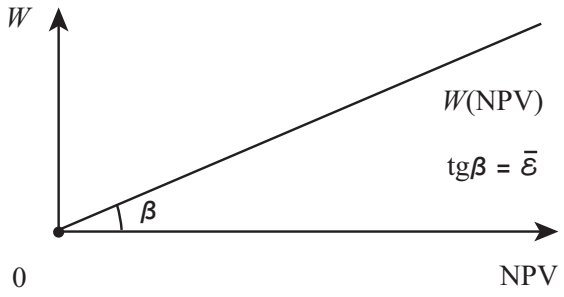


Рис. 40. Линия вознаграждения топ-менеджера в случае успешного завершения проекта

Здесь величина ε предполагается стабилизированной на том уровне, какой предусмотрен контрактом. Она задается аналитически как $W = \bar{\varepsilon} \cdot \mathrm{NPV}$.

Если мотивационные предпочтения топ-менеджера эталонные, то линию $W(\mathrm{NPV})$ следует рассматривать как функцию полезности для топ-менеджера (рис. 41).

Вместе с тем, как мы выяснили ранее, мотивационные возможности предприятия описываются уравнением $W = \overline{W}_0 + \mathrm{NPV} \cdot \bar{p}$. Построим линию мотивационных возможностей в одной системе координат с эталонной функцией полезности для топ-менеджера (рис. 42).

Точка E пересечения линий на рис. 42 аналитически определяется следующим образом:

$$\bar{\varepsilon} \cdot \mathrm{NPV}_E = \overline{W}_0 + \bar{p} \cdot \mathrm{NPV}_E, \qquad (\bar{\varepsilon} - \bar{p}) \cdot \mathrm{NPV}_E = \overline{W}_0,$$

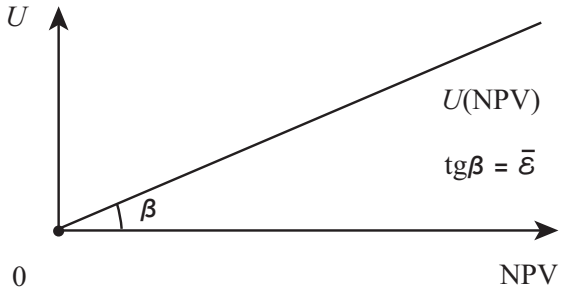


Рис. 41. График эталонной функции полезности для топ-менеджера

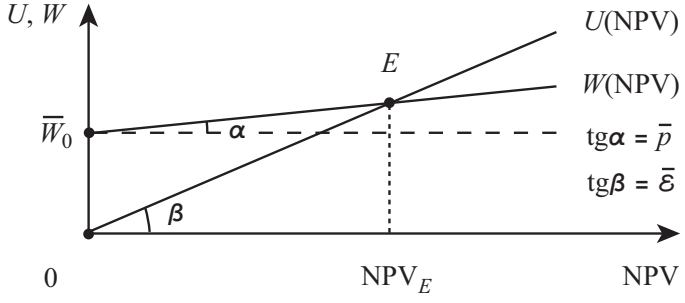


Рис. 42. Графики эталонной функции полезности для топ-менеджера и мотивационных возможностей компании

$$\boxed{\mathrm{NPV}_E = \frac{\overline{W}_0}{\bar{\varepsilon} - \bar{p}}}. \tag{21}$$

Мы получили оптимальное значение NPV, *при котором топ-менеджер становится "другом" компании.* Очевидно, что оптимальное значение всегда существует и единственно при выполнении условия $\bar{\varepsilon} > \bar{p}$, т. е. $\bar{\varepsilon} > \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$. Что и требовалось доказать.

Выражение (21) чрезвычайно интересно, и многие идущие из него следствия нетривиальны. В частности, при $\bar{\varepsilon} < \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$ оптимум, строго говоря, существует; однако он лежит в области отрицательных NPV. Это означает, что *при таком уровне вознаграждения топ-менеджер становится для данной компании "диверсантом"* (по терминологии М. А. Лимитовского [46]). Однако еще более интересен случай, когда $\bar{\varepsilon} = \bar{\tau} \cdot \bar{\gamma}$; тогда оптимума не существует вовсе, поскольку линии мотивационных возможностей компании и мотивационных предпочтений топ-менеджера становятся параллельными.

Обратим внимание на то, что в выражении (21) отсутствуют субъективные факторы. Все необходимые данные для определения левой и правой частей (21) определяются объективно и при том достаточно просто: достаточно владеть внутренней отчетностью предприятия. Это стало возможно благодаря тому, что *в определении полезности нам удалось сохранить объективный подход.* С исследовательской точки зрения данный результат является особенно ценным.

Теперь несколько изменим постановку задачи. Пусть величины $\bar{\varepsilon}$ и $\bar{p}$ являются константами, изменить которые нельзя, исходя из сложившейся на предприятии ситуации и условий контракта, по которому нанимают топ-менеджера. Вместе с тем особенности внедряемого на предприятии инновационного проекта таковы, что он предполагает получение строго определенной величины NPV, которая не может быть изменена и равна NPV^*. При этом соблюдается условие $\bar{\varepsilon} > \bar{p}$, однако имеет место $\mathrm{NPV}_E < \mathrm{NPV}^*$. Соответствующий график изображен на рис. 43.

Как видно из рис. 43, существующий *разрыв в* NPV эквивалентен разрыву в желаниях и возможностях мотивации топ-менеджера. При $\mathrm{NPV}^* > \mathrm{NPV}_E$ соответствующий *мотивационный разрыв* равен $U(\mathrm{NPV}^*) - W(\mathrm{NPV}^*) > 0$, т. е. желание топ-менеджера получить мотивацию превосходит соответствующие возможности компании. Поскольку по условию задачи сказано, что нельзя менять параметры $\bar{\varepsilon}$ и $\bar{p}$, единственный способ для компании решить возникшую проблему (не влезая в долги, что может создать угрозу финансовой устойчивости компании и нивелировать полезный эффект от инновационного проекта в виде NPV) — это использовать имеющийся в распоряжении премиальный фонд. Действительно, на рис. 43 отре-

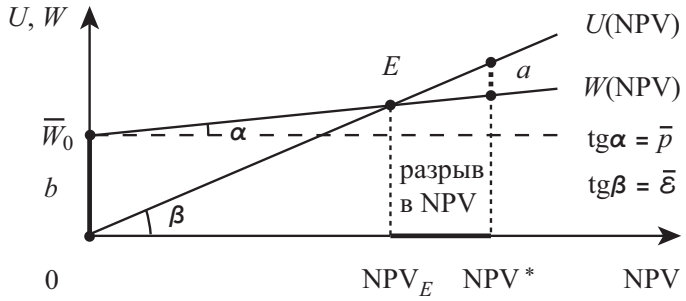


Рис. 43. Иллюстрация разрыва в NPV

зок a, выражающий мотивационный разрыв, может быть заметно меньше, чем отрезок b (накопленный премиальный фонд).

Выясним, при каком условии это становится возможно:

$$U(\mathrm{NPV}^*) - W(\mathrm{NPV}^*) \le \overline{W}_0, \qquad \bar{\varepsilon}\cdot \mathrm{NPV}^* - \left(\overline{W}_0 + \bar{p}\cdot \mathrm{NPV}^*\right) \le \overline{W}_0,$$

$$(\bar{\varepsilon} - \bar{p})\,\mathrm{NPV}^* \le 2\overline{W}_0, \qquad \mathrm{NPV}^* \le \frac{2\overline{W}_0}{\bar{\varepsilon} - \bar{p}},$$

$$\boxed{\mathrm{NPV}^* \le 2\,\mathrm{NPV}_E}. \tag{22}$$

В случае, если неравенство (22) превращается в равенство, имеем:

$$\boxed{\sup \mathrm{NPV}^* = 2\,\mathrm{NPV}_E}. \tag{23}$$

Выражение (23) определяет супремум, т. е. *точную верхнюю границу мотивационных возможностей компании.* Таким образом, показатель равновесного (оптимального) NPV_E интересен с двух точек зрения сразу: с одной стороны, он помогает разобраться в том, какая мотивация не окажется ни чрезмерной, ни недостаточной; с другой стороны, данный показатель помогает определить, где у данной компании находится "потолок", выше которого заниматься эффективной мотивацией она попросту не сможет.

Из выражения (23) вытекает неутешительный вывод, который подтверждается практикой. Предприятиям, которые имеют неболь-

шой премиальный фонд, построить эффективную систему мотивации крайне непросто. В частности, малым инновационным предприятиям, как правило, выпадает небольшая величина премиального фонда (если он вообще существует у данного предприятия). Поэтому, *если намечается работа над крупным инновационным проектом, для которого ожидаются большие значения* NPV*, малым инновационным предприятиям лучше справляться с управлением проектом собственными силами, а не нанимать менеджеров со стороны. Либо рассчитывать на перекрывающее действие факторов нематериальной мотивации.*

Таким образом, мы ответили на оба вопроса, касающихся построения эффективной системы мотивации на данном предприятии (см. страницу 101).

4.3. Оговорка об инсайдере и аутсайдере

Следует заметить, что все это время мы рассматривали решение задачи со стороны *жадного аутсайдера*. Иными словами, мы как бы "не видели" информацию о рисках проекта: не принимали во внимание того факта, что существуют вероятности получения того или иного NPV. Вместо вероятностей мы ставили для NPV единичный вес, что соответствует взгляду на проблему со стороны жадного аутсайдера (рис. 44).

Данный подход может быть оправдан, если:

1) получение NPV данной величины практически гарантировано по итогам проекта (факт его получения не вызывает сомнений у заинтересованных сторон);

2) известно a priori, что нанимаемый топ-менеджер эффективно мотивируется как жадный аутсайдер, даже если ему известна информация о рисках проекта.

В случае, если одновременно не выполняются условия 1) и 2), к мотивации топ-менеджера можно подойти, полагая его *инсайдером*.

Тогда нам следует понимать, что используемая в расчетах величина NPV — это прогноз, воспринимать который нужно с присущей ему *вероятностью*. Таковая может быть получена, например, в результате опроса экспертов. Следовательно, вместо NPV в рассмот-

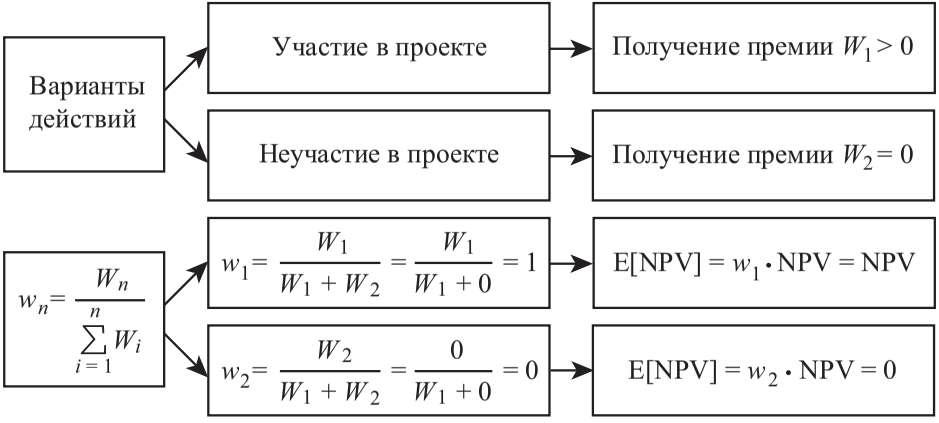


Рис. 44. Результаты для жадного аутсайдера

ренную нами ранее модель нужно поместить величину, которая была названа нами как *дисманиан* [92]:

$$\mathbf{DP} = (\mathrm{NPV}_1 \cdot p_1, \ldots, \mathrm{NPV}_n \cdot p_n), \tag{24}$$

где $\mathbf{p} = (p_1, \ldots, p_n)$ — вектор вероятностей успешного завершения работ над проектом. Тогда ожидаемое значение NPV для инсайдера составляет величину

$$\mathrm{E}[\mathrm{NPV}] = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{DP}_i. \tag{25}$$

Выводы, полученные нами из предыдущей модели, при переходе к выражению (25) не изменятся. Как было отмечено нами ранее, выполнение условия $U(W) = W$, что характерно для эталонных мотивационных предпочтений, автоматически влечет за собой выполнение условия $\mathrm{E}[U(W)] = \mathrm{E}[W]$, что облегчает в итоге нашу работу (см. параграф 3.1.1).

4.4. Применение модели для неэталонной функции полезности

В случае, если мотивационные предпочтения топ-менеджера далеки от эталонных, задача разработки и внедрения на предприятии эффективной системы мотивации значительно усложняется. Это связано с двумя не зависящими друг от друга обстоятельствами. Во-первых, приведение факторов нематериальной мотивации к материальной, как было отмечено нами ранее, возможно лишь с определенной погрешностью. Если собственник компании не желает, чтобы данная погрешность негативно влияла на качество работы топ-менеджера, он может застраховаться от этого влияния путем создания резервного фонда мотивации. Именно таким путем собственник компании может “склонить чашу весов в свою сторону”, делая из топ-менеджера “друга” компании. Во-вторых, из существования погрешности следует, что начнут отличаться параметры эффективной мотивации для топ-менеджера — инсайдера — и топ-менеджера — аутсайдера.

В рамках настоящей работы мы не будем подробно исследовать систему эффективной мотивации для топ-менеджера с неэталонными мотивационными предпочтениями. Мы ограничимся рассмотрением конкретного примера создания такой системы мотивации, когда мотивационные предпочтения топ-менеджера описываются уже знакомой нам функцией полезности Л. Н. Толстого $U(W) = \sqrt{W}$.

Итак, пусть фонд оплаты на предприятии составляет 20 млн руб. Согласно принятому на предприятии положению 4% от фонда оплаты труда направляется в премиальный фонд. В ближайшее время на предприятии планируется реализация инновационного проекта, который принесет отдачу в размере NPV = 15 млн руб. Предполагается, что 3% от полученного NPV будет направлено в фонд оплаты труда предприятия. Для управления инновационным проектом собственники предприятия планируют нанять топ-менеджера, которому в случае успешного завершения работ над проектом обещана премия в размере 5% от NPV. Спрашивается, является ли данная система мотивации топ-менеджера эффективной, если функция полезности от дохода для топ-менеджера имеет вид: 1) $U(W) = W$; 2) $U(W) = \sqrt{W}$.

1. Проделаем уже знакомую нам цепочку вычислений.

Имеющийся премиальный фонд на предприятии:

$$\mathrm{PWF}_0 = 20\,000\,000 \cdot 0{,}04 = 800\,000 \text{ (руб.)}.$$

Увеличение фонда оплаты труда при успешном завершении инновационного проекта:

$$\Delta\mathrm{WF} = 15\,000\,000 \cdot 0{,}03 = 450\,000 \text{ (руб.)}.$$

Увеличение премиального фонда:

$$\Delta\mathrm{PWF} = 450\,000 \cdot 0{,}04 = 18\,000 \text{ (руб.)}.$$

Мотивационные возможности предприятия при успешном завершении работ над проектом:

$$\mathrm{PWF}_1 = 800\,000 + 18\,000 = 818\,000 \text{ (руб.)}.$$

Теперь определим размер премии топ-менеджеру:

$$\mathrm{Pr} = 15\,000\,000 \cdot 0{,}05 = 750\,000 \text{ (руб.)}.$$

Несовпадение величин Pr и PWF_1 указывает на то, что мы не находимся сейчас в точке мотивационного оптимума. Чтобы убедиться в этом, определим величину равновесного NPV по формуле (21):

$$\mathrm{NPV}_E = \frac{800\,000}{0{,}05 - 0{,}04 \cdot 0{,}03} = 16\,393\,442{,}62 \text{ (руб.)}.$$

Поскольку равновесный NPV больше имеющегося ($\mathrm{NPV}_E > \mathrm{NPV}^*$), мотивационные возможности предприятия превышают мотивационные ожидания топ-менеджера, что, вообще говоря, хорошо. Проиллюстрируем полученный вывод на рис. 45.

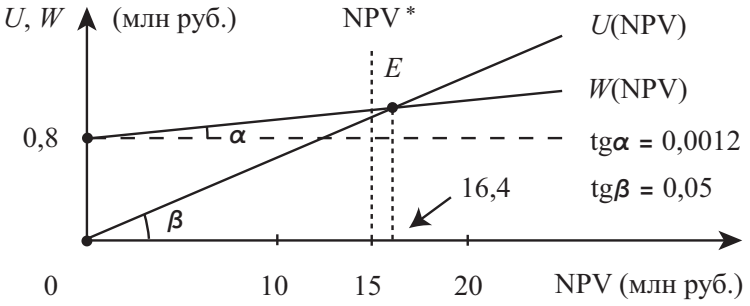


Рис. 45. Мотивационные возможности предприятия превышают мотивационные ожидания топ-менеджера

Таким образом, мотивационные ожидания топ-менеджера занижены на величину $818\,000 - 750\,000 = 68\,000$ (руб.). Следует полагать, что руководство компании не будет против такого условия контракта. Если это действительно так, то имеющуюся премию можно расценить в условиях проекта как оптимальную (справедливую).

Вместе с тем руководству компании следует иметь в виду, что существует мотивационный резерв на уровне 68 000 руб., при необходимости им можно будет воспользоваться для дополнительного

усиления системы мотивации. Либо эти деньги можно высвободить на другие нужды.

2. В предыдущем случае мы имели дело с функцией полезности для топ-менеджера $U(W) = W$, что применительно к системе мотивации на предприятии означало следующее:

$$U(\text{NPV}) = \text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon}.$$

Однако теперь условия задачи поменялись, и мы имеем дело с менее мотивированным топ-менеджером (точнее, не так реагирующим на материальную мотивацию, как в предыдущем примере). Его функция полезности имеет вид $U(W) = \sqrt{W}$, что применительно к системе мотивации на предприятии означает:

$$U(\text{NPV}) = \sqrt{\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon}}.$$

Чтобы разобраться в тонкостях мотивации данного топ-менеджера, убедимся для начала, что при величине NPV в размере 15 млн руб. в принципе существует точка, где нематериальная мотивация у данного топ-менеджера переводится в материальную (с определенной погрешностью). Для этого вспомним, что точки такого рода расположены в высшем пространстве мотивации на окружности

$$[f(x)]^2 + [g(x)]^2 = C.$$

В нашем случае получаем, что

$$(\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon})^2 + \left(\sqrt{\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon}}\right)^2 = C, \qquad (\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon})^2 + \text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon} = C,$$

$$\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon} = C - (\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon})^2.$$

Точки в элементарном пространстве мотивации, соответствующие различным константам C, изображены на рис. 46. Это точки A, B и D.

Итак, мы убеждаемся, что такие точки, действительно, существуют. Получим их аналитически. Из последнего выражения следует, что

$$(\bar{\varepsilon})^2 \cdot \text{NPV}^2 + \bar{\varepsilon} \cdot \text{NPV} - C = 0, \qquad \bar{\varepsilon} \cdot \text{NPV} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4C}}{2},$$

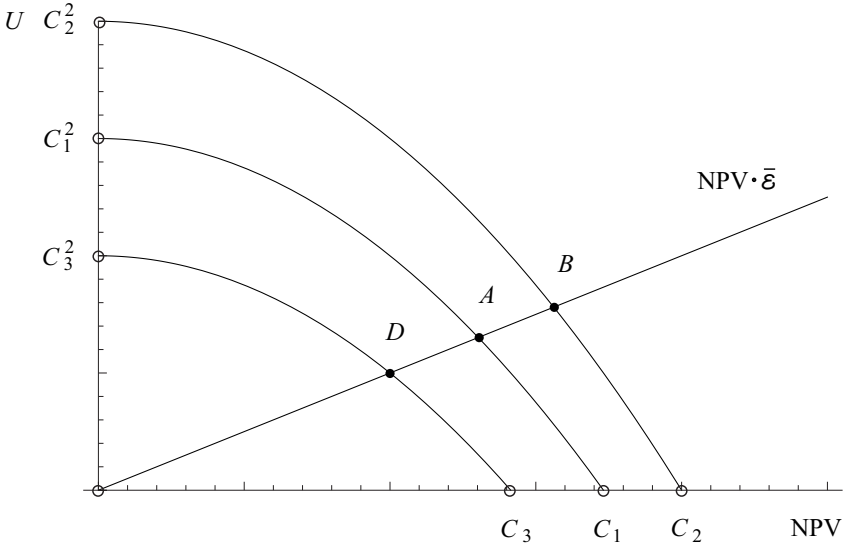


Рис. 46. Точки в элементарном пространстве мотивации, соответствующие различным константам C

$$\boxed{\mathrm{NPV}^* = \frac{\sqrt{1+4C}-1}{2\,\bar{\varepsilon}}}. \tag{26}$$

На примере рассматриваемого в задаче предприятия уравнение (26) приобретает вид

$$15 = \frac{\sqrt{1+4C}-1}{2 \cdot 0{,}05}.$$

Решая полученное уравнение, находим $C = 1{,}3125$. Таким образом, одна из окружностей в высшем мотивационном пространстве, которая имеет радиус $\sqrt{C}$, и является точкой мотивационного оптимума. (Радиус удаления равен $\sqrt{1{,}3125} = 1{,}14564392$ млн руб.)

Вместе с тем полученного ответа недостаточно, чтобы успокоиться. Необходимо выяснить, с какой погрешностью были произведены наши оценки. В общем случае оценочная погрешность задается как

$$\alpha(x) = \frac{-2f(x)g(x)}{|f(x) - g(x)| + \sqrt{[f(x)]^2 + [g(x)]^2}}.$$

В нашем примере она имеет вид

$$\alpha(\text{NPV}) = \frac{-2 \cdot \text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon} \cdot \sqrt{\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon}}}{\left|\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon} - \sqrt{\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon}}\right| + \sqrt{(\text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon})^2 + \text{NPV} \cdot \bar{\varepsilon}}}.$$

При величине NPV = 15 млн руб. находим, что оценочная погрешность равна

$$\alpha(\text{NPV}^*) = \frac{-2 \cdot 15 \cdot 0{,}05 \cdot \sqrt{15 \cdot 0{,}05}}{\left|15 \cdot 0{,}05 - \sqrt{15 \cdot 0{,}05}\right| + \sqrt{(15 \cdot 0{,}05)^2 + 15 \cdot 0{,}05}} =$$
$$= \frac{-1{,}299038106}{0{,}116025403 + 1{,}145643924} = -1{,}029618521 \text{ (млн руб.)}.$$

Таким образом, для гарантированной уверенности в том, что топ-менеджер станет "другом" компании, необходимо иметь в качестве страховой поддержки резервный мотивационный фонд на уровне 1 029 618,52 руб. Это больше, чем весь премиальный фонд предприятия, вместе взятый. В данном случае для эффективного мотивирования топ-менеджера собственникам предприятия целесообразнее подумать о методах нематериальной мотивации.

4.5. Обсуждение результатов

Итак, вопрос о мотивации топ-менеджера, которого нанимает компания с целью управления инновационным проектом, в ходе нашего исследования был "поставлен на рельсы" привычной для экономистов теории потребительского поведения. Было установлено, что финансовые ресурсы, выделяемые компанией для мотивации, представимы в аналитическом виде с помощью уравнения, а в графическом виде — с помощью линии, аналогичной бюджетной линии, рассматриваемой в теории потребительского поведения. Кривые безразличия при этом выводить не нужно — достаточно воспользоваться

функцией полезности для топ-менеджера, переведя ее в соответствующую систему координат. В результате определяется мотивационный оптимум по аналогии с уже известным в экономической науке потребительским оптимумом.

Для эталонных мотивационных предпочтений были получены результаты, представляющие практическую ценность. Для инновационного проекта можно вывести оптимальное значение NPV, отталкиваясь от которого, можно выстроить эффективную систему мотивации топ-менеджера, который становится в этом случае "другом" компании. Если не следовать данному подходу, топ-менеджер может превратиться в "диверсанта" либо просто не найти общего языка с собственниками компании и отказаться от участия в проекте.

При этом было установлено, что равновесное значение NPV находится в прямой зависимости от премиального фонда, которым располагает компания. Это накладывает ограничение на мотивационные возможности компании, что также необходимо учитывать.

Также было отмечено, что мотивационные предпочтения, называемые эталонными, имеют замечательное свойство: они полностью "очищены" от субъективизма и базируются на объективных данных, которые можно получить из внутренней отчетности компании. Кроме того, выводы, сделанные на основе эталонных мотивационных предпочтений, одинаково справедливы как для топ-менеджера, выступающего инсайдером, так и для топ-менеджера — аутсайдера. По этой причине *мы рекомендуем практикам, занимающимся вопросами мотивации, а также аналитикам, специализирующимся на оценке эффективности инвестиционных и инновационных проектов, использовать в своей деятельности выводы, полученные для эталонных мотивационных предпочтений.*

Глава 5

Инвестиционное планирование модернизации оборудования методом дисконтированных денежных потоков

5.1. Методика анализа целесообразности замены оборудования

Проблема замены старого оборудования на новое не может решаться старыми методами, которые использовались в планово-директивной экономике страны. Необходим переход к методикам, более адекватным современным рыночным условиям развивающегося российского рынка капитала. В данном случае основной акцент следует сделать на учет временной стоимости экономических решений, которые кроме того должны учитывать, во-первых, условия российского налогового законодательства, а, во-вторых, инфляцию в высокорисковой экономике России. В этом случае сам процесс принятия решения о необходимости замены старого производственного оборудования на новое должен быть организован в соответствии с современными условиями российского рынка.

Таким образом, в целях анализа целесообразности замены оборудования российской компании следует решить следующие вопросы:

1. Денежные потоки в данной экономической задаче необходимо сформировать с учетом особенностей российского налогового законодательства.

2. В денежных потоках необходимо учесть инфляцию, характерную для современной России.

3. Денежные потоки проекта эксплуатации нового оборудования и проекта замены старого оборудования целесообразно разделить.

4. В проекте эксплуатации нового оборудования необходимо спрогнозировать многократные повторяющиеся инвестиции при бесконечном плановом горизонте (перпетуитет), т. к., во-первых, не известен момент будущей ликвидации предприятия, а, во-вторых, невозможно спрогнозировать проекты ввода в действие новых будущих

объектов оборудования, поскольку заранее не известны их будущие улучшенные технические возможности.

5. Проект замены старого оборудования следует оценивать только после оценки проекта эксплуатации нового оборудования, т. е. когда известны будущие денежные потоки цепи инвестиций в новое оборудование.

В результате можем предложить следующую последовательность проведения анализа целесообразности замены оборудования (рис. 47).

Проиллюстрируем методику анализа целесообразности замены оборудования на следующем примере. Металлообрабатывающая компания 10 лет назад купила токарный станок стоимостью 3 млн руб. В момент покупки ожидаемый срок службы станка оценивался в 15 лет. Стоимость станка списывается по методу линейной амортизации. Таким образом, ежегодные амортизационные отчисления составляют 200 тыс. руб., а его нынешняя балансовая стоимость — 1 млн руб.

Технический директор компании сообщает, что можно купить новый токарный станок за 4 млн руб. (включая транспортировку и установку), который будет уменьшать трудовые и сырьевые затраты настолько, что операционные затраты сократятся с 7 до 4 млн руб. в год. Это уменьшение затрат приведет к увеличению валовой прибыли на $7 - 4 = 3$ млн руб. При этом, начиная со 2-го года эксплуатации станка, появятся затраты на его техническое обслуживание и ремонт, которые каждый год будут снижать увеличение валовой прибыли на 10%.

По оценкам компании, прогнозная ликвидационная стоимость нового станка будет снижаться на 40% в год. Реальная рыночная стоимость старого станка в настоящее время равна 281 568 руб., которая также будет снижаться на 40% в год. В случае приобретения нового оборудования старое целесообразно продать. Проект замены оборудования является проектом средней степени риска. Потребность в чистом оборотном капитале (дополнительных оборотных средствах за вычетом прироста кредиторской задолженности, NWC) составит 1 млн руб. на момент замены. Для этого его можно изъять из работы старого оборудования. Новый станок планируется самортизировать

Рис. 47. Этапы проведения анализа целесообразности замены оборудования

за 5 лет нелинейным методом. Средневзвешенная цена капитала компании составляет 35% в год. Прогнозируемый годовой темп инфляции — 25%.

Этап 1 — "Формирование чистого денежного потока проекта эксплуатации нового оборудования"

В табл. 4 представлен алгоритм формирования чистого денежного потока проекта эксплуатации нового оборудования [5]. Здесь и далее рассчитывается дифференциальный (приростный) денежный поток, т. е. денежный выигрыш проекта эксплуатации нового оборудования по сравнению с проектом замены старого оборудования. При этом на данном этапе пока рассчитывается номинальный денежный поток, т. е. без учета инфляции.

Приведем построчное описание таблицы.

Строка 1 — "Цена нового оборудования" ($P^{\text{нов}}$). Отражает покупную цену нового оборудования, включая все расходы на установку и транспортировку.

Строка 2 — "Увеличение чистого оборотного капитала" (ΔNWC). Здесь показаны инвестиции на увеличение NWC. Они будут возмещены в конце срока действия проекта. Никаких налоговых выплат не производится.

Строка 3 — "Всего инвестиций" ($z_0^{\text{нов}}$). Здесь показан суммарный отток денежных средств в момент начала эксплуатации нового оборудования. Компания оплачивает его покупку, транспортировку и установку на общую сумму 4 млн руб., и еще 1 млн руб. вкладывается в NWC.

Строка 4 — "Снижение расходов с учетом налогов" ($\Delta C(1-T)$). В результате замены оборудования снижаются операционные затраты на 3 млн руб. в год, т. е. уменьшается отток денежных средств. Но, начиная со 2-го года эксплуатации станка, появляются затраты на его техническое обслуживание и ремонт, которые каждый год будут снижать экономию операционных затрат на 10%. При этом необходимо учесть налог, уплачиваемый с прироста сальдо денежного потока. Таким образом, чистый прирост денежных средств в 1-й год составит $3\,000\,000(1-T) = 3\,000\,000(1-0{,}2) = 2\,400\,000$ (руб.), а в последующие годы он будет снижаться на 10% ежегодно.

Таблица 4

Формирование чистого денежного потока проекта эксплуатации нового оборудования (руб.)

	Год 0	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*
1. $P^{\text{нов}}$	−4 000 000					
2. ΔNWC	−1 000 000					
3. $z_0^{\text{нов}}$	−5 000 000					
4. $\Delta C(1-T)$		2 400 000	2 160 000	1 944 000	1 749 600	1 574 640
5. $D^{\text{нов}}$		1 996 802	999 997	500 799	250 799	251 603
6. $D^{\text{стар}}$		200 000	200 000	200 000	200 000	200 000
7. ΔD		1 796 802	799 997	300 799	50 799	51 603
8. $\Delta D \cdot T$		359 360	159 999	60 160	10 160	10 321
9. $z_t^{\text{нов}}$		2 759 360	2 319 999	2 004 160	1 759 760	1 584 961
10. $L^{\text{нов}}$	4 000 000	2 400 000	1 440 000	864 000	518 400	311 040
11. $B^{\text{нов}}$	4 000 000	2 003 198	1 003 201	502 402	251 603	
12. Tax		−79 360	−87 360	−72 320	−53 359	−62 208
13. ΔNWC	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
14. $L_t^{\text{нов}}$	1 000 000	3 320 640	2 352 640	1 791 680	1 465 041	1 248 832

Окончание табл. 4

	Год 6	*Год 7*	*Год 8*	*Год 9*	*Год 10*
1. $P^{\text{нов}}$					
2. ΔNWC					
3. $z_0^{\text{нов}}$					
4. $\Delta C(1-T)$	1 417 176	1 275 458	1 147 913	1 033 121	929 809
5. $D^{\text{нов}}$					
6. $D^{\text{стар}}$					
7. ΔD					
8. $\Delta D \cdot T$					
9. $z_t^{\text{нов}}$	1 417 176	1 275 458	1 147 913	1 033 121	929 809
10. $L^{\text{нов}}$	186 624	111 974	67 185	40 311	24 186
11. $B^{\text{нов}}$					
12. Tax	−37 325	−22 395	−13 437	−8 062	−4 837
13. ΔNWC	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
14. $L_t^{\text{нов}}$	1 149 299	1 089 579	1 053 748	1 032 249	1 019 349

Строка 5 — "Амортизация нового оборудования" ($D^{\text{нов}}$). Поскольку срок полезного использования нового станка в компании устанавливается равным 5 годам, данное амортизируемое имущество согласно главы 25 НК РФ попадает в третью амортизационную группу, к которой при использовании нелинейного метода амортизации применяется норма амортизации — 5,6% в месяц. Тогда балансовая стоимость оборудования через год составит $4\,000\,000(1-0{,}056)^{12} = 2\,003\,198$ (руб.), а амортизация за год — $4\,000\,000 - 2\,003\,198 = 1\,996\,802$ (руб.). Аналогично можно рассчитать амортизацию в следующие 4 года.

Строка 6 — "Амортизация старого оборудования" ($D^{\text{стар}}$). Старый станок 10 лет назад был поставлен на баланс по цене 3 млн руб. Срок его полезного использования был установлен равным 15 годам. Амортизация линейная, поэтому в ближайшие 5 лет ежегодные амортизационные отчисления составляют 200 тыс. руб.

Строка 7 — "Изменения в амортизационных отчислениях" (ΔD). Сальдо амортизационных отчислений для нового и старого оборудования (строка 5 минус строка 6) варьирует по годам ввиду разных методов амортизации.

Строка 8 — "Экономия на налогах" ($\Delta D \cdot T$). Изменение в амортизационных отчислениях приводит к экономии на налогах, которая равна произведению изменения амортизационных отчислений ΔD на налоговую ставку T. Например, для 1-го года это составит $1\,796\,802 \cdot 0{,}2 = 359\,360$ (руб.).

Строка 9 — "Чистый денежный поток от инвестиции" ($z_t^{\text{нов}}$). Здесь приведены сальдо операционных денежных потоков по годам анализируемого периода, которые получается суммированием данных строк 4 и 8.

Строка 10 — "Ликвидационная стоимость нового оборудования" ($L^{\text{нов}}$). По оценкам компании, прогнозная ликвидационная стоимость нового станка будет снижаться на 40% в год. При этом прогнозируется снижение его реальной рыночной стоимости лишь на 25%. Но для того, чтобы перейти к номинальному денежному потоку, т. е. очищенному от инфляции, необходимо разделить реальную рыночную стоимость на 1,25, т. к. прогнозируемый годовой темп инфляции составляет 25%. Таким образом, получаем ко-

эффициент снижения прогнозной ликвидационной стоимости, равный $(1 - 0{,}25) : 1{,}25 = 0{,}6$, что составляет снижение на 40% в год. Этот результат можно трактовать как снижение производственной (технологической) ценности оборудования, состоящей из его физического износа и морального старения.

Строка 11 — "Балансовая стоимость нового оборудования" ($B^{\text{нов}}$). Вычисление данной величины был приведено выше в пояснении к строке 5.

Строка 12 — "Налог на доход от ликвидации нового оборудования" (Tax). Данная величина рассчитывается с разности ликвидационной и балансовой стоимости и составляет, например, в 1-й год $(2\,400\,000 - 2\,003\,198)0{,}2 = 79\,360$ (руб.). Полученная цифра представляет собой отток средств, поэтому показывается в строке 12 со знаком минус.

Строка 13 — "Возмещение чистого оборотного капитала" (ΔNWC). Вложение 1 млн руб. в NWC было показано как отток денежных средств в момент $t = 0$. Эта сумма, а также ликвидационная стоимость нового оборудования будут возмещены в конце срока эксплуатации нового оборудования, оптимальное значение которого пока еще не известно. Дебиторская задолженность будет погашена, товарно-материальные запасы не требуют возобновления — это приводит в приросту денежных средств в размере 1 млн руб. в момент завершения проекта эксплуатации нового оборудования.

Строка 14 — "Чистый денежный поток от ликвидации" ($L_t^{\text{нов}}$). Здесь показано сальдо денежного потока с учетом всех операций по завершению проекта. Оно вычисляется как сумма строк 10, 12 и 13.

Заметим, что включение возмещения NWC в чистую ликвидационную стоимость оборудования является принципиальным отличием представленной нами методики от классического подхода к оценке чистой ликвидационной стоимости [45]. Это сделано с целью полностью изолировать чистый инвестиционный денежный поток от всех операций по завершению проекта.

Этап 2 — "Выбор срока эксплуатации нового оборудования"

На основе данных табл. 4 можно рассчитать общий чистый денежный поток, который получается как сумма строк 3, 9 и 14 и ва-

рьирует для разных сроков эксплуатации нового оборудования. Результаты представлены в табл. 5.

Выбрать оптимальный срок эксплуатации нового оборудования можно двумя различными способами:

1. Можно рассматривать проект эксплуатации нового оборудования как однократную инвестицию. Но тогда в этом случае исключается оценка возможности замены в будущем уже нового оборудования, т. к. при таком варианте расчета вообще не имеет значения, будет в будущем заменяться новое оборудование или нет.

2. Можно рассматривать проект эксплуатации нового оборудования как многократную инвестицию. При таком варианте расчета уже учитывается оценка возможности замены в будущем уже нового оборудования. Однако в проекте эксплуатации нового оборудования необходимо прогнозировать многократные повторяющиеся инвестиции при бесконечном плановом горизонте (перпетуитет), т. к., во-первых, не известен момент будущей ликвидации предприятия, а, во-вторых, невозможно спрогнозировать проекты ввода в действие новых будущих объектов оборудования, поскольку заранее не известны их будущие технические возможности.

Таким образом, выбирая второй способ расчета оптимального срока эксплуатации нового оборудования, предполагаем, что изобретенные в будущем новые токарные станки подобного производственного профиля будут иметь технические характеристики по крайней мере не хуже того, который внедряется сейчас в производство.

В этом случае следует применять метод эквивалентного аннуитета [5, 35], в котором критерий принятия решения выглядит следующим образом:

Необходимо реализовать бесконечную идентичную цепь инвестиций с теми отдельными сроками эксплуатации, которые обещают самый большой положительный чистый приведенный доход.

В книге [35] получена формула расчета чистого приведенного дохода бесконечной идентичной цепи инвестиций:

$$K(\mathrm{NPV}_n) = \frac{w_{n;i} \cdot \mathrm{NPV}_n}{i}, \tag{27}$$

где $w_{n;i}$ — множитель аннуитета [35], вычисляемый по формуле

Таблица 5

Общий чистый денежный поток при разных сроках эксплуатации нового оборудования (руб.)

n	*Год 0*	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*
1	−5 000 000	6 080 000				
2	−5 000 000	2 759 360	4 672 639			
3	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	3 795 840		
4	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	2 004 160	3 224 801	
5	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	2 004 160	1 759 760	2 833 793
6	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	2 004 160	1 759 760	1 584 961
7	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	2 004 160	1 759 760	1 584 961
8	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	2 004 160	1 759 760	1 584 961
9	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	2 004 160	1 759 760	1 584 961
10	−5 000 000	2 759 360	2 319 999	2 004 160	1 759 760	1 584 961

Окончание табл. 5

n	*Год 6*	*Год 7*	*Год 8*	*Год 9*	*Год 10*
1					
2					
3					
4					
5					
6	2 566 475				
7	1 417 176	2 365 037			
8	1 417 176	1 275 458	2 201 661		
9	1 417 176	1 275 458	1 147 913	2 065 370	
10	1 417 176	1 275 458	1 147 913	1 033 121	1 949 158

$$w_{n;i} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}; \tag{28}$$

NPV_n — чистый приведенный доход проекта сроком n лет (руб.);
i — годовая ставка дисконта (цена капитала) (%).

Таким образом, числитель формулы (27) представляет собой эквивалентный аннуитет, который дисконтируется в итоге как перпетуитет, т. е. вечная рента.

Чтобы воспользоваться формулой (27), необходимо вычислить сначала годовую цену капитала i для анализируемой компании. Ранее нами указывалось, что средневзвешенная цена капитала компании составляет 35% в год, а прогнозируемый годовой темп инфляции — 25%. Поскольку для проекта эксплуатации нового оборудования мы рассчитывали в табл. 5 и 6 номинальный чистый денежный поток, необходимо в дальнейшем учесть темп инфляции. Это позволяет сделать формула Фишера [45]:

$$i = \frac{1+r}{1+h} - 1, \tag{29}$$

где i — реальная ставка (%);
r — номинальная ставка (%);
h — темп инфляции (%).

Подставляя наши данные в формулу (29), получаем, что реальная цена капитала компании

$$i = \frac{1+0{,}35}{1+0{,}25} - 1 = 0{,}08,$$

т. е. 8% годовых.

Дисконтируя по найденной ставке общий чистый денежный поток при разных сроках эксплуатации нового оборудования, отраженный в строках табл. 5, можно в итоге по формуле (27) вычислить чистый приведенный доход бесконечной идентичной цепи инвестиций ($K(\mathrm{NPV}_n)$) для каждого срока эксплуатации оборудования. Это сделано в табл. 6.

Как показывают данные табл. 6, наибольший чистый приведенный доход бесконечной идентичной цепи инвестиций ($K(\mathrm{NPV}_n)$) получается в случае, когда проект эксплуатации нового оборудования

Таблица 6

Расчет чистых приведенных доходов бесконечных идентичных цепей инвестиций (руб.)

Срок эксплуатации станка, n	*Чистый приведенный доход проекта,* NPV_n	*Значение множителя аннуитета,* $w_{n;8\%}$	*Эквивалентный аннуитет проекта,* $w_{n;8\%}\,\mathrm{NPV}_n$	*Чистый приведенный доход цепи,* $K(\mathrm{NPV}_n)$
1	629 630	1,08	680 000	8 500 000
2	1 560 998	0,560769	875 359	10 941 988
3	2 557 248	0,388034	992 299	12 403 740
4	3 505 280	0,301921	1 058 318	13 228 975
5	4 357 063	0,250456	1 091 253	13 640 663
6	5 124 444	0,216315	1 108 494	13 856 175
7	5 814 196	0,192072	**1 116 744**	**13 959 300**
8	6 367 926	0,174015	1 108 115	13 851 438
9	6 831 818	0,16008	1 093 637	13 670 463
10	7 218 274	0,149029	1 075 732	13 446 650

повторяется каждые 7 лет. Если не выполнять подобных расчетов, а принимать решение только на основе результатов критерия NPV_n, то можно прийти к ошибочному выводу, что новое оборудование следует эксплуатировать как можно дольше.

Таким образом, на данном этапе получили важный для дальнейшего анализа вывод, что оптимальный срок эксплуатации нового оборудования — 7 лет.

Этап 3 — "Формирование чистого денежного потока проекта замены старого оборудования"

В табл. 7 представлен алгоритм формирования чистого денежного потока проекта замены старого оборудования. Здесь, как и в табл. 4, рассчитывается дифференциальный (приростный) денежный поток, т. е. денежный выигрыш от введенного 10 лет назад в эксплуатацию оборудования по сравнению с использовавшимся до этого. В табл. 7 также рассчитывается номинальный денежный поток, т. е. без учета инфляции.

Приведем построчное описание таблицы.

Строка 1 — "Чистый денежный поток от инвестиции" ($z_t^{\text{стар}}$). Здесь приведены сальдо операционных денежных потоков старого оборудования по годам анализируемого периода, которые каждый год уменьшаются на 10%.

Строка 2 — "Ликвидационная стоимость старого оборудования" ($L^{\text{стар}}$). По оценкам компании, в настоящий момент, т. е. в $t = 0$, текущая рыночная стоимость старого оборудования составляет 168 941 руб., а его прогнозная ликвидационная стоимость будет снижаться на 40% в год.

Строка 3 — "Балансовая стоимость старого оборудования" ($B^{\text{стар}}$). Старый станок 10 лет назад был поставлен на баланс по цене 3 млн руб. Срок его полезного использования был установлен равным 15 годам. Амортизация линейная, поэтому ежегодные амортизационные отчисления составляют 200 тыс. руб. Тогда текущая балансовая стоимость технологической линии равна $3\,000\,000 - 200\,000 \times$ $\times\, 10 = 1\,000\,000$ (руб.).

Таблица 7

Формирование чистого денежного потока проекта замены старого оборудования (руб.)

	Год −1	*Год 0*	*Год 1*	*Год 2*	*Год 3*	*Год 4*	*Год 5*
1. $z_t^{\text{стар}}$		1 500 000	1 350 000	1 215 000	1 093 500	984 150	885 735
2. $L^{\text{стар}}$	281 568	168 941	101 364	60 819	36 491	21 895	13 137
3. $B^{\text{стар}}$	1 200 000	1 000 000	800 000	600 000	400 000	200 000	
4. Tax	183 686	166 212	139 727	107 836	75 621	35 621	−2 627
5. ΔNWC	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
6. $L_t^{\text{стар}}$	1 465 254	1 335 153	1 241 091	1 168 655	1 112 112	1 057 516	1 010 510

Строка 4 — "Налог на доход от ликвидации старого оборудования" (Tax). Данная величина рассчитывается с разности ликвидационной и балансовой стоимости и составляет, например, в текущем году сумму $(168\,941 - 1\,000\,000)0{,}2 = -166\,212$ (руб.), что является для компании экономией на налогах величиной 166 212 руб.

Строка 5 — "Возмещение чистого оборотного капитала" (ΔNWC). На момент замены из работы старого оборудования изымается чистый оборотный капитал (NWC) величиной 1 млн руб. и направляется в работу нового оборудования. При этом оптимальное значение срока замены оборудования пока еще не известно.

Строка 6 — "Чистый денежный поток от ликвидации" ($L_t^{\text{стар}}$). Здесь показано сальдо денежного потока с учетом всех операций по завершению проекта замены старого оборудования. Оно вычисляется как сумма строк 2, 4 и 5.

Этап 4 — "Выбор срока замены старого оборудования"

Старый станок можно заменить на новый либо сейчас, либо несколько позже, например, через несколько лет. Чтобы вычислить оптимальный срок замены, можно использовать следующий подход.

В книге [35] получена формула расчета зависящего от момента времени предельного чистого приведенного дохода замены оборудования:

$$\Delta E(\text{NPV}_n) = E(\text{NPV}_n) - E(\text{NPV}_{n-1}) =$$

$$= (1+i)^{-n}\left(\underbrace{[z_n^{\text{стар}} + L_n^{\text{стар}} - L_{n-1}^{\text{стар}}(1+i)]}_{\substack{\text{временной предельный}\\ \text{выигрыш от эксплуатации}\\ \text{старого оборудования}}} - \underbrace{w_{m;i}\cdot \text{NPV}_m^{\text{нов}}}_{\substack{\text{эквивалентный}\\ \text{аннуитет от}\\ \text{эксплуатации}\\ \text{нового}\\ \text{оборудования}}}\right) = \quad (30)$$

$$= (1+i)^{-n}\left((1+i)^n \cdot \Delta\text{NPV}_n^{\text{стар}} - w_{m;i}\cdot \text{NPV}_m^{\text{нов}}\right),$$

где $E(\text{NPV}_n)$ и $E(\text{NPV}_{n-1})$ — чистые приведенные доходы при замене в моменты времени n и $n-1$ (руб.);

$z_n^{\text{стар}}$ — чистый инвестиционный денежный поток старого оборудования (без выручки от ликвидации) в момент времени n (руб.);

$L_n^{\text{стар}}$ и $L_{n-1}^{\text{стар}}$ — чистые денежные потоки от ликвидации старого оборудования в моменты времени n и $n-1$ (руб.);

m — оптимальный срок эксплуатации нового оборудования (лет);

$\Delta\text{NPV}_n^{\text{стар}} = \text{NPV}_n^{\text{стар}} - \text{NPV}_{n-1}^{\text{стар}}$ — изменение чистого приведенного дохода при переходе от срока эксплуатации старого оборудования, равного n лет, к сроку, равному $n-1$ год (руб.).

Ввиду того, что выгодно задержать замену старого оборудования до тех пор, пока разность чистых приведенных доходов $E(\text{NPV}_n)$ и $E(\text{NPV}_{n-1})$ является положительной, можно сформулировать следующий критерий принятия решения:

Замену старого оборудования не надо осуществлять до тех пор, пока временной предельный выигрыш от его эксплуатации больше среднего выигрыша (эквивалентного аннуитета) от эксплуатации нового оборудования.

Расчет величины $\Delta E(\text{NPV}_n)$ по формуле (30) для разных сроков замены старого оборудования представлен в табл. 8. Для этого используются данные табл. 7 и результаты этапа 2 — "Выбор срока эксплуатации нового оборудования".

Результаты табл. 8 показывают, что предельный чистый приведенный доход замены старого станка на новый положителен до 1-го года включительно. Это означает, что замену станка выгоднее произвести не сейчас, а лишь через год.

Таким образом, получили, что для металлообрабатывающей компании наиболее выгодным вариантом модернизации (технического перевооружения) производства является замена старого станка на новый через год при условии периодической замены в будущем нового станка как минимум на такой же каждые 7 лет.

В заключение сформулируем наиболее важные выводы:

1. В современных условиях российской экономики существует реальная необходимость в создании методики анализа целесообразности замены оборудования, которая учитывала бы особенности деятельности российских компаний.

2. Денежные потоки в данной задаче необходимо формировать с учетом особенностей российского налогового законодательства.

Таблица 8

Расчет предельных чистых приведенных доходов замены оборудования (руб.)

Срок замены старого станка, n	*Общий чистый денежный поток проекта замены старого станка,* $z_n^{\text{стар}} + L_n^{\text{стар}}$	*Чистый денежный поток от ликвидации старого станка в предыдущем году,* $L_{n-1}^{\text{стар}}$	*Чистый денежный поток от ликвидации старого станка с процентами за год,* $L_{n-1}^{\text{стар}}(1+i)$	*Временной предельный выигрыш от эксплуатации старого станка,* $(1+i)^n \Delta\text{NPV}_n^{\text{стар}}$
0	2 835 153	1 465 254	1 582 474	1 252 679
1	2 591 091	1 335 153	1 441 965	1 149 126
2	2 383 655	1 241 091	1 340 378	1 043 277
3	2 205 612	1 168 655	1 262 147	943 465
4	2 041 666	1 112 112	1 201 081	840 585
5	1 896 245	1 057 516	1 142 117	754 128

Окончание табл. 8

Срок замены старого станка, n	*Эквивалентный аннуитет проекта эксплуатации нового станка,* $w_{7;8\%}\,\mathrm{NPV}_7^{\text{нов}}$	*Разность чистых приведенных доходов замены станка с процентами за весь срок,* $(1+i)^n \Delta E(\mathrm{NPV}_n)$	*Дисконтный множитель,* $(1+i)^{-n}$	*Предельный чистый приведенный доход замены станка,* $\Delta E(\mathrm{NPV}_n)$
0	1 116 744	135 935	1	135 935
1	1 116 744	32 382	0,925926	**29 983**
2	1 116 744	−73 467	0,857339	−62 986
3	1 116 744	−173 279	0,793832	−137 554
4	1 116 744	−276 159	0,73503	−202 985
5	1 116 744	−362 616	0,680583	−246 790

3. В денежных потоках необходимо учитывать инфляцию, характерную для современной России. Для этого можно сначала рассчитывать номинальные потоки, а затем использовать формулу Фишера для вычисления реальной цены капитала компании.

4. В качестве денежных потоков проекта эксплуатации нового оборудования и проекта замены старого оборудования удобнее использовать дифференциальные (приростные) потоки, которые для проектов целесообразно разделять.

5. В проекте эксплуатации нового оборудования необходимо прогнозировать многократные повторяющиеся инвестиции при бесконечном плановом горизонте (перпетуитет), т. к., во-первых, не известен момент будущей ликвидации предприятия, а, во-вторых, невозможно спрогнозировать проекты ввода в действие новых будущих объектов оборудования, поскольку заранее не известны их будущие технические возможности.

6. Проект замены старого оборудования следует оценивать только после оценки проекта эксплуатации нового оборудования, т. е. когда известны будущие денежные потоки цепи инвестиций в новое оборудование.

7. Для рассматриваемой металлообрабатывающей компании наиболее выгодным вариантом модернизации (технического перевооружения) производства является замена старого токарного станка на новый через год при условии периодической замены в будущем нового станка как минимум на такой же каждые 7 лет. Дополнительное условие обусловлено предположением, что изобретенные в будущем новые токарные станки подобного производственного профиля будут иметь технические характеристики по крайней мере не хуже того, который через год будет внедряться в производство.

Представленная методика анализа целесообразности замены оборудования, учитывающая особенности деятельности российских компаний, может быть полезна их руководителям в целях модернизации (технического перевооружения) производства. Это позволит российским компаниям увеличить темпы своего инновационного развития.

5.2. Экономический механизм постепенного обновления парка оборудования

Представленная в предыдущем параграфе методика может быть применена как для оценки целесообразности замены одной единицы оборудования, так и для обновления всего парка оборудования предприятия. Однако в практике ведения бизнеса достаточно часто бывают ситуации, когда для одновременной замены всего парка оборудования недостаточно средств. В таком случае необходимо создание экономического механизма, который позволял бы постепенно обновлять различные единицы оборудования с наибольшей экономической выгодой для предприятия.

Для бесперебойной работы оборудования в таком режиме следует периодически проводить капитальные ремонты всего оборудования с заменой вышедших из строя машин на новые модели. Проводить капитальный ремонт данных машин нецелесообразно, во-первых, по причине их значительного технического износа и, во-вторых, по причине их более дорогого капитального ремонта по сравнению с другими. При этом заменять такие машины на новые устаревшие модели неразумно, т. к. это приведет к техническому отставанию производства от потребностей рынка потребителей продукции.

Чтобы решить указанную проблему, можно усовершенствовать *модель предупредительного и восстановительного ремонтов оборудования*, представленную в книгах [60, 106]. Данная модель считается фундаментальной при сопоставлении стратегий предупредительного и восстановительного текущих ремонтов. Она рекомендует производить капитальный и текущий ремонты на основе календарного расписания или ждать выхода оборудования из строя. Ответ на этот вопрос, естественно, зависит от особенностей оборудования и соответствующих затрат. Опишем данную модель.

Пусть M — число одинаковых машин, используемых в определенном производственном процессе; K_1 — стоимость предупредительного ремонта одной машины; K_2 — средняя стоимость устранения одного ее отказа; (Можно считать, что $K_1 < K_2$, ибо в противном случае предупредительный ремонт производить не следует.) p_r — вероятность того, что отказ машины возникнет в месяце r после предыдущего ремонта ($r \geq 1$).

Вычислим затраты на предупредительный ремонт и устранение отказа (S_r) для случая, когда применяется такой порядок текущего ремонта, при котором предупредительный ремонт запланирован в конце каждого r-го месяца. Тогда все M машин будут обслужены в порядке предупредительного ремонта при затратах K_1. В то же время при каждом случайном отказе машины потребуется израсходовать сумму K_2. Следовательно, если обозначить через F_r общее среднее число отказов машины в течение r месяцев, то

$$S_r = K_1 M + K_2 F_r, \quad r \geq 1. \tag{31}$$

Величины F_1 и F_r, когда $r \geq 2$, согласно модели, представленной в книгах [60, 106], находятся по формулам

$$F_1 = M p_1, \tag{32}$$

$$F_r = (-1)^{r-1} M \begin{vmatrix} -1 & 0 & \cdots & 0 & p_1 \\ p_1 & -1 & \cdots & 0 & p_1 + p_2 \\ p_2 & p_1 & \cdots & 0 & p_1 + p_2 + p_3 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{r-2} & p_{r-3} & \cdots & -1 & p_1 + p_2 + \cdots + p_{r-1} \\ p_{r-1} & p_{r-2} & \cdots & p_1 & p_1 + p_2 + \cdots + p_r \end{vmatrix}, \tag{33}$$

где $r \geq 2$.

После нахождения величин F_1 и F_r, когда $r \geq 2$, по формулам (32) и (33) могут быть найдены общие суммы затрат за r месяцев. Для вычисления суммы среднемесячных расходов рассматриваем величины S_r/r. Найдя наименьшую из них, получим оптимальную периодичность предупредительного ремонта. Например, если минимальные среднемесячные расходы составляют $S_3/3$, то периодичность предупредительного ремонта равна трем месяцам.

В настоящее время серьезным недостатком этой модели является то, что она не учитывает временную стоимость денег. Чтобы решить эту проблему, необходимо вычислять не среднемесячные расходы S_r/r, а современную стоимость будущих расходов S_r в настоящий момент времени ($\mathrm{PV}(S_r)$).

Кроме того, вместо предупредительного ремонта будем рассматривать капитальный ремонт, а вместо восстановительного ремонта —

приобретение машины новой модели взамен вышедшей из строя. Таким образом, K_1 это будет стоимость капитального ремонта одной машины, а K_2 — стоимость устранения одного ее отказа, т. е. замены на новую модель.

Современную стоимость будущих затрат на капитальный ремонт и устранение отказа можно оценить для 2-х различных случаев.

1. *Капитальный ремонт и замена в году n:*

$$\mathrm{PV}(S_n) = (K_1 M + K_2 F_n)(1+i)^{-n}, \tag{34}$$

где i — годовая ставка дисконта (цена капитала) (%).

2. *Капитальный ремонт и замена в месяце r:*

$$\mathrm{PV}(S_r) = (K_1 M + K_2 F_r)(1+i_r)^{-r}, \tag{35}$$

где $i_r = \sqrt[12]{1+i} - 1$ — ставка дисконта (цена капитала) за месяц (%).

Проиллюстрируем представленный экономический механизм постепенного обновления парка оборудования на примере, рассмотренном в предыдущем параграфе. Металлообрабатывающая компания 10 лет назад купила 10 одинаковых токарных станков стоимостью 3 млн руб. каждый. В настоящее время можно купить подобный токарный станок новой модели за 4 млн руб. (включая транспортировку и установку). Однако из-за ограниченных финансовых возможностей компания рассматривает вариант постепенного обновления парка оборудования. В настоящий момент капитальный ремонт одного старого станка обойдется в 2 млн руб. Реальная цена капитала компании, рассчитанная по формуле Фишера, равна 8% годовых.

Заметим, что в данном случае не следует учитывать в общей величине инвестиций в новый станок потребность в чистом оборотном капитала (NWC), поскольку при замене старого станка на новый этот капитал можно изъять из работы старого станка в таком же объеме. А разделять денежные потоки по проекту эксплуатации нового оборудования и проекту замены старого оборудования нет необходимости, потому что замена старого станка на новый не является инвестиционным проектом — старый станок в момент отказа в любом случае заменяется на новый.

Из технический характеристик старого оборудования известно, что вероятность отказа одного станка за год составляет $p_1 = 0{,}01$.

Тогда, полагая бесперебойную работу станка в году n как прямое событие A_n, а его отказ как противоположное событие $\bar{A}_n$, обозначим их вероятности как $P(A_n)$ и $P(\bar{A}_n) = p_n$. При этом в нашем случае $P(A_n) = 0{,}99^n$, а $p_n = P(\bar{A}_n) = 1 - 0{,}99^n$. Вычисляя эти вероятности за период в 7 лет, получаем данные табл. 9.

Таблица 9

Расчет вероятностей бесперебойной работы и отказа станка

Год, n	*Вероятность бесперебойной работы,* $P(A_n)$	*Вероятность отказа,* $p_n = P(\bar{A}_n)$
1	0,99	0,01
2	0,9801	0,0199
3	0,970299	0,029701
4	0,960596	0,039404
5	0,95099	0,04901
6	0,94148	0,05852
7	0,932065	0,067935

По формулам (32) и (33) можно найти значения F_1 и F_n, когда $n \geq 2$. Так, например, в 3-м году

$$F_3 = M \begin{vmatrix} -1 & 0 & p_1 \\ p_1 & -1 & p_1 + p_2 \\ p_2 & p_1 & p_1 + p_2 + p_3 \end{vmatrix} = 10 \begin{vmatrix} -1 & 0 & 0{,}01 \\ 0{,}01 & -1 & 0{,}0299 \\ 0{,}0199 & 0{,}01 & 0{,}059601 \end{vmatrix} = 0{,}601.$$

Рассчитывая все значения F_n в программе *Matlab* [56] и подставляя их в формулу затрат в n-м году

$$S_n = K_1 M + K_2 F_n, \tag{36}$$

вычисляем затем по формуле (34) современную стоимость затрат на капитальный ремонт и устранение отказа для каждого года в табл. 10.

Таблица 10

Расчет современных стоимостей затрат на капитальный ремонт и устранение отказа (млн руб.)

Год, n	*Среднее число отказов станка,* F_n	*Затраты на кап. ремонт и устранение отказа,* S_n	*Дисконтный множитель,* $(1+i)^{-n}$	*Современная стоимость затрат,* $\mathrm{PV}(S_n)$
1	0,1	20,4	0,925926	18,889
2	0,3	21,2	0,857339	18,176
3	0,601	22,404	0,793832	17,785
4	1,005	24,02	0,73503	**17,655**
5	1,515	26,06	0,680583	17,736
6	2,135	28,54	0,63017	17,985
7	2,87	31,48	0,58349	18,368

Как показывают данные табл. 10, наименьшая современная стоимость затрат на капитальный ремонт всего парка оборудования (токарных станков) и устранение отказа одного станка, т. е. его замены на новую модель, получается в случае проведения капитального ремонта всего парка оборудования каждые 4 года. Такая стратегия постепенного обновления парка оборудования позволит получить металлообрабатывающей компании наибольшую финансовую выгоду.

Однако подобный процесс постепенного обновления может серьезно затянуться, поэтому в будущем необходимо перейти на другую систему замены оборудования, например, на описанную в предыдущем параграфе.

5.3. Налоговые эффекты высокотехнологичных проектов модернизации

Инновационное развитие является наиболее перспективным способом хозяйствования в современных условиях, который базируется на непрерывном поиске и использовании новых методов и сфер

реализации потенциала предприятия в условиях изменчивой внешней среды. В настоящее время пристальное внимание уделяется инвестированию в инновационное развитие промышленных предприятий. Однако традиционные подходы к инвестированию далеко не всегда приводят к ожидаемому положительному результату, поэтому необходимо осуществлять поиск новых, нестандартных методов и инструментов управления инновационной деятельностью предприятий, использованию современных технологий менеджмента, действующих в коммерческой среде.

Несмотря на наличие соответствующих государственных программ поддержки приоритетных отраслей и предприятий России, было бы не менее важным использовать соответствующие финансовые рычаги воздействия на увеличение объема инвестиций и, в частности, рычаги налоговые. Одним из наиболее важных налогов в экономической деятельности предприятий является налог на прибыль.

Как будет показано в настоящем параграфе, для высокотехнологичных проектов модернизации (проектов R&D), т. е. проектов с высокой долей амортизации, при увеличении ставки налога на прибыль организаций чистый приведенный доход (NPV) проекта R&D возрастает, но при достижении некоторой величины он начинает снижаться. Однако такое поведение NPV не обусловлено только влиянием амортизации. На него также влияет способ финансирования проекта, а именно, эффект присутствует при 100%-м заемном финансировании. Таким образом, имеет смысл исследовать совместное влияние на NPV амортизационного (D), налогового (T) и долгового (Debt) рычагов. В дальнейшем будем называть его "DTD-рычаг".

Психологическая природа такого явления очевидна. Собственники предприятий не будут искать новые возможности бизнеса до тех пор, пока они имеют свою стабильную прибыль. Повышение ставки налога на прибыль организаций эту прибыль уменьшает и поэтому собственники будут искать новые инвестиционные возможности, позволяющие им развить новые направления бизнеса. Дальнейшее увеличение ставки налога значительно уменьшает денежную, а, следовательно, и инвестиционную привлекательность этих новых возможностей.

В книге Л. Крушвица “Инвестиционные расчеты” [35] выведена формула для вычисления NPV с учетом налога на прибыль:

$$\mathrm{NPV} = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} (\mathrm{CF}_t(1-T) + T \cdot D_t)(1+i_T)^{-t}, \qquad (37)$$

где I_0 — капитальные вложения в $t = 0$;

CF_t — возвратный поток от инвестиции в момент t;

D_t — амортизационные отчисления в момент t;

T — ставка налога на прибыль;

$i_T = i(1-T)$ — расчетная ставка процента с учетом налога на прибыль;

i — процентная ставка по инвестированию и заимствованию в условиях совершенного рынка капитала, т. е. когда ставка по инвестированию равна ставке по заимствованию;

n — горизонт планирования (срок проекта).

При этом Л. Крушвиц определяет возвратный поток от инвестиции (CF) следующим образом:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{возвратный} & & \text{налого-} & & & & \text{сумма} \\ \text{поток от} & = & \text{облагаемая} & \pm & \text{проценты} & + & \text{амортизационных} \\ \text{инвестиции} & & \text{прибыль} & & & & \text{отчислений.} \end{array}$$

Это по сути известный денежный показатель EBITDA [57], т. е. прибыль до выплаты (получения) процентов и налогов из прибыли плюс амортизационные отчисления. Поскольку

$$\mathrm{EBITDA}_t = \mathrm{EBIT}_t + D_t, \qquad (38)$$

где EBIT_t — прибыль до выплаты (получения) процентов и налогов из прибыли (операционная прибыль) в момент t, формулу (37) можно упростить:

$$\mathrm{NPV} = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} (\mathrm{EBIT}_t(1-T) + D_t)(1+i_T)^{-t}. \qquad (39)$$

Условия российского налогового законодательства подразумевают отнесение лишь части процентов на расходы организации, поэтому в последней формуле необходима корректировка величины

$i_T = i(1-T)$. Согласно п. 1 ст. 269 главы 25 НК РФ предельная величина процентов, признаваемых расходом, принимается равной ставке рефинансирования ЦБ РФ, увеличенной в 1,8 раза, при оформлении долгового обязательства в рублях.

Тогда формула для NPV изменится следующим образом:

$$\mathrm{NPV} = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} (\mathrm{EBIT}_t(1-T) + D_t)(1 + i_1(1-T) + i_2)^{-t}, \quad (40)$$

где i_1 — предельная величина процентов, признаваемых расходом;

i_2 — величина процентов, не признаваемых расходом в целях налогообложения.

Предельную величину процентов, признаваемых расходом, можно найти как $k\, r_f$, где r_f — ставка рефинансирования ЦБ РФ, а коэффициент $k = 1{,}8$ в 2013 г. Тогда

$$\mathrm{NPV} = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} (\mathrm{EBIT}_t(1-T) + D_t)(1 + k\, r_f(1-T) + i - k\, r_f)^{-t},$$

$$\mathrm{NPV} = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} (\mathrm{EBIT}_t(1-T) + D_t)(1 + i - k\, r_f T)^{-t}, \quad (41)$$

где i — процентная ставка по займам, включающая в себя i_1 и i_2.

Чтобы оценить влияние DTD-рычага на NPV высокотехнологичного проекта R&D, будем изменять соответствующие параметры рычага: амортизацию D, ставку налога на прибыль T и коэффициент k. С этой целью рассмотрим следующий пример. Инвестор оценивает проект R&D с денежным потоком по годам: $I_0 = 2\,100$ ден. ед., $\mathrm{EBIT}_1 = 50$ ден. ед., $\mathrm{EBIT}_2 = 250$ ден. ед., $\mathrm{EBIT}_3 = 450$ ден. ед. Капитальные вложения складываются из приобретения основных средств, которые амортизируются в течение трех лет линейным методом. Проект полностью финансируется банковским кредитом по ставке $i = 15\%$ годовых. Ставка рефинансирования $r_f = 8{,}25\%$. Таким образом, исследуем проект R&D с

$$\mathrm{NPV} = -3D + \frac{\mathrm{EBIT}_1(1-T) + D}{1 + i - k\, r_f T} + \frac{\mathrm{EBIT}_2(1-T) + D}{(1 + i - k\, r_f T)^2} + \\ + \frac{\mathrm{EBIT}_3(1-T) + D}{(1 + i - k\, r_f T)^3}.$$

Результаты симуляции в *Matlab* [1] представлены на рис. 48–55.

По графикам на рис. 48–55 можно сделать следующие выводы:

1. При увеличении амортизации (D) график NPV(T) становится более выпуклым. При этом оптимальная ставка налога на прибыль (T) растет.

2. При увеличении ставки по займу (i) график NPV(T) становится менее выпуклым. При этом оптимальная ставка налога на прибыль (T) уменьшается.

3. При увеличении коэффициента включения процентов по займам в расходы организации (k) график NPV(T) становится более выпуклым. При этом оптимальная ставка налога на прибыль (T) растет.

4. При увеличении ставки рефинансирования (r_f) график NPV(T) становится более выпуклым. При этом оптимальная ставка налога на прибыль (T) растет.

5. Наиболее ощутимый параметр DTD-рычага — это амортизация. При незначительном увеличении амортизации график NPV(T) сильно выгибается вверх, а оптимальная ставка налога на прибыль (T) резко возрастает.

6. Указанные зависимости выполняются только для проектов с высокой долей амортизации. Это высокотехнологичные проекты R&D. Например, это могут быть проекты модернизации оборудования, т. е. замены старого парка оборудования на новый. В этом случае все инвестиции (I_0) направляются на покупку нового оборудования. При этом эффект наблюдается лишь при 100%-м заемном финансировании.

Полученные результаты могут быть полезны финансовым менеджерам и аналитикам компаний, оценивающим и реализующим высокотехнологичные проекты модернизации.

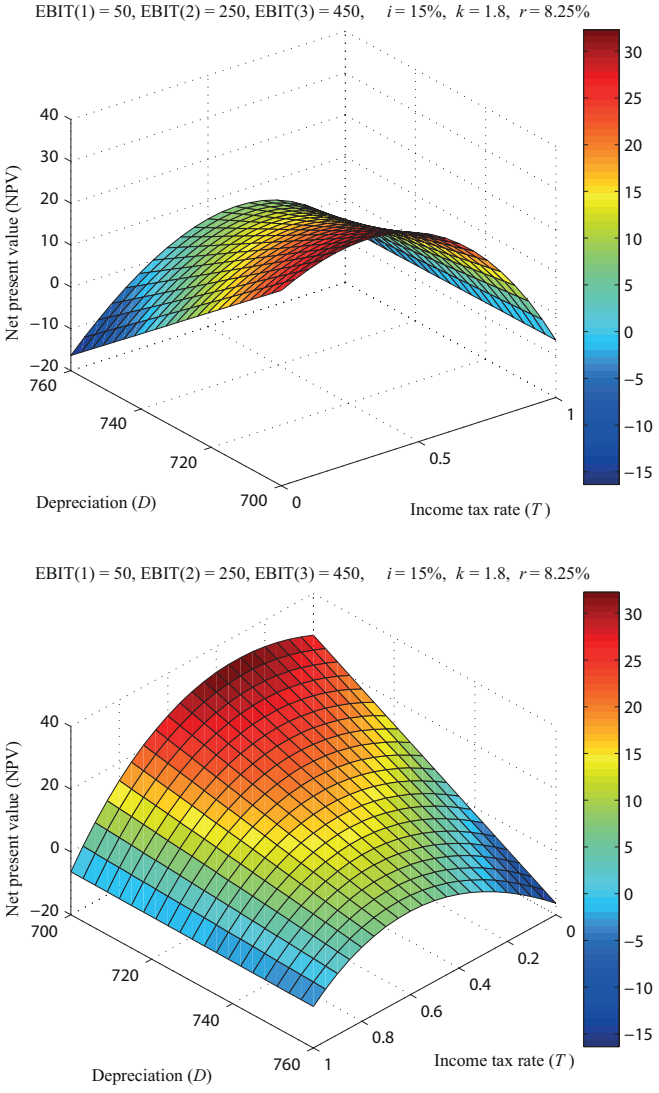


Рис. 48. Влияние изменения амортизации (D)

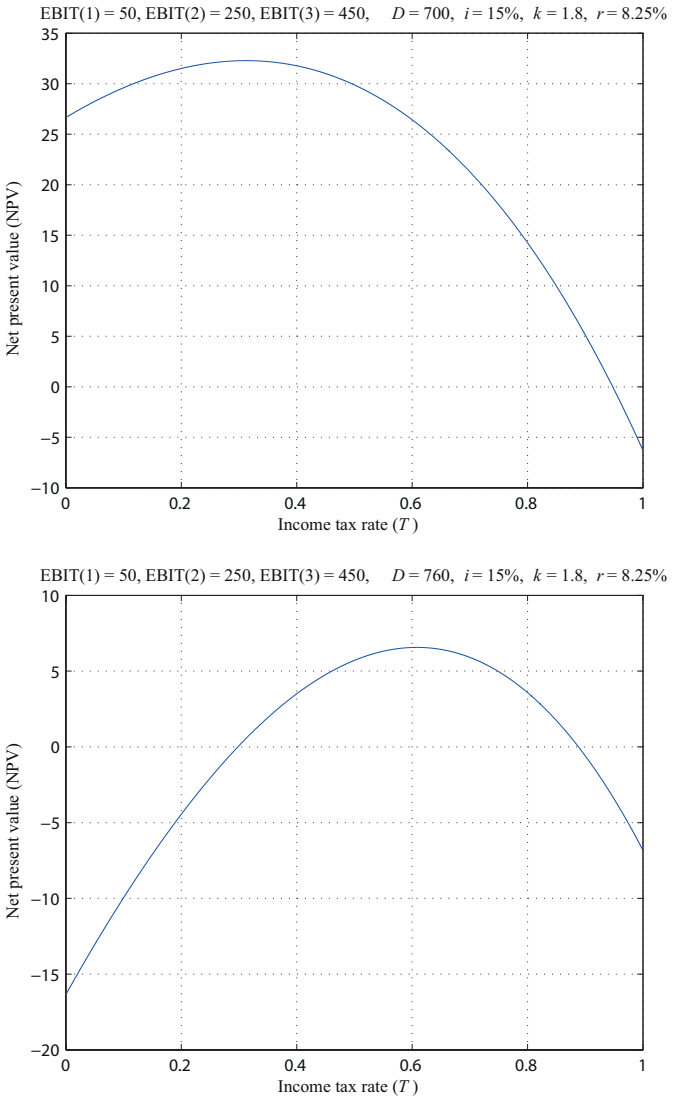


Рис. 49. Влияние изменения амортизации (D)

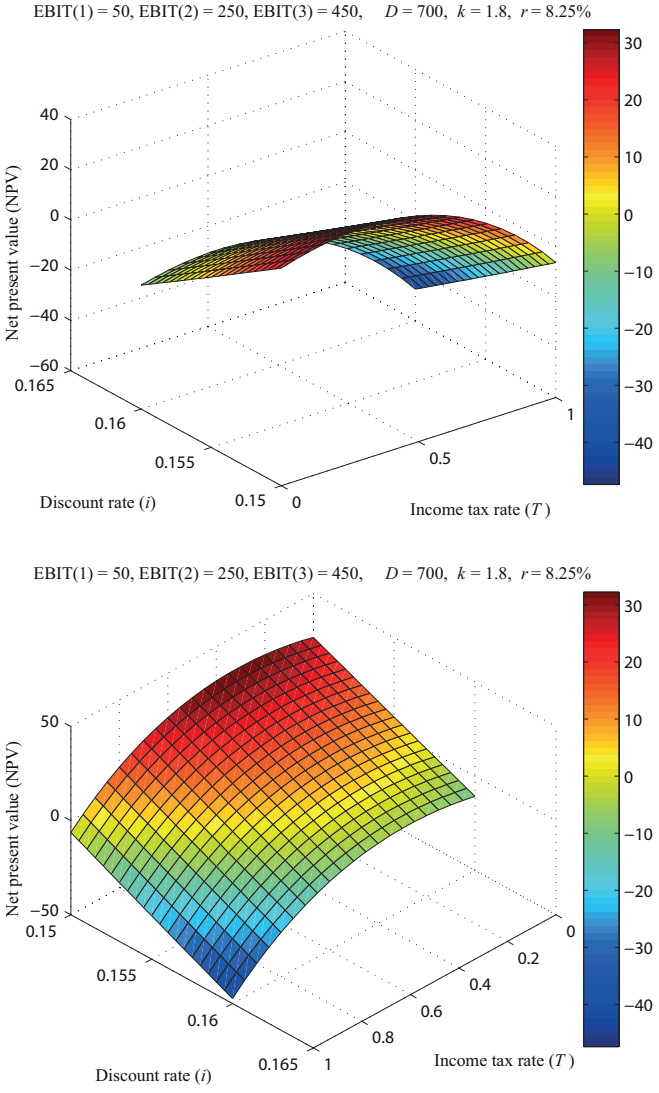


Рис. 50. Влияние изменения процентной ставки по займу (i)

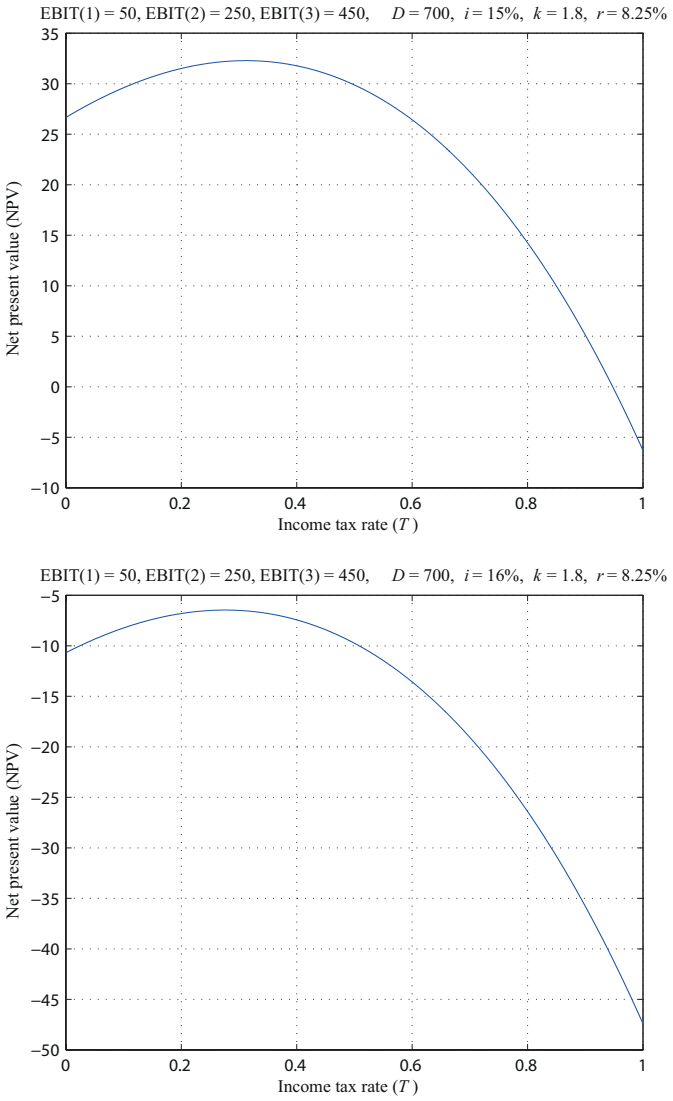


Рис. 51. Влияние изменения процентной ставки по займу (i)

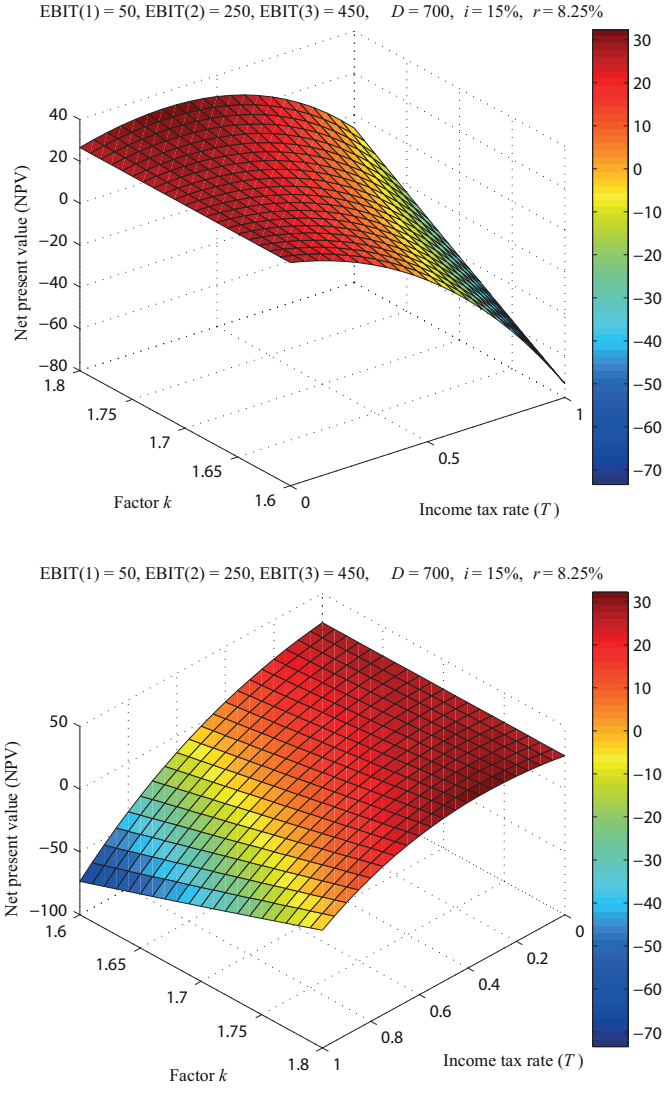
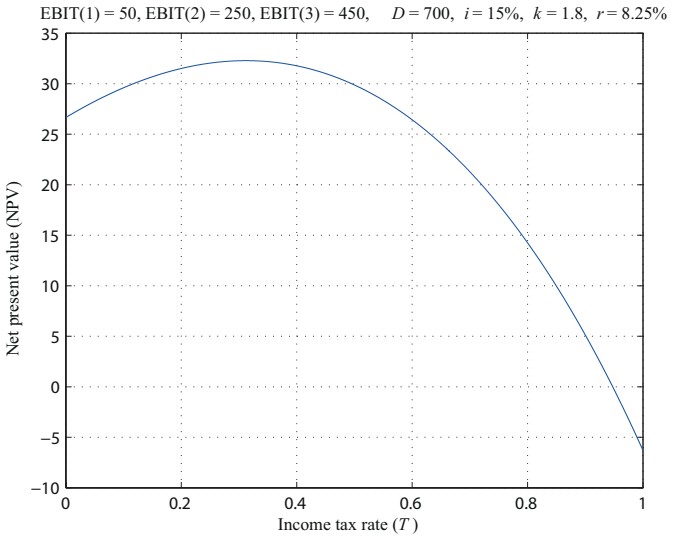


Рис. 52. Влияние изменения коэффициента k



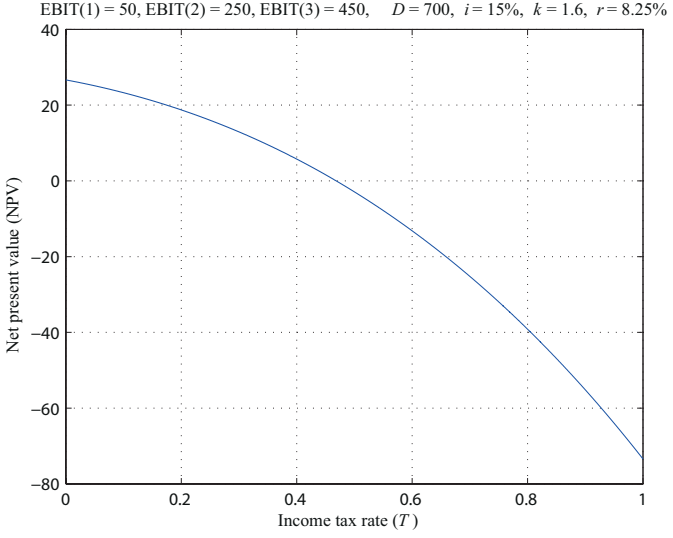


Рис. 53. Влияние изменения коэффициента k

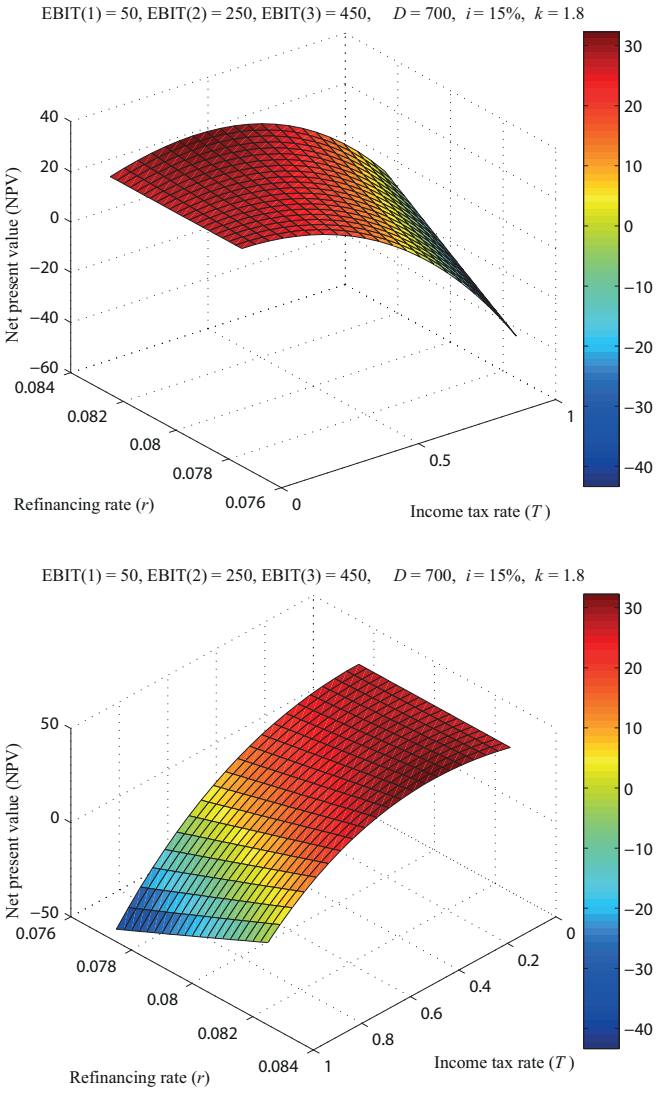


Рис. 54. Влияние изменения ставки рефинансирования (r_f)

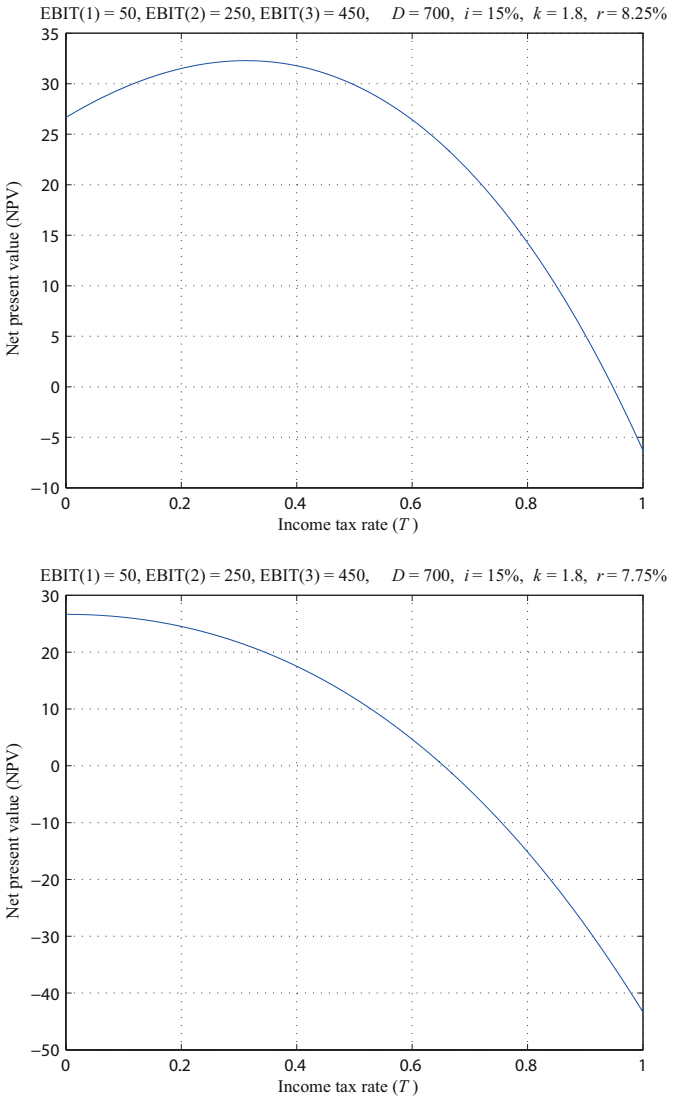


Рис. 55. Влияние изменения ставки рефинансирования (r_f)

Глава 6

Инвестиционное планирование модернизации оборудования методом реальных опционов

6.1. Актуальные проблемы оценки эффективности инновационных проектов методом ROV

В настоящее время технический прогресс во многом обуславливает повышение материального благосостояния общества. Однако при этом важно правильное понимание процессов внедрения технических и технологических инноваций в социальную деятельность человека, прежде всего в сфере экономического развития общества. Таким образом, экономическое внедрение, в первую очередь, технических инноваций, в ведущих и развивающихся компаниях во многом предопределяет успешность функционирования экономики страны, что непосредственно влияет на повышение материального уровня жизни населения.

В Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной Минэкономразвития России в 2010 г. [97], указывается, что "важным инструментом формирования национальных приоритетов технологического развития и объединения усилий бизнеса, науки, государства по их реализации станут технологические платформы.

Содействие формированию и реализации технологических платформ направлено на решение", в числе прочих, "следующих задач:

— усиление влияния бизнеса и общества на определение и реализацию важнейших направлений научно-технологического развития;

— выявление новых научно-технологических возможностей модернизации существующих секторов и формирование новых секторов российской экономики;

— настройка инструментов государственной политики по стимулированию инноваций, поддержке научно-технической деятельности

и процессов модернизации компаний с учетом специфики и вариантов развития отраслей и секторов российской экономики."

В таком контексте создание соответствующих экономических и финансовых технологий успешного внедрения технических инноваций является одной из первоочередных задач производственных компаний. Одним из таких направлений является теория и практика реальных опционов (метод ROV), которые уже достаточно давно используются в бизнесе с того момента, когда опционные технологии фондового рынка были впервые адаптированы к потребностям производства. Сам термин "реальный опцион" ввел в финансовую науку Стюарт Майерс [141]. С тех пор понятие "реального опциона" серьезно прогрессировало, развившись как в отдельное глобальное научное направление, так и в достаточно широкую сферу практического приложения в бизнесе.

Несмотря на широкий охват различных направлений бизнеса технологиями реальных опционов, бум этого метода финансового анализа и стратегического планирования прошел еще в 1990-х годах. Сейчас многие сайты, посвященные реальным опционам, такие, как, например, *www.real-options.com*, выглядят откровенно усталыми, и лишь некоторые из них, такие, как, например, *www.realoptions.org*, продолжают проводить серьезные исследования в этом направлении, но уже в чисто научной сфере, используя для этого все чаще аппарат стохастической финансовой математики.

В выпуске журнала *The Economist* от 14 августа 1999 г. в рамках традиционной странички *Economics Focus* было приведено мнение: реальные опционы смогут получить широкое распространение на практике только после того, как большинство менеджеров будут иметь докторскую степень по прикладной математике. Однако многим ведущим компаниям мира именно использование реальных опционов помогло серьезно обогнать своих конкурентов в бизнесе, значительно увеличив при этом свою рыночную капитализацию. Пожалуй, наиболее ярким примером здесь является компания *Amazon.com*, которую в свое время даже прозвали "шведским столом из реальных опционов" [57].

Разумное понимание этой проблемы, на наш взгляд, должно предполагать поступательность познания истинных потребностей и

задач экономики в целом и бизнеса, в частности. Так, к примеру, уже давно в инструментарий бизнесменов и финансовых аналитиков вошло использование в своей работе компьютерного обеспечения, которое значительно ускоряет процессы принятия управленческих решений. Скажем, построить элементарную линейную регрессию для прогнозирования каких-либо экономических показателей сейчас можно почти в любой программе, в том числе и в *MS-Excel*. Другим примером является использование в финансовых расчетах линейного и целочисленного программирования, которые необходимы в ряде инвестиционных задач. Тем не менее, сама теория этих методов подразумевает серьезные познания в области прикладной математики.

Для реальных опционов тоже уже давно существуют соответствующие программные обеспечения, позволяющие достаточно легко ввести исходные данные в программу и быстро получить конечный результат в виде конечной цифры, означающей, например, стоимость реального опциона, которую затем можно, скажем, прибавить к NPV инвестиционного проекта. Такая процедура уже ни у кого из бизнесменов и аналитиков не вызывает внутреннего неприятия, поскольку она элементарна.

Однако этим вовсе не должно исчерпываться использование реальных опционов в практике ведения бизнеса. Причин для этого, на наш взгляд, две.

1. Многие ученые, например, Джулиан Рош [57], справедливо утверждают, что с реальными опционами связано много чисто технических проблем финансового характера, к числу которых в первую очередь следует отнести то, что значительное число фирм предпочитают иметь в своем арсенале реальные опционы, но при этом их не исполнять. Это приводит к неоправданному завышению ценности инвестиционных и инновационных проектов, которые в реальности могут оказаться даже убыточными. Это негативно влияет на будущую рыночную стоимость такой фирмы.

2. Сам принцип построения и анализа реального опциона должен концентрировать свое внимание прежде всего на постановке финансовой задачи, т. к. неправильно сформулированные инвестором цели однозначно приведут его к ошибочным, а потому неэффективным управленческим решениям. Правильное понимание инвестором то-

го, что он хочет получить от бизнеса, гораздо важнее самих математических методов решения во многом стандартных задач. Попросту говоря, правильная постановка задачи — это уже наполовину решенная задача.

Учет вышеописанных причин поможет переместить основное внимание на более адекватное построение реального опциона в целях решения задачи модернизации оборудования компании. И только после этого возможен выбор наиболее оптимального метода оценки опциона.

6.2. Постановка задачи ROV модернизации оборудования

Реальный опцион на модернизацию оборудования является классическим "опционом на будущее развитие" [45]. При анализе перспектив будущего развития ценность опциона обычно прибавляется к ценности бизнеса или проекта, определенной по традиционной DCF-технологии. В качестве цены исполнения опциона K используются вложения капитала в развитие (расширение, тиражирование опыта). Текущая ценность базисного актива S_0 — это приведенная к сегодняшнему дню оценка денежных потоков, которые генерируются бизнесом (довольно часто она меньше, чем цена исполнения). Время t в моделях применительно к реальным опционам — это срок, в течение которого можно принять решение о расширении бизнеса.

Реальный опцион модернизации оборудования должен быть азиатским, т. е. иметь переменную цену исполнения, например, в зависимости от инфляции, поскольку деньги, в том числе инвестиции, в разные моменты времени стоят по-разному.

Классический фондовый азиатский опцион — это разновидность опциона, при которой цена исполнения определяется на основе средней стоимости базисного актива за определенный период времени. Азиатский опцион еще называют опционом средней цены или среднекурсовым опционом. Как правило, такие опционы заключаются на товары, биржевые индексы, курсы валют и процентные ставки. Азиатские опционы популярны на рынках с высокой волатильностью базисных активов (нефть, цветные металлы и др.) [116].

Отличительная особенность опционов данного типа заключается в том, что цена исполнения (страйк) неизвестна на момент заключения контракта. Один из основных вариантов азиатских опционов подразумевает плавающую цену страйк (она же плавающая ставка) азиатского опциона [116]. В этом случае цена колл-опциона:

$$C(T) = \max\{S(T) - kA(0,T), 0\}, \tag{42}$$

где $A(0,T)$ — среднее значение стоимости базисного актива;

k — взвешивание (обычно 1 исключается из описаний).

Обычно $A(0,T)$ — это среднее арифметическое. При постоянном мониторинге его вычисляют следующим образом:

$$A(0,T) = \frac{1}{T}\int_0^T S(t)\,dt. \tag{43}$$

При дискретном мониторинге в моменты $t_1, t_2, ..., t_n$:

$$A(0,T) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} S(t_i). \tag{44}$$

Существуют также азиатские опционы, где среднее значение вычисляется как среднее геометрическое. При постоянном мониторинге его вычисляют по формуле:

$$A(0,T) = \exp\left\{\frac{1}{T}\int_0^T S(t)\,dt\right\}. \tag{45}$$

Азиатские опционы — это инвестиционные инструменты с умеренным уровнем риска. Так как цена опциона базируется на данных о цене на базисный актив за определенный период, то инвестор имеет возможность сделать рациональное суждение о целесообразности вложений.

В качестве примера рациональной постановки задачи оценки стоимости реального опциона (задачи ROV) будем рассматривать

проект замены оборудования на гидрогеологическом бурении скважин [45]. Этот же пример будем рассматривать в дальнейшем для сравнения различных методов решения задачи ROV.

Итак, ООО "Водяной" оказывает услуги садовым товариществам Подмосковья по бурению скважин на воду. Всего на балансе ООО "Водяной" десять буровых установок, работающих на различных объектах и в различных районах области. Директор фирмы рассматривает возможность существенной модернизации буровых агрегатов, которая позволит сократить текущие издержки, повысить производительность установок и соответственно получать больше заказов от потенциальных клиентов. Для решения поставленной задачи руководством фирмы решено провести обоснование модернизации.

Приведем исходные данные для расчетов по наиболее вероятному сценарию развития событий в расчете на один буровой агрегат (табл. 11).

Никаких дополнительных затрат и выгод, связанных с приростом рабочего капитала, в проекте нет. Норма амортизации техники составляет 20%, по истечении пятилетнего срока чистая ценность от ликвидации оборудования равна нулю.

Все расчеты проводились на реальной основе — в постоянном масштабе цен. Исходные финансовые данные для расчетов представлены в табл. 12.

Расчеты, проведенные финансовым директором по традиционной технологии, показывают невыгодность осуществления модернизации ни на одной, ни тем более на десяти буровых установках (табл. 13).

Каждый из проектов понижает богатство владельцев компании на 1 511,25 долл., что по ее меркам немалая сумма.

Вместе с тем у директора возникли большие сомнения в результатах расчетов, связанные с точностью предсказания денежных потоков. Дело в той неопределенности, которую несут в себе исходные допущения относительно:

а) количества заказов и связанных с этим текущих затрат на один пробуренный метр (возможна экономия на условно-постоянных расходах) и коэффициента использования оборудования;

б) безотказности работы новой техники и периодичности ремонта;

Таблица 11

Исходные экономические данные для расчетов на один буровой агрегат

Наименование показателя	*Значение показателя*	
	Базовый вариант	*Новая техника*
Производительность, м/станко-смену	8,1	12,2
Коэффициент использования оборудования по времени	0,5	0,5
Среднее число смен в году	304	304
Средняя цена одного пробуренного метра, долл.	22	22
Средние текущие затраты на одну станко-смену, долл.	123,4	96,1
Чистые капитальные затраты, включая приобретение новых агрегатов за минусом чистой ликвидационной ценности старых, долл.	—	20 000

Таблица 12

Исходные финансовые данные для расчетов на один буровой агрегат

Наименование показателя	*Значение показателя (% в год)*
WACC компании в реальном выражении	12
Безрисковая ставка	4
Ставка налога на прибыль в РФ	20

Таблица 13

Расчет денежного потока замены одного бурового агрегата

Наименование показателя	*Значение показателя по годам*					
	0	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
1. Производительность, м/станко-смену:						
1.1. Новой техники		12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
1.2. Базы сравнения		8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
2. Коэффициент использования оборудования		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3. Среднее число смен в году		304	304	304	304	304
4. Дополнительный объем, м/год $((1.1 - 1.2) \times 2 \times 3)$		623,2	623,2	623,2	623,2	623,2
5. Средняя цена 1 метра, долл.		22	22	22	22	22
6. Дополнительная выручка в год, долл. (4×5)		13 710,4	13 710,4	13 710,4	13 710,4	13 710,4
7. Средние текущие затраты на 1 станко-смену, долл.:						
7.1. Новой техники		123,4	123,4	123,4	123,4	123,4
7.2. Базы сравнения		96,1	96,1	96,1	96,1	96,1
8. Среднее число смен в году		304	304	304	304	304

Окончание табл. 13

Наименование показателя	*Значение показателя по годам*					
	0	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
9. Дополнительные текущие затраты, долл. в год $((7.1 - 7.2) \times 8)$		8 299,2	8 299,2	8 299,2	8 299,2	8 299,2
10. Дополнительные кап. затраты, долл.	−20 000					
11. Норма амортизации, % 12. Амортизация дополнительных кап. вложений, долл.		20 4 000	20 4 000	20 4 000	20 4 000	20 4 000
13. Дополнительная прибыль в год, долл. $(6 - 9 - 12)$		1 411,2	1 411,2	1 411,2	1 411,2	1 411,2
14. Налог на прибыль (20%), долл.		282,24	282,24	282,24	282,24	282,24
15. Чистый денежный поток проекта (CF), долл. $(13 - 14 + 12)$	−20 000	5 128,96	5 128,96	5 128,96	5 128,96	5 128,96
16. WACC, %		12	12	12	12	12
17. NPV проекта, долл.	$-1\,511,25$	Результат дисконтирования CF по ставке 12%				

в) средней глубины пробуриваемых скважин (оплата происходит не по метражу, а по результату бурения — количеству продуктивных скважин) и др.

В результате точность расчета эффекта имеет средне-квадратическое отклонение $\sigma = 40{,}33\%$ (средне-статистическое σ (%) в долл. США для отрасли "Машиностроение") [45].

Чтобы не рисковать всем бизнесом в целом и получить более точную информацию о результатах проекта, директор ООО "Водяной" решает провести эксперимент: несмотря на негативные результаты расчетов, осуществить модернизацию на одном из буровых агрегатов. Если результат окажется удачным (что будет ясно в течение года), можно будет тиражировать опыт на прочих 9 установках.

Этот подход вызвал умеренно-негативную реакцию со стороны финансового директора — он расценил данное решение как недоверие к качеству проведенных им расчетов. Чтобы его успокоить, пришлось выписать ему премию и отправить в краткосрочный отпуск.

Однако остался вопрос: чья позиция в данной ситуации оказалась более обоснованной — директора или его заместителя по финансам?

Итак, пилотный проект дает нам информацию о том, что может произойти с последующими девятью, и раскрывает неопределенность. Фактически он дает право в течение года вложить деньги еще в девять таких проектов при благоприятных для этого обстоятельствах (положительным результате пилотного проекта). Это право представляет собой колл-опцион на 9 проектов (или 9 опционов, каждый на 1 проект).

Кроме всего прочего следует учесть, что со временем деньги обесцениваются даже за срок в один год. Эта проблема особенно актуальна для развивающихся рынков, каковым является Россия. Однако поскольку финансовые расчеты производятся в долл. США, в дальнейших расчетах необходимо учитывать ставку инфляции в России, взятую в долл. США, которая в среднем за последние годы составляет 3% в год. С учетом этого фактора цена исполнения опциона через год составит величину $K = 20\,600$ долл. Таким образом, мы приходим к модели азиатского опциона, т. е. опциона с изменяющейся ценой исполнения (в данном случае по ставке инфляции).

Также важно отметить, что при вычислении стоимости опциона мы будем использовать риск-нейтральный подход, поскольку он не предполагает вычисление WACC в каждом отдельном году и не нуждается в расчете реальных вероятностей переходов в пространстве событий.

6.3. Решение задачи с использованием модели Блэка–Шоулза

К основным проблемам использования модели Блэка–Шоулза (ОРМ) для оценки реальных опционов необходимо отнести следующие [68, 86, 138, 150]:

1. В ОРМ входит σ доходности контракта, которое точно спрогнозировать не представляется возможным.

2. Если σ прогнозируется экспертами, то возникает проблема достоверности прогноза.

3. ОРМ применима только для европейских опционов.

4. ОРМ создана для условий и ограничений фондового рынка.

Первая проблема особенно актуальна для развивающегося рынка, каковым является Россия. Ее мы решаем, переходя к финансовым расчетам в долл. США. Таким образом, мы можем использовать, как уже указывалось нами ранее, средне-статистическое σ (%) в долл. США для отрасли "Машиностроение". В целях еще большего уточнения расчетов мы можем его еще скорректировать для условий реализации проекта в России. Однако сама по себе такая корректировка также обладает своей неопределенностью, которую опять же точно оценить проблематично. В данном случае действует один из основных принципов оценки волатильности, который используется в стохастической финансовой математике, а именно, принцип "волатильность сама по себе волатильна" [80].

Вторая проблема также обусловлена условиями реализации проекта в России. Здесь субъективные оценки экспертов тоже значительно волатильны.

Третья проблема накладывает уже более серьезный отпечаток на достоверность оценки стоимости реального опциона, поскольку в реальности мы подразумеваем, что можем его исполнить, когда захотим (в пределах анализируемого срока опциона). Таким образом,

разумнее анализировать американский опцион. Однако, как указывают многие авторы, например, М. А. Лимитовский [45], в этом случае ОРМ может быть применена для консервативной оценки американского реального опциона, т. е. цена европейского опциона является нижним пределом для цены американского опциона с такими же условиями выпуска.

Четвертая проблема, пожалуй, наиболее серьезная, однако приближенно ее можно решить тем же методом, что и третью.

Формальная запись ОРМ, выведенной для оценки премии по европейскому колл-опциону [114], выглядит следующим образом:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - K\mathrm{e}^{-rT} N(d_2), \tag{46}$$

$$d_1 = \frac{\ln \dfrac{S_0}{K} + \left(r + \dfrac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}, \tag{47}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}, \tag{48}$$

где C_0 — текущая цена колл-опциона;

S_0 — текущая цена базисного актива (предполагается, что актив не приносит текущего дохода, т. е. дивиденда или купона);

K — цена исполнения опциона (цена “strike”);

r — непрерывная годовая ставка безрисковой доходности (сила роста);

T — время до исполнения опциона (в годах);

σ — средне-квадратическое отклонение цены базисного актива за год;

$N(d)$ — кумулятивная функция нормального распределения.

Заметим, что σ в рассматриваемом примере не меняется по причине короткого срока реального опциона — один год. Таким образом, оцениваем азиатский реальный опцион с постоянной волатильностью бизнеса. Проделаем это в табл. 14 по формулам (46)–(48).

Таким образом, прав оказался директор ООО “Водяной”: несмотря на кажущуюся невыгодность модернизации, эксперимент вполне оправдан.

Таблица 14

Оценка азиатского реального опциона с постоянной волатильностью бизнеса с использованием ОРМ

Параметры и показатели	*Значения параметров и показателей*
Количество опционов в проекте	9
S_0 по каждому опциону, долл.	18 488,75 (PV денежных притоков проекта)
K по каждому опциону, долл.	20 600 (инвестиции)
r	0,04 (безрисковая непрерывная ставка)
T	1 (срок опционов — 1 год)
σ	0,4033
d_1	0,029678
d_2	−0,370322
$N(d_1)$	0,511871
$N(d_2)$	0,355581
C_0, долл.	2 426,1
NPV проекта с опционами, долл.	$20\,323{,}67 = 2\,426{,}1 \cdot 9 - 1\,511{,}25$

6.4. Решение задачи с использованием биномиальной модели

В целях уточнения расчетов ROV в нашем примере необходимо решить оставшиеся две проблемы, которые мы имели в модели Блэка–Шоулза (OPM):

1. OPM применима только для европейских опционов.

2. OPM создана для условий и ограничений фондового рынка.

Их можно решить, используя в расчетах, например, биномиальную модель, несколько модифицированную нами [68, 86, 138, 150]. Первая модификация заключается в изменении цены исполнения реального опциона через определенный период времени в зависимости от инфляции за соответствующее число прошедших периодов. Вторая модификация заключается в практической возможности отследить моменты времени, выгодные для досрочного исполнения реального опциона, т. е. в определении узлов биномиального дерева, где цена "мертвого" (исполненного) опциона выше цены "живого" (не исполненного) опциона.

Применим данную модифицированную биномиальную модель к решению задачи ROV модернизации оборудования. Главной особенностью ее применения является адекватный переход от непрерывного процесса к дискретному, используя для этого уже известную нам постоянную волатильность σ.

Классический подход Кокса, Росса и Рубинштейна [118] (CRR-модель) предполагает переход согласно уравнениям:

$$u = \mathrm{e}^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \tag{49}$$

$$d = \mathrm{e}^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}, \tag{50}$$

$$p = \frac{\mathrm{e}^{r\Delta t} - d}{u - d}, \tag{51}$$

где u — темп повышения стоимости базисного актива;

d — темп понижения стоимости базисного актива;

p — псевдовероятность события u;

$1 - p$ — псевдовероятность события d;

σ — средне-квадратическое отклонение цены базисного актива за год;

Δt — временной шаг между узлами биномиальной решетки (в годах);

r — непрерывная годовая ставка безрисковой доходности (сила роста).

Крупнейшим недостатком CRR-модели является то, что она теряет устойчивость, если $\Delta t > \sigma^2/r^2$, и, как следствие, в расчетах могут возникнуть отрицательные псевдовероятности [156].

В целях более точного моделирования с более длительным временным шагом биномиальное дерево согласно точке зрения Ябура, Крамина, Янга [133] и Халла [132] может быть построено в соответствии с уравнениями:

$$u = \mathrm{e}^{\sqrt{\mathrm{e}^{\sigma^2 \Delta t} - 1} + r\Delta t}, \tag{52}$$

$$d = \mathrm{e}^{-\sqrt{\mathrm{e}^{\sigma^2 \Delta t} - 1} + r\Delta t}, \tag{53}$$

$$p = \frac{\mathrm{e}^{r\Delta t} - d}{u - d}. \tag{54}$$

Это дерево можно рассматривать в качестве дополнения к CRR-параметризации. В этом случае, оба скачка — вверх (u) и вниз (d) немного изменяются. В результате центральная линия дерева следует безрисковой ставке. Еще одним преимуществом является то, что эта параметризация также всегда стабильна независимо от длины временного шага Δt [126].

Используя модель (52)–(54) для $\Delta t = 0{,}25$ года, получаем следующую параметризацию в рассматриваемом нами примере:

$$u = 1{,}236169, \qquad d = 0{,}825293,$$
$$p = 0{,}449666, \qquad 1 - p = 0{,}550334.$$

В результате согласно значениям u и d получаем биномиальное дерево для изменения стоимости S_t базисного актива (PV денежных притоков пилотного проекта) в долл. (рис. 56). На этом же рисунке отобразим изменение цены исполнения опциона (K_t) по квартальной ставке инфляции $i = \sqrt[4]{1{,}03} - 1 = 0{,}007417$.

В биномиальной CRR-модели цену "живого" опциона [36, 37] можно рассчитать по формуле

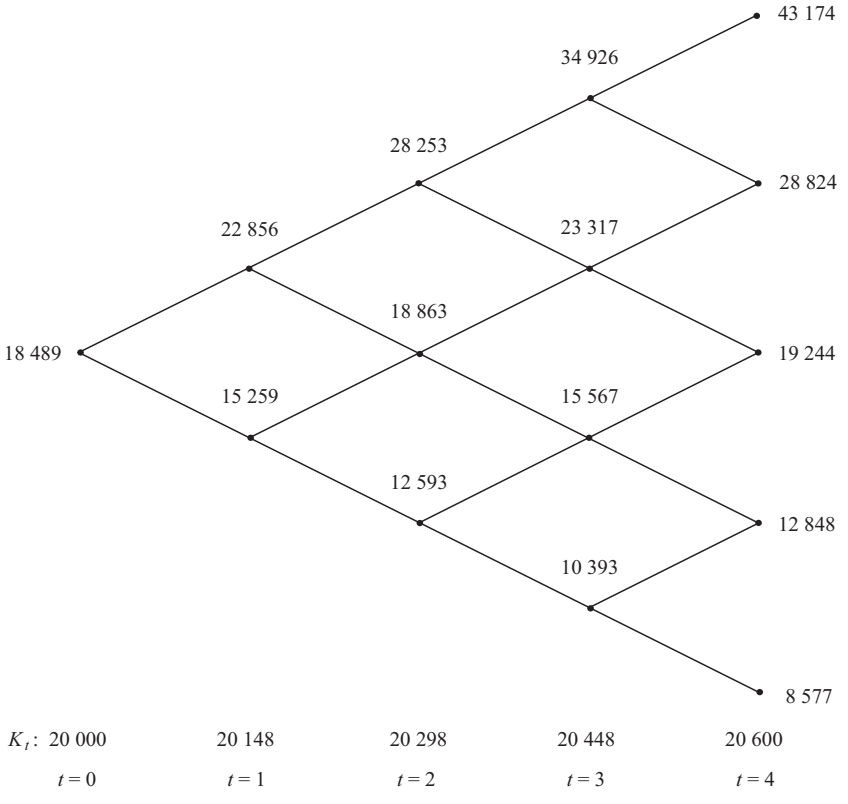


Рис. 56. Биномиальное дерево изменения цены базисного актива (долл.)

$$C_t^N = \frac{p\,C_{t+1,u} + (1-p)\,C_{t+1,d}}{\mathrm{e}^{\,r\Delta t}}. \tag{55}$$

Таким образом, можно оценить стоимость опциона в любом периоде t, если известны $C_{t+1,u}$ и $C_{t+1,d}$ в следующем периоде $t+1$.

Поскольку мы рассматриваем колл-опцион, то в каждом периоде t цена "мертвого" опциона [37] вычисляется по формуле

$$C_t^A = \max\bigl\{S_t - K_t, 0\bigr\}. \tag{56}$$

Используя формулы (55) и (56), можно последовательно рассчитать цены опциона, начиная с четвертого квартала и заканчивая настоящим моментом времени (рис. 57). При этом в каждом узле биномиального дерева в целях последовательного расчета из цен C_t^N и C_t^A выбирается максимальная.

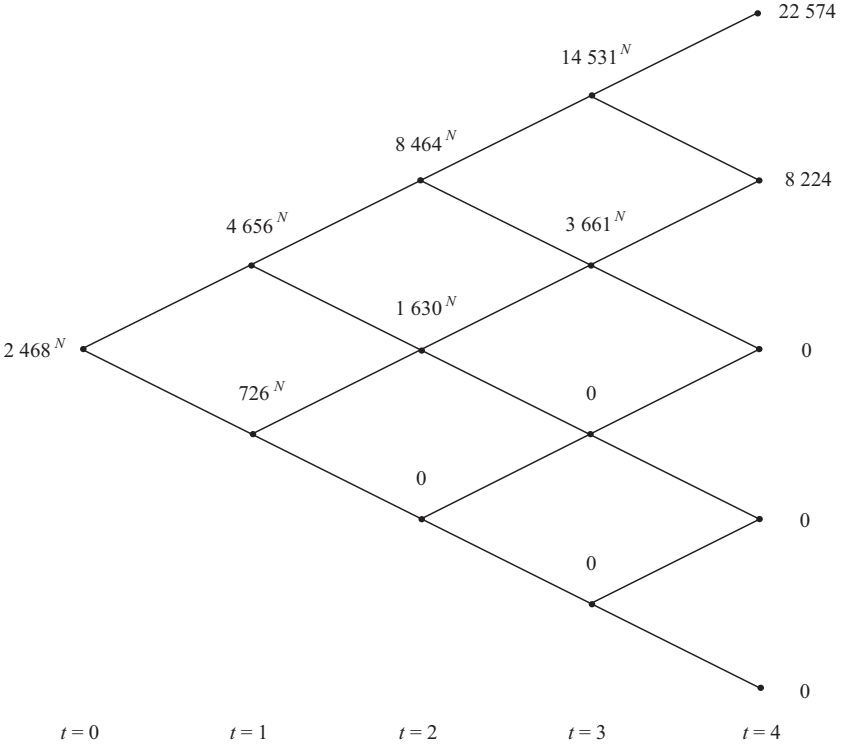


Рис. 57. Биномиальное дерево изменения цены реального опциона (долл.)

Например, в 3-м квартале ($t = 3$) в самом верхнем узле цена опциона вычисляется следующим образом. Сначала по формуле (55) рассчитывается цена “живого” опциона:

$$C^N_{3,u^3} = \frac{0{,}449666\,(43\,174 - 20\,600) + 0{,}550334\,(28\,824 - 20\,600)}{\mathrm{e}^{\,0{,}04\cdot 0{,}25}} =$$
$$= 14\,531 \text{ (долл.)}.$$

Затем по формуле (56) вычисляется цена "мертвого" опциона:

$$C^A_{3,u^3} = 34\,926 - 20\,448 = 14\,478 \text{ (долл.)}.$$

Дороже получился "живой" опцион, поэтому его цена выбирается с целью вычисления более ранней цены опциона.

По этому принципу строится все биномиальное дерево на рис. 57. При этом в нашем примере получилось, что везде выгоднее для инвестора "живой" опцион. Однако на практике может возникнуть и другая ситуация, т. е. в каких-то узлах дерева может быть дороже "мертвый" опцион, что свидетельствует о необходимости его досрочного исполнения в данном узле. На это может повлиять ставка инфляции i, которая изменит цены исполнения опциона K_t. Также подобный эффект может дать изменение параметров u и d.

В результате, работая по дереву от его конца к началу, мы можем получить цену данного опциона пилотного проекта в нуле. Она составит величину $C_0 = 2\,468$ долл. Тогда NPV проекта модернизации оборудования с 9-ю опционами составит

$$\text{NPV} = 2\,468 \cdot 9 - 1\,511{,}25 = 20\,700{,}75 \text{ (долл.)},$$

что несколько больше результата расчета согласно ОРМ. Это уточненная оценка эффекта проекта.

6.5. Решение задачи с использованием триномиальной модели

Применение биномиальной CRR-модели, пусть даже и уточненной с помощью уравнений (52)–(54), обладает определенным набором недостатков, связанных прежде всего с ситуацией изменения волатильности бизнеса во времени [126]. Однако есть также существенный недостаток, заключающийся в том, что в случае очень малой или даже несуществующей волатильности в течение некоторого

периода времени любое движение отклонения цены базисного актива вверх или вниз от ожидаемого значения в будущем, т. е. увеличения по безрисковой ставке ($S_{t+1,m} = S_{t,m}\mathrm{e}^{\,r\Delta t}$), сделает построение биномиального дерева невозможным [126].

Триномиальное дерево построено при одновременном выборе таких параметров, которые устанавливают разумное пространство состояний, имея в виду разумные вероятности перехода между узлами дерева. Кроме того, рекомбинация дерева установлена так, что $ud = du = m^2 = \mathrm{e}^{\,2r\Delta t}$, потому что в противном случае повышение дискретности системы не будет приводить к небольшой или даже нулевой волатильности. Триномиальное дерево всегда стабильно независимо от длины шага во времени. Уравнения для описания стохастических процессов движений вверх и вниз являются более точными, даже с более длинными шагами во времени. Это необходимо потому, что временные шаги для оценки реального опциона выбираются, исходя из управленческой практичности, так, чтобы они были длиннее, чем это обычно бывает в финансовых опционах.

Триномиальные деревья являются другим дискретным представлением движения цены базисного актива, аналогичным биномиальным деревьям. Триномиальные решетки имеют три параметра скачков u, m и d и три соответствующие им вероятности p_u, p_m и p_d. В течение этого времени шаг цены актива может перейти к одному из трех узлов: с вероятностью p_u в верхний узел до значения S_u, с вероятностью p_m к середине узла до значения S_m и в нижний узел до значения S_d с вероятностью p_d. Мы предполагаем, что сумма вероятностей равна единице, поэтому мы устанавливаем $p_m = 1 - p_u - p_d$. В конце каждого шага во времени есть пять неизвестных параметров: две вероятности p_u и p_d и три узла цены S_u, S_m и S_d.

При этом небольшая модификация, предложенная Ябуром, Крамином, Янгом [133] и Халлом [132], заключается в использовании более точной оценки отклонения в соответствии с уравнением

$$\sqrt{\mathrm{e}^{\,\sigma^2\Delta t} - 1} \approx \sigma\sqrt{\Delta t} \tag{57}$$

вместо $\sigma\sqrt{\Delta t}$. После этих изменений согласно точке зрения Хаателы [126] построение параметра триномиальной решетки приводит к

улучшенной общей форме параметризации для всех вероятностей переходов и размеров скачков u, m и d в соответствии с уравнениями:

$$p_u = \frac{m^2(V-1)}{u^2 + md - um - ud}, \tag{58}$$

$$p_d = p_u \frac{m-u}{d-m}, \tag{59}$$

$$p_m = 1 - p_u - p_d, \tag{60}$$

$$u = \mathrm{e}^{r\Delta t + \sqrt{\mathrm{e}^{(\lambda\sigma)^2\Delta t} - 1}}, \tag{61}$$

$$d = \mathrm{e}^{r\Delta t - \sqrt{\mathrm{e}^{(\lambda\sigma)^2\Delta t} - 1}}, \tag{62}$$

$$m = \mathrm{e}^{r\Delta t}, \tag{63}$$

$$V = \mathrm{e}^{\sigma^2\Delta t}, \tag{64}$$

где оправданное значение дисперсионного параметра λ составляет 1,12 [126]. Это делает пространство состояний плотным и обеспечивает достаточно хорошие вероятности переходов между узлами триномиальной решетки (дерева).

Движения вверх (61) и вниз (62), которые определяют пространство состояний, рассчитываются в соответствии с наибольшей волатильностью в течение инвестиций так, что $\sigma = \max \sigma_t$. Эти значения u и d используются для всего пространства состояний в течение всех периодов времени независимо от изменения волатильности. Тем не менее, вероятности перехода, вычисленные в соответствии с (58)–(60), справедливы только для периода времени с наивысшей волатильностью. В нашем примере предполагается постоянная во времени волатильность бизнеса, что существенно упрощает наши расчеты.

Используя модель (58)–(64) для $\Delta t = 0{,}25$ года, получаем следующую параметризацию в рассматриваемом нами примере:

$$u = 1{,}267238, \qquad d = 0{,}805059, \qquad m = 1{,}01005, \qquad V = 1{,}040811,$$
$$p_u = 0{,}350268, \qquad p_d = 0{,}439457, \qquad p_m = 0{,}210275.$$

В результате согласно значениям u, m и d получаем триномиальное дерево для изменения стоимости S_t базисного актива (PV денежных притоков пилотного проекта) в долл. (табл. 15). В этой же

таблице покажем изменение цены исполнения опциона (K_t) по квартальной ставке инфляции $i = \sqrt[4]{1{,}03} - 1 = 0{,}007417$.

Таблица 15

Триномиальная решетка изменения цены базисного актива (долл.)

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
S_t					47 681
				37 626	28 004
			29 691	29 989	30 291
		23 430	23 665	23 903	24 144
	18 489	18 675	18 862	19 052	19 244
		14 885	15 035	15 186	15 338
			11 983	12 103	12 225
				9 647	9 744
					7 766
K_t	20 000	20 148	20 298	20 448	20 600

В триномиальной модели цену "живого" опциона [126] можно рассчитать по формуле

$$C_t^N = \frac{p_u C_{t+1,u} + p_m C_{t+1,m} + p_d C_{t+1,d}}{\mathrm{e}^{\,r\Delta t}}. \qquad (65)$$

Таким образом, можно оценить стоимость опциона в любом периоде t, если известны $C_{t+1,u}$, $C_{t+1,m}$ и $C_{t+1,d}$ в следующем периоде $t+1$.

Поскольку мы рассматриваем колл-опцион, то в каждом периоде t цена "мертвого" опциона (C_t^A) вычисляется так же, как и в случае биномиальной модели, т. е. по формуле (56).

Используя формулы (65) и (56), можно последовательно рассчитать цены опциона, начиная с четвертого квартала и заканчивая настоящим моментом времени (табл. 16). При этом в каждом узле триномиальной решетки, как и биномиальной, в целях последовательного расчета из цен C_t^N и C_t^A выбирается максимальная.

Таблица 16

Триномиальная решетка изменения цены реального опциона (долл.)

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
C_t					27 081
				$17\,231^N$	17 404
			$9\,756^N$	$9\,595^N$	9 691
		$5\,094^N$	$4\,715^N$	$4\,098^N$	3 544
	$2\,510^N$	$2\,170^N$	$1\,677^N$	$1\,229^N$	0
		670^N	426^N	0	0
			0	0	0
				0	0
					0

Например, в 3-м квартале ($t = 3$) в самом верхнем узле цена опциона вычисляется следующим образом. Сначала по формуле (65) рассчитывается цена "живого" опциона:

$$C^N_{3,u^3} = \big[0{,}350268\,(47\,681 - 20\,600) + 0{,}210275\,(38\,004 - 20\,600) + \\ + 0{,}439457\,(30\,291 - 20\,600)\big]\,\mathrm{e}^{-0{,}04\cdot 0{,}25} = 17\,231 \text{ (долл.)}.$$

Затем по формуле (56) вычисляется цена "мертвого" опциона:

$$C^A_{3,u^3} = 37\,626 - 20\,448 = 17\,178 \text{ (долл.)}.$$

Дороже получился "живой" опцион, поэтому его цена выбирается с целью вычисления более ранней цены опциона.

По этому принципу строится все триномиальное дерево в табл. 16. При этом в нашем примере снова получилось, что везде выгоднее для инвестора "живой" опцион. Возможность возникновения другой ситуации описана нами ранее для биномиального дерева.

В результате, работая по дереву от его конца к началу, мы можем получить цену данного опциона пилотного проекта в нуле. Она составит величину $C_0 = 2\,510$ долл. Тогда NPV проекта модернизации оборудования с 9-ю опционами составит

$$\text{NPV} = 2\,510 \cdot 9 - 1\,511{,}25 = 21\,078{,}75 \text{ (долл.)},$$

что даже больше результата расчета согласно биномиальной модели. Это еще более точная оценка эффекта проекта.

6.6. Предварительные выводы

Проведем сравнение результатов трех описанных моделей оценки азиатского реального опциона модернизации оборудования компании с постоянной волатильностью бизнеса. Напомним, что в целях анализа использовались три модели:

1. Модель Блэка–Шоулза (ОРМ).
2. Уточненная биномиальная модель (ВТМ).
3. Триномиальная модель (ТТМ).

Сравнение цен опциона в исследуемом примере дает следующие результаты:

$$C_0 = \left\{ \begin{matrix} 2\,426 & < & 2\,468 & < & 2\,510 \\ (\text{ОРМ}) & & (\text{ВТМ}) & & (\text{ТТМ}) \end{matrix} \right\}.$$

Тогда NPV проекта модернизации оборудования компании с 9-ю опционами составит:

$$\text{NPV} = \left\{ \begin{matrix} 20\,324 & < & 20\,701 & < & 21\,079 \\ (\text{ОРМ}) & & (\text{ВТМ}) & & (\text{ТТМ}) \end{matrix} \right\}.$$

Данные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Модель Блэка–Шоулза, действительно, является нижним пределом для цены американского опциона с такими же условиями выпуска, как и европейский.

2. При постоянной волатильности бизнеса σ, что позволяет нам сделать условие существования опциона в течение всего одного года, разница в оценках по разным моделям незначительна.

3. Реальный опцион модернизации оборудования должен быть азиатским, т. е. иметь переменную цену исполнения, например, в зависимости от инфляции, поскольку деньги, в том числе инвестиции, в разные моменты времени стоят по-разному.

4. В промежуточных расчетах в узлах деревьев всегда необходимо сравнивать цену “живого” и “мертвого” опциона и выбирать тот, который дороже. Это позволяет кроме всего прочего отследить возможности досрочной реализации опциона.

5. Наиболее важным практическим выводом является то, что наиболее точную оценку азиатского реального опциона с постоянной волатильностью бизнеса позволяет получить триномиальная модель. В исследуемом примере денежный выигрыш за счет этого незначителен, однако на практике могут возникнуть ситуации, в которых выигрыш может быть большим вплоть до того, что разные модели могут привести как к положительным, так и к отрицательным NPV с опционами. А это, в свою очередь, существенно повлияет на принятие управленческого решения в отношении инвестиций.

6.7. Влияние высокой инфляции на решение задачи

Основным лозунгом применения реальных опционов в бизнесе является фраза “риск — не угроза, а ресурс”. Он является, действительно, справедливым, поскольку именно реальные опционы повышают инвестиционную привлекательность инновационных проектов в силу возникающей при этом гибкости в отношении управленческих решений. Однако использовать данный ресурс следует разумно, для чего требуется достаточная точность финансовой оценки реального опциона. Именно по этой причине зарубежные технологии использования реальных опционов нельзя напрямую переносить на российский финансовый рынок. Их следует адаптировать прежде всего по двум наиболее важным направлениям: 1) дальнейшая адаптация финансовых опционов к условиям производства таким образом, чтобы превратить их в адекватные производству реальные опционы; 2) учет фактора повышенного риска российского рынка посредством применения на практике реальных *азиатских* опционов, т. е. опционов с изменяющейся ценой исполнения.

Одним из базовых отличий реальных опционов от традиционных технологий инвестиционного анализа является то, что для их оценки не требуется знать цену капитала инвестиционного или инновационного проекта. В силу применяемого в них риск-нейтрального подхода

требуется знать лишь безрисковую ставку по инвестициям. За рубежом подобный ориентир всегда имеется в распоряжении финансовых аналитиков. Например, в США в качестве такового применяется ставка по казначейским облигациям. В других развитых странах часто применяют ставку LIBOR. В России решение этого вопроса гораздо сложнее, т. к. даже государственные облигации не считаются абсолютно безрисковыми. Поэтому за неимением лучшего практики нередко предпочитают брать в качестве безрисковой ставки ставку рефинансирования. Но такой подход может и, действительно, должен искажать результаты оценки реальных опционов. Причина заключается в том, что за рубежом инфляция несколько превышает безрисковую ставку, а в России наоборот — реальная инфляция превышает ставку рефинансирования. Под реальной здесь мы понимаем инфляцию, рекомендованную М. А. Лимитовским в его книге "Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках" [45]. Он предлагает для анализа брать ставку инфляции в России 25–30% годовых. Как известно, настоящая ставка рефинансирования в России составляет 8,25% годовых, что и порождает рассматриваемый нами финансовый парадокс.

Как будет показано далее, обозначенный парадокс приводит к тому, что, используя для оценки проекта *азиатский* реальный опцион, мы получаем в результате в узлах биномиальной и триномиальной решеток в качестве более высокой цены реального опциона достаточно часто цену "мертвого", а не "живого" опциона. Ранее мы показали, что наиболее точным методом оценки реальных опционов является триномиальная модель (по сравнению с моделью Блэка–Шоулза и биномиальной моделью). Действительно, чем больше мы можем знать о будущем, тем точнее будет прогнозирование цены опциона. В этом как раз и заключается преимущество триномиальной решетки по сравнению с биномиальной. Модель же Блэка–Шоулза может применяться в качестве пессимистической оценки реального опциона [45]. При этом рассматриваемый пример дал нам в качестве наиболее высокой оценки опциона как раз наиболее реалистичную, т. е. основанную на триномиальной решетке. Ответ на вопрос, будет ли этот результат таким же в случае рассматриваемого нами финансового парадокса, является темой дальнейшего исследования.

Итак, каждый из 10 проектов модернизации оборудования ООО "Водяной" понижает богатство владельцев на NPV $= -1\,511{,}25$ долл. Однако один пилотный проект дает нам информацию о том, что может произойти с последующими девятью, и раскрывает неопределенность. Это право представляет собой колл-опцион на 9 проектов (или 9 опционов, каждый на 1 проект).

Кроме всего прочего следует учесть, что со временем деньги обесцениваются, даже за срок, равный одному году. Эта проблема особенно актуальна для развивающихся рынков, каковым является Россия. Таким образом, мы приходим к модели азиатского опциона, т. е. опциона с изменяющейся ценой исполнения (в данном случае по ставке инфляции $i = 25\%$ годовых).

Для того, чтобы учесть все необходимые для расчетов российские экономические особенности, следует входные параметры данного примера пересчитать в рублях. Предположим, что оценка производится в июле 2013 г., когда доллар стоил примерно 32,5 руб. Тогда текущая цена базисного актива (PV денежных притоков проекта) составит

$$S_0 = 18\,488{,}75 \cdot 32{,}5 = 600\,884 \text{ (руб.)}.$$

Цена исполнения опциона (инвестиции в проект) на конец года с учетом инфляции будет равна

$$K = 20\,000 \cdot 32{,}5 \cdot 1{,}25 = 812\,500 \text{ (руб.)}.$$

Непрерывная годовая ставка безрисковой доходности (сила роста) равна

$$r = \ln(1 + r_f) = \ln 1{,}0825 = 0{,}079273 \ (7{,}9273\%).$$

Средне-квадратическое отклонение цены базисного актива за год также необходимо пересчитать с учетом коэффициента корректировки на риск для России, равного 1,85 [45]:

$$\sigma = 0{,}4033 \cdot 1{,}85 = 0{,}746105 \ (74{,}6105\%).$$

Наконец, NPV проекта без опционов составит

$$\text{NPV} = -1\,511{,}25 \cdot 32{,}5 = -49\,116 \text{ (руб.)}.$$

Теперь оценим опцион в рублях, используя для этого три модели:
1. Модель Блэка–Шоулза (ОРМ).
2. Уточненная биномиальная модель (ВТМ).
3. Триномиальная модель (ТТМ).

Решение задачи с использованием модели Блэка–Шоулза

В рассматриваемом примере σ не меняется по причине короткого срока реального опциона — один год. Поэтому оцениваем азиатский реальный опцион с постоянной волатильностью бизнеса. Проделаем это в табл. 17 по формулам (46)–(48).

Решение задачи с использованием биномиальной модели

Используя модель (52)–(54) для $\Delta t = 0{,}25$ года, получаем следующую параметризацию в рассматриваемом нами примере:

$$u = 1{,}501154, \qquad d = 0{,}693088,$$
$$p = 0{,}404581, \qquad 1 - p = 0{,}595419.$$

В результате согласно значениям u и d получаем биномиальное дерево для изменения стоимости S_t базисного актива (PV денежных притоков пилотного проекта) в руб. (рис. 58). На этом же рисунке отобразим изменение цены исполнения опциона (K_t) по квартальной ставке инфляции $i = \sqrt[4]{1{,}25} - 1 = 0{,}057371$.

Используя формулы (55) и (56), можно последовательно рассчитать цены опциона, начиная с четвертого квартала и заканчивая настоящим моментом времени (рис. 59). При этом в каждом узле биномиального дерева в целях последовательного расчета из цен C_t^N и C_t^A выбирается максимальная.

В результате, работая по дереву от его конца к началу, мы можем получить цену данного опциона пилотного проекта в нуле. Она составит величину $C_0 = 144\,056$ руб. Тогда NPV проекта модернизации оборудования с 9-ю опционами составит

$$\text{NPV} = 144\,056 \cdot 9 - 49\,116 = 1\,247\,388 \text{ (руб.)},$$

что несколько больше результата расчета согласно ОРМ. Это уточненная оценка эффекта проекта.

Таблица 17

Оценка азиатского реального опциона с постоянной волатильностью бизнеса с использованием ОРМ

Параметры и показатели	*Значения параметров и показателей*
Количество опционов в проекте	9
S_0 по каждому опциону, руб.	600 884 (PV денежных притоков проекта)
K по каждому опциону, руб.	812 500 (инвестиции)
r	0,079273 (безрисковая непрерывная ставка)
T	1 (срок опционов — 1 год)
σ	0,746105
d_1	0,074916
d_2	−0,671189
$N(d_1)$	0,529866
$N(d_2)$	0,251034
C_0, руб.	129 966
NPV проекта с опционами, руб.	$1\,120\,578 = 129\,966 \cdot 9 - 49\,116$

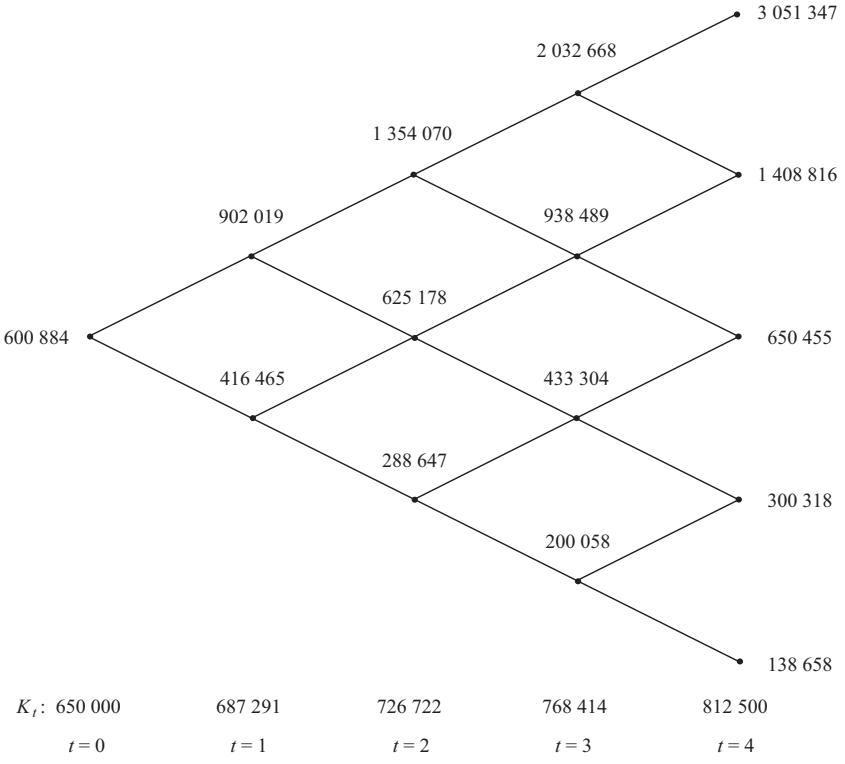


Рис. 58. Биномиальное дерево изменения цены базисного актива (руб.)

Решение задачи с использованием триномиальной модели

Используя модель (58)–(64) для $\Delta t = 0{,}25$ года, получаем следующую параметризацию в рассматриваемом нами примере:

$$u = 1{,}578623, \qquad d = 0{,}659076, \qquad m = 1{,}020016, \qquad V = 1{,}149317,$$
$$p_u = 0{,}302443, \qquad p_d = 0{,}468074, \qquad p_m = 0{,}229483.$$

В результате согласно значениям u, m и d получаем триномиальное дерево для изменения стоимости S_t базисного актива (PV де-

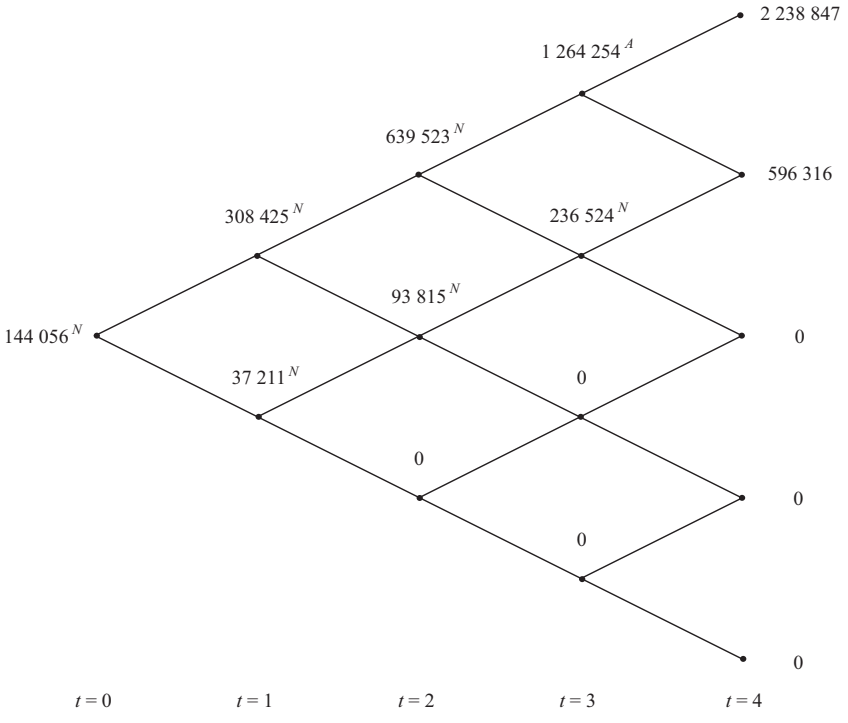


Рис. 59. Биномиальное дерево изменения цены реального опциона (руб.)

нежных притоков пилотного проекта) в руб. (табл. 18). В этой же таблице покажем изменение цены исполнения опциона (K_t) по квартальной ставке инфляции $i = \sqrt[4]{1{,}25} - 1 = 0{,}057371$.

Поскольку мы рассматриваем колл-опцион, то в каждом периоде t цена "мертвого" опциона (C_t^A) вычисляется по формуле (56). Тогда, используя формулы (65) и (56), можно последовательно рассчитать цены опциона, начиная с четвертого квартала и заканчивая настоящим моментом времени (табл. 19). При этом в каждом узле триномиальной решетки в целях последовательного расчета из цен C_t^N и C_t^A выбирается максимальная.

Таблица 18

Триномиальная решетка изменения цены базисного актива (руб.)

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
S_t					3 731 680
				2 363 883	2 411 197
			1 497 433	1 527 405	1 557 978
		948 569	967 555	986 922	1 006 677
	600 884	612 911	625 179	637 693	650 457
		396 028	403 955	412 040	420 288
			261 013	266 237	271 566
				172 027	175 470
					113 379
K_t	650 000	687 291	726 722	768 414	812 500

Таблица 19

Триномиальная решетка изменения цены реального опциона (руб.)

	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
C_t					2 919 180
				$1\,595\,469^A$	1 598 697
			$770\,711^A$	$758\,991^A$	745 478
		$340\,461^N$	$311\,026^N$	$264\,726^N$	194 177
	$142\,293^N$	$120\,629^N$	$91\,447^N$	$57\,575^N$	0
		$30\,955^N$	$17\,071^N$	0	0
			0	0	0
				0	0
					0

В результате, работая по дереву от его конца к началу, мы можем получить цену данного опциона пилотного проекта в нуле. Она составит величину $C_0 = 142\,293$ руб. Тогда NPV проекта модернизации оборудования с 9-ю опционами составит

$$\text{NPV} = 142\,293 \cdot 9 - 49\,116 = 1\,231\,521 \text{ (руб.)},$$

что несколько больше результата расчета согласно ОРМ, но меньше результата расчета согласно биномиальной модели. Это еще более точная оценка эффекта проекта.

6.8. Обсуждение результатов

Проведем сравнение результатов трех описанных моделей оценки азиатского реального опциона модернизации оборудования компании с постоянной волатильностью бизнеса. Напомним, что в целях анализа использовались три модели:

1. Модель Блэка–Шоулза (ОРМ).
2. Уточненная биномиальная модель (ВТМ).
3. Триномиальная модель (ТТМ).

Сравнение цен опциона в исследуемом примере дает следующие результаты:

$$C_0 = \left\{ \begin{matrix} 129\,966 & < & 142\,293 & < & 144\,056 \\ (\text{ОРМ}) & & (\text{ТТМ}) & & (\text{ВТМ}) \end{matrix} \right\}.$$

Тогда NPV проекта модернизации оборудования компании с 9-ю опционами составит:

$$\text{NPV} = \left\{ \begin{matrix} 1\,120\,578 & < & 1\,231\,521 & < & 1\,247\,388 \\ (\text{ОРМ}) & & (\text{ТТМ}) & & (\text{ВТМ}) \end{matrix} \right\}.$$

Без пересчета в рублях входных параметров опциона была получена иная зависимость для цены опциона и NPV проекта, а именно,

$$\text{ОРМ} < \text{ВТМ} < \text{ТТМ}.$$

Такой новый результат обусловлен следующими причинами:

1. Поскольку мы пересчитывали σ с учетом коэффициента корректировки на риск для России, а также использовали в качестве безрисковой ставку рефинансирования 8,25% и реальный уровень инфляции в России 25%, мы проводили таким образом оценку в условиях $i > r_f$, в то время как в развитых странах соотношение ставок иное: $i < r_f$.

2. Указанный подход привел к тому, что в некоторых узлах биномиальной и триномиальной решеток цена "мертвого" (исполненного) опциона превысила цену "живого" (не исполненного) опциона. А это, в свою очередь, привело к тому, что наиболее высокую оценку реального опциона дала биномиальная модель, а не триномиальная, как это было в долларах.

Данный результат не противоречит финансовой практике оценки реальных опционов, а скорее подтверждает ее основные выводы. Так, например, представители бразильской финансовой школы реальных опционов [113] утверждают, что биномиальная CRR-модель дает несколько завышенную оценку опциона. И это при том, что представители финской школы [126] показали, что триномиальная модель является более точной дискретной моделью оценки, нежели биномиальная. Это не противоречит классической теории опционов, поскольку, чем больше мы знаем о будущем, тем точнее будет настоящая оценка актива. А главное, что подобные рассуждения подводят нас к основному выводу относительно практики оценки азиатских реальных опционов:

Оценку азиатского реального опциона необходимо проводить в условиях инфляции, что позволяет учесть влияние безрисковой ставки по инвестициям на стоимость опциона.

Все эти выводы могут существенно влиять на принятие управленческих решений в отношении инвестиций в инновации. Полученные результаты могут способствовать модернизации программного обеспечения, позволяющего составлять и оценивать реальные опционы. Наконец, они могут быть полезны бизнесменам, менеджерам и финансовым аналитикам прежде всего производственных компаний в целях разработки и обоснования стратегических решений в инновационном развитии бизнеса.

Заключение

Сформулируем наиболее важные практические выводы, полученные в настоящей монографии.

В главе 3 вопрос о мотивации топ-менеджера, которого нанимает компания с целью управления инновационным проектом, в ходе нашего исследования был "поставлен на рельсы" привычной для экономистов теории потребительского поведения. Было установлено, что финансовые ресурсы, выделяемые компанией для мотивации, представимы в аналитическом виде с помощью уравнения, а в графическом виде — с помощью линии, аналогичной бюджетной линии, рассматриваемой в теории потребительского поведения. Кривые безразличия при этом выводить не нужно — достаточно воспользоваться функцией полезности для топ-менеджера, переведя ее в соответствующую систему координат. В результате определяется мотивационный оптимум по аналогии с уже известным в экономической науке потребительским оптимумом.

В главе 4 для эталонных мотивационных предпочтений были получены результаты, представляющие практическую ценность. Для инновационного проекта можно вывести оптимальное значение NPV и, отталкиваясь от него, выстроить эффективную систему мотивации топ-менеджера, который становится в этом случае "другом" компании. Если не следовать данному подходу, топ-менеджер может превратиться в "диверсанта" либо просто не найти общего языка с собственниками компании и отказаться от участия в проекте.

При этом было установлено, что равновесное значение NPV находится в прямой зависимости от премиального фонда, которым располагает компания. Это накладывает ограничение на мотивационные возможности компании, что также необходимо учитывать.

В главе 5 разработана методика по формированию инвестиционного проекта модернизации парка оборудования с его заменой при определении: чистого денежного потока проекта эксплуатации нового оборудования и выбора срока его использования; чистого денежного потока проекта замены старого оборудования и срока его замены. Это позволяет установить в обоих случаях периодичность обновления оборудования и выявить экономическую эффективность этих процессов.

Также предложен экономический механизм поэтапного обновления парка оборудования для его дальнейшего использования в инвестиционном проектировании. Данный механизм позволяет снизить дефицит инвестиций в краткосрочных периодах.

Кроме того, исследовано совместное влияние на NPV высокотехнологичного проекта модернизации амортизационного (D), налогового (T) и долгового (Debt) рычагов. Показано, что для проектов с высоким DTD-рычагом при увеличении ставки налога на прибыль NPV проекта сначала возрастает, а затем снижается, что свидетельствует о наличии оптимума налоговой ставки для инвестора.

В главе 6 предложен метод решения проблемы финансовой постановки задачи оценки эффекта проекта модернизации оборудования производственной компании. Для этого проект анализируется как азиатский реальный опцион с постоянной волатильностью бизнеса. Задача решается с использованием модели Блэка-Шоулза, уточненной и модифицированной биномиальной модели и модифицированной триномиальной модели. Показано, что наиболее точную оценку опциона и всего проекта в целом дает триномиальная модель.

Также установлена степень влияния разницы между ставкой инфляции и безрисковой ставкой по инвестициям на точность оценки стоимости азиатского реального опциона. Показано на примере, что в случае опережения темпом инфляции доходности безрисковых инвестиций, характерного для России, оценка опциона в триномиальной решетке будет ниже оценки в биномиальной решетке. Результат имеет практическую ценность для аналитиков, учитывая, что триномиальная модель является более точной дискретной моделью, чем биномиальная.

Все перечисленные выводы могут существенно влиять на принятие управленческих решений в отношении инвестиций в инновации. Полученные результаты могут способствовать совершенствованию программного обеспечения, используемого в процессе инвестиционного планирования модернизации оборудования. А главное, они могут быть полезны бизнесменам, менеджерам и финансовым аналитикам прежде всего производственных компаний в целях разработки и обоснования стратегических решений в инновационном развитии бизнеса.

Список литературы

1. Ануфриев И. Е., Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н. MATLAB 7. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
2. Арнольд В. И. Что такое математика? — 3-е изд., стереотип. — М.: МЦНМО, 2011.
3. Богатырев А. В., Богатырев В. А., Ефимычев А. Ю. Ресурсосбережение как направление модернизации экономики // Организатор производства. Теоретический и научно-практический журнал. — М.: Экономика и финансы, 2011, №̊ 1(48), с. 63–66.
4. Бригхем Ю. Ф. Энциклопедия финансового менеджмента. — М.: РАГС, ОАО "Изд-во "Экономика", 1998.
5. Бригхем Ю., Гапенски Л. Финансовый менеджмент: Полный курс: В 2-х т. — СПб.: Экономическая школа, 2005.
6. Бригхем Ю., Эрхардт М. Финансовый менеджмент. — СПб.: Питер, 2009.
7. Бригхэм Ю., Хьюстон Дж. Финансовый менеджмент. 7-е изд. — СПб.: Питер, 2013.
8. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. — 6-е изд. стер. — М.: Высш. шк., 1999.
9. Воробьева А. В. Хозрасчет и эффективность производства. — М., Наука, 1970.
10. Воротилов В. А., Гайденко Ю. К. Эффективность основных фондов и методы ее экономической оценки. — Л., 1975.
11. Гаспарян О. Н. MATLAB: учеб. пособие. — Ереван: Государственный инженерный университет Армении, 2005.
12. Гольдштейн Г. Я. Стратегический инновационный менеджмент: учеб. пособие / Г. Я. Гольдштейн. — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.
13. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и техника оценки любых активов. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2004.
14. Джейли, Дж. А. Микроэкономика: продвинутый уровень: учебник / Джеффри А. Джейли, Филип Дж. Рени. — М.: Изд. дом Гос. ун-та — Высшей школы экономики, 2011.
15. Ефимчук И. В., Яшина Н. И. Проблемы высокотехнологичной модернизации российской экономики // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. — Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2010, №̊ 3(2), с. 460–464.

16. Ефимычев Ю. И., Стрелкова Л. В., Ильичева Н. М. Организация производства: учеб. пособие. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2004.
17. Зайцев Н. Л. Экономика организации: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Экзамен, 2004.
18. Зайцев Н. Л. Экономика промышленного предприятия. Практикум: учеб. пособие. 3-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2004.
19. Зайцев Н. Л. Экономика промышленного предприятия: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2003.
20. Зайцева Е. А., Кошелев Е. В., Ульянов А. Н. Влияние ставки налога на прибыль на привлекательность инвестиционных проектов // Управление экономическими системами: электронный журнал, 2010. — №№ 4(24). — №№ гос. рег. статьи 0421000034/. — Режим доступа к журн.: http://uecs.mcnip.ru.
21. Зайцева Е. А., Кошелев Е. В., Ульянов А. Н. Определение оптимальной ставки налога на прибыль для повышения финансовой привлекательности инвестиционного проекта // Управление экономическими системами: электронный журнал, 2010. — №№ 4(24). — №№ гос. рег. статьи 0421000034/. — Режим доступа к журн.: http://uecs.mcnip.ru.
22. Зайцева Е. А., Кошелев Е. В., Ульянов А. Н. Применение метода реальных опционов для инвестирования инноваций в условиях российской экономики // Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. — М.: Институт ИТКОР, 2011, №№ IV (октябрь–декабрь), с. 173–177.
23. Замков О. О., Толстопятенко А. В., Черемных Ю. Н. Математические методы в экономике. — М.: Дело и Сервис, 2001.
24. Иванов И. Н. Организация производства на промышленных предприятиях: учебник. — М.: ИНФРА-М, 2008.
25. Киреев А. П., Киреев П. А. Микроэкономика для продвинутых: задачи и решения: учеб. пособие. — М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2010.
26. Ковалев А. И., Привалов В. П. Анализ финансового состояния предприятия. — Изд. 4-е, исправл., доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2000.
27. Кожекин Г. Я., Синица Л. М. Организация производства. — Мн., 1998.
28. Кошелев Е. В. Инвестиционный анализ. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006.

29. Кошелев Е. В. Математические методы в экономике и финансах. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2008.
30. Кошелев Е. В., Ефимычев А. Ю. Определение оптимальной ставки налога на прибыль для повышения привлекательности инвестиционного проекта // Государственное регулирование экономики. Инновационный путь развития. Материалы Восьмой Международной научно-практической конференции: В 2 т. Том II. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011, с. 203–208.
31. Кошелев Е. В., Макаров С. А. Идейная концепция роста инновационной экономики // Модернизация экономики на основе инновационных решений: Сборник статей. Научное издание / Ред. кол. — Ю. А. Лебедев, Е. Н. Летягина, М. В. Оранова. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2010, с. 25–31.
32. Кошелев Е. В., Трифонов Ю. В. Налоговый механизм повышения инвестиционной активности предприятий // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2010, №̊ 2(1), с. 214–217.
33. Кошелев Е. В., Трифонов Ю. В. Расчет оптимальной ставки налога на прибыль инвестиционного проекта // Функционирование промышленных предприятий в условиях модернизации экономики: Сборник статей. — Н. Новгород: Международная Академия науки и практики организации производства — Нижегородское региональное отделение, 2011, с. 142–149.
34. Кошелев Е. В., Яшин С. Н. Математика. Практикум: учеб. пособие. — Н. Новгород, 2013.
35. Крушвиц Л. Инвестиционные расчеты. — СПб.: Питер, 2001.
36. Крушвиц Л. Финансирование и инвестиции. — СПб.: Питер, 2000.
37. Крушвиц Л., Шефер Д., Шваке М. Финансирование и инвестиции. Сборник задач и решений. — СПб.: Питер, 2001.
38. Крылов Э. И. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятий: учеб. пособие / Э. И. Крылов, В. М. Власова, И. В. Журавкова. — М.: Финансы и статистика, 2006.
39. Кузнецов А. В., Сакович В. А., Холод Н. И. Высшая математика. Математическое программирование. — Минск: Вышэйшая школа, 1994.

40. Кузнецов Б. Т. Инвестиции. — М.: Юнити-Дана, 2006.
41. Купцов А. В. Основные проблемы инновационной политики на предприятиях машиностроения // Модернизация экономики на основе инновационных решений. — Н. Новгород, 2010, с. 59–62.
42. Купцов А. В. Управление процессом модернизации оборудования на промышленном предприятии // Инновационные процессы в наукоградах. Технопарки как площадки для модернизации экономики в современных условиях. — Н. Новгород: Изд-во Нижегородского института экономического развития, 2011, с. 46–51.
43. Лебедев Ю. А., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Совершенствование метода реальных опционов в условиях российской экономики // Инновационные процессы в наукоградах. Технопарки как площадки для модернизации экономики в современных условиях. — Н. Новгород: Изд-во Нижегородского института экономического развития, 2011, с. 5–23.
44. Летенко В. А., Туровец О. Г. Организация машиностроительного производства: Теория и практика. — М.: Машиностроение, 1982.
45. Лимитовский М. А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках: учеб.-практич. пособие. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2008.
46. Лимитовский М. А. Репутация, квалификация и мотивация как драйверы ценности. Российский журнал менеджмента. Том 7, №№ 2, 2009, с. 51–68.
47. Лимитовский М. А. Финансовые аспекты оценки брендов и бренд оценщика // Менеджмент и бизнес-администрирование, 2009, №№ 4, с. 156–172.
48. Лобанова Е. Н. Корпоративный финансовый менеджмент: учеб.-практич. пособие / М. А. Лимитовский, Е. Н. Лобанова, В. Б. Минасян, В. П. Паламарчук. — М.: “Издательство Юрайт”, 2012.
49. Новицкий Н. И. Организация и планирование производства. Практикум / Н. И. Новицкий. — Минск: Новое знание, 2004.
50. Новицкий Н. И. Организация производства на предприятиях: учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2004.
51. Новицкий Н. И., Пашуто В. П. Организация производства и управление предприятием. — Минск: Изд-во БГУИР, 2007.
52. Огиер Т., Рагман Дж., Спайсер Л. Настоящая стоимость капитала. Практическое руководство по принятию финансовых решений. — Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007.

53. Писаревский Б. М. Про математику, математиков и не только / Б. М. Писаревский, В. Т. Харин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.

54. Подшибякин Д. В. Научно обоснованный подход к мотивации топменеджмента компаний в условиях рыночной неопределенности и асимметрии информации на основе эталонных функций полезности // Математические и инструментальные методы экономики: теория, методология, практика. Сборник материалов международного научного е-симпозиума (Москва, 28–31 октября 2013 г.). — Киров: МЦНИП, 2013.

55. Подшибякин Д. В. Проблемы управления человеческими ресурсами фирмы в условиях инновационной экономики // Управление человеческими ресурсами: правовые, организационные и социально-экономические, психологические механизмы. Материалы Международной научной конференции (Ставрополь, 15–17 марта 2013 г.). — Ставрополь: МЦНИП, 2013.

56. Половко А. М., Бутусов П. Н. MATLAB для студента. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

57. Рош Дж. Стоимость компании: От желаемого к действительному. — Минск: Гревцов Паблишер, 2008.

58. Синица Л. М. Организация производства: учебник для студентов высш. учеб. заведений по специальности "Экономика и управление на предприятии" / Л. М. Синица. — Минск: ИВЦ Минфина, 2008.

59. Синица Л. М., Шебеко Н. Г. Практикум по организации производства. — Мн., 2001.

60. Старр М. Управление производством. — М., 1968.

61. Трифилова А. А. Оценка эффективности инновационного развития предприятия. — М.: Финансы и статистика, 2005.

62. Трифилова А. А. Управление инновационным развитием предприятия. — М.: Финансы и статистика, 2003.

63. Трифонов Ю. В., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Российская модель метода реальных опционов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2012, №. 2(1), с. 238–243.

64. Трифонов Ю. В., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Экономический механизм модернизации производства российских компаний // Управление экономическими системами: электронный журнал, 2013, №̊ (49) УЭкС, 1/2013. Режим доступа к журн.: http://uecs.ru.

65. Трифонов Ю. В., Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Налоговые эффекты высокотехнологичных инновационных проектов, финансируемых с помощью заемного капитала // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2013, №̊ 4-2(183)/2013, с. 64–68.

66. Трифонов Ю. В., Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Оценка эффективности инновационных проектов с постоянной волатильностью бизнеса методом ROV // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы Международной научно-практической конференции. Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева. — Н. Новгород, 2013, с. 53–76.

67. Трифонов Ю. В., Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Планирование модернизации оборудования производственной компании методом реальных опционов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. Серия: Экономика, инновации и менеджмент. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2013, №̊ 2(99), с. 257–270.

68. Трифонов Ю. В., Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Применение реальных опционов для инвестирования инноваций в условиях ограниченности информации // Финансы и кредит. — М.: ООО "Издательский дом "Финансы и кредит", 2011, №̊ 30(462), с. 2–9.

69. Трифонов Ю. В., Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Разработка и обоснование финансовых планов модернизации оборудования компании на основе методов оценки стоимости реальных опционов // Финансы и кредит. — М.: ООО "Издательский дом "Финансы и кредит", 2013, №̊ 25(553), с. 2–11.

70. Туккель И. Л. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий / И. Л. Туккель, С. А. Голубев, А. В. Сурина, Н. А. Цветкова / Под ред. И. Л. Туккеля. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013.

71. Туккель И. Л. Управление инновационными проектами: учебник / И. Л. Туккель, А. В. Сурина, Н. Б. Культин / Под ред. И. Л. Туккеля. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014.

72. Туккель И. Л., Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности. Практикум: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013.

73. Туккель И. Л., Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Макаров С. А. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

74. Туккель И. Л., Яшин С. Н., Макаров С. А., Кошелев Е. В. Разработка и принятие решения в управлении инновациями: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

75. Хутаева К. "Поле чудес" нематериального стимулирования // Профессиональный портал менеджеров "E-xecutive.ru". Режим доступа: http://www.e-xecutive.ru/community/articles/1369334/.

76. Четыркин Е. М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. — М.: Дело, 1995.

77. Четыркин Е. М. Финансовая математика. — М.: Дело, 2004.

78. Четыркин Е. М. Финансовый анализ производственных инвестиций. — М.: Дело, 2001.

79. Шеремет А. Д., Сайфулин Р. С., Негашев Е. В. Методика финансового анализа. — М.: ИНФРА-М, 2000.

80. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой математики. — М.: ФАЗИС, 1998.

81. Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Актуальные аспекты оценки эффективности инновационных проектов // Экономическая безопасность России: материалы Международной научно-практической конференции. Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2013, с. 462–468.

82. Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Инвестирование инновационной деятельности предприятий на основе метода реальных опционов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия "Наука и образование" — Инноватика. — СПб: Изд-во Политехнического университета, 2009, № 5(87), с. 124–130.

83. Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Оценка рыночной стоимости управленческого опциона инновационного проекта // Инновации в экономике, менеджменте и подготовке кадров. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2009, с. 280–281.

84. Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Применение теории реальных опционов в инвестиционном анализе инновационных проектов // Инновации в экономике, менеджменте и подготовке кадров. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2009, с. 60–69.

85. Яшин С. Н., Кошелев Е. В. Финансовый и инвестиционный анализ инноваций: учебное пособие. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2010.

86. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Разработка и реализация инновационно-инвестиционной стратегии предприятия: монография. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2011.

87. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Разработка и финансовое обеспечение инновационной стратегии предприятия: учеб. пособие. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2012.

88. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Учет особенностей налогового законодательства и инфляции при модернизации производства российских компаний // Финансы и кредит. — М.: ООО "Издательский дом "Финансы и кредит", 2012, №№ 42(522), с. 19–26.

89. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Макаров С. А. Анализ эффективности инновационной деятельности: учеб. пособие. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012.

90. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Макаров С. А. Влияние ставки налога на прибыль на инвестиционную активность предприятий // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции "Инновации в экономике, менеджменте и подготовке кадров". — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2010, с. 92–94.

91. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Макаров С. А. Российская модель метода реальных опционов, используемого для инвестирования инноваций // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции "Инновации в экономике, менеджменте и подготовке кадров". — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2011, с. 38–51.

92. Яшин С. Н., Кошелев Е. В., Подшибякин Д. В. Оценка финансовых рисков инвестиционного портфеля на основе его страховой составляющей // Финансы и кредит. — М.: ООО "Издательский дом "Финансы и кредит", 2013, №№ 24(552), с. 19–25.
93. Яшин С. Н., Лебедев Ю. А., Кошелев Е. В., Купцов А. В. Формирование экономического механизма постепенного обновления парка оборудования компании // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. Серия: Экономика, инновации и менеджмент. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2012, №№ 4(97), с. 305–313.
94. Яшин С. Н., Яшина Н. И., Кошелев Е. В. Финансирование инноваций и инвестиций предприятий: монография. — Н. Новгород: Изд-во ВГИПУ, 2010.
95. Индикаторы инновационной деятельности: 2009. Статистический сборник. — М.: ГУ-ВШЭ, 2009.
96. Индикаторы науки: 2009. Статистический сборник. — М.: ГУ-ВШЭ, 2009.
97. Инновационная Россия — 2020 (Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года), утверждена Минэкономразвития России в 2010 г.
98. Многокритериальная оценка экономического состояния и инновационной деятельности промышленных предприятий: учеб. пособие / Ф. Ф. Юрлов, С. Н. Яшин, Д. Н. Лапаев, А. Ф. Плеханова. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2009.
99. Организация вспомогательных цехов и обслуживающих хозяйств предприятия: учеб. пособие / А. Э. Афитов, Н. И. Новицкий, В. Д. Цыганков. — Мн.: МРТИ, 1992.
100. Организация производства и управление предприятием: учебник / Туровец О. Г., Бухалков М. И., Родионов В. Б. и др.; под ред. О. Г. Туровца. — М.: ИНФРА-М, 2003.
101. Организация производства на предприятии: учебник для технических и экономических специальностей; под ред. О. Г. Туровца и Б. Ю. Сербиновского. Серия "Экономика и управление". — Ростов-на-Дону: Издательский центр МарТ, 2002.
102. Оценка эффективности инвестиционных проектов и выбор предпочтительных решений: Учеб. пособие / Ф. Ф. Юрлов, А. Ф. Плеханова, Е. А. Зайцева, Д. А. Корнилов. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2003.

103. Оценка эффективности и выбор инновационных проектов для инвестирования: учеб. пособие / Ф. Ф. Юрлов, С. Н. Яшин, А. Ф. Плеханова, Д. А. Корнилов. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2008.
104. Промышленность России. 2012. Стат. сб. / Росстат. — М., 2012. // http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/.
105. Экономика предприятия (фирмы). Практикум / Под ред. О. И. Волкова, В. Я. Позднякова. — М.: ИНФРА-М, 2003.
106. Экономико-математические модели в организации и планировании промышленного предприятия: Учеб. пособие / Кузин Б. И., Горбоконь А. А., Тютюкин В. К., Чернова Г. В. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982.
107. STATISTICA — фирменное руководство. — М.: StatSoft Russia, 1999. // http://www.statsoft.ru.
108. Acemoglu D. Innovation by Incumbents and Entrants. MIT Economics Department Working Paper, 2008.
109. Acemoglu D. Introduction to Modern Economic Growth. Department of Economics, Massachusetts Institute of Technology, 2009.
110. Aghion Ph., Howitt P. A Model of Growth Through Creative Destruction. Econometrica, 60, 1992, pp. 323–351.
111. Barro R. Determinants of Economic Growth: A Cross Country Empirical Study. MIT Press, Cambridge, MA, 1997.
112. Barro R., Sala-i-Martin X. Economic Growth. MIT Press, Cambridge, MA, 2004.
113. Bastian-Pinto C., Brandao L., Ozorio L. A Symmetrical Binomial Lattice Approach, for Modeling Generic One Factor Markov Processes // Real Options: Theory Meets Practice, 16th Annual International Conference, Rome, Italy, June 28–30, 2012. http://realoptions.org/openconf2012/data/papers/26.pdf.
114. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // Journ. Polit. Econ., 1973, May–June, pp. 637–657.
115. Boyle P. A lattice framework for option pricing with two state variables // Journal of Financial and Quantitative Analysis, 23, 1988, pp. 1–12.
116. Chance D. M. An Introduction to Derivatives and Risk Management, Fort Worth, TX: Harcount College Publishers, 2001.

117. Cohen W. M. and Richard C. Levin Empirical Studies of Innovation and Market Structure. in Schmalensee, Richard and Robert D. Willig (eds.) Handbook of Industrial Organization, vol. 2. North-Holland, Amsterdam, 1989.
118. Cox J., Ross S., Rubinstein M. Option Pricing: A Simplified Approach, Journal of Financial Economics, 7, 1979, pp. 229–263.
119. Cox J. C., Rubinstein M. E. Options Markets. Englewood Cliffs (N. J.): Prentice-Hall, 1985.
120. Durlauf S., Quah D. The New Empirics of Economic Growth. in John Taylor and Michael Woodruff (editors) The Handbook of Macroeconomics, El Sevier, North Holland, Amsterdam, 1999.
121. Easterly W. The Elusive Quest for Growth. The MIT Press, Cambridge, MA, 2001.
122. Foster L., Haltiwanger J., Krizan C.J. Aggregate Productivity Growth: Lessons from Microeconomic Evidence. NBER Working Paper $\mathcal{N}^{\underline{o}}$ 6803, 2000.
123. Galor O., Tsiddon D. Tecnological Progress, Mobility, and Growth. American Economic Review, 87, 1997, pp. 363–382.
124. Godinho P. Monte Carlo Estimation of Project Volatility for Real Options Analysis, Journal of Applied Finance, Vol. 16, No. 1, Spring/Summer 2006.
125. Guthrie G. Learning Options and Binomial Trees, Working paper, Feb. 15, 2009.
126. Haahtela T. Recombining Trinomial Tree for Real Option Valuation with Changing Volatility // Real Options: Theory Meets Practice, 14th Annual International Conference, Rome, Italy, June 16–19, 2010. http://www.realoptions.org/papers2010/241.pdf.
127. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. — N-Y: HarperCollms, 1993.
128. Harrison L. E., Huntington S. P. (eds.) Culture Matters: How Values Shape Human Progress. New York; Basic Books, 2000.
129. Hertz D. B., Thomas H. Risk Analysis and its Applications. Chichester; New York, 1983.
130. Hertz D. B., Thomas H. Practical Risk Analysis. Chichester; New York, 1984.
131. Hirshleifer J., Riley J. G. The Analytics of Uncertainty and Information. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1992.

132. Hull J. Options, futures and other derivatives, Prentice-Hall, 6th edn, 2006.
133. Jabbour G., Kramin M., Young S. Two-state Option Pricing: Binomial Models Revisited, Journal of Futures Markets, Nov 2001, Vol. 21, pp. 987–1001.
134. Jones C. I. Growth and Ideas. 2004. // http://elsa.berkeley.edu.
135. Jones E. Growth Recurring, Oxford University Press, Oxford UK, 1988.
136. Keller W. Geographic Localization of International Technology Diffusion. American Economic Review, 92, pp. 120–142, 2002.
137. Knight F. H. Risk, Uncertainty, and Profit. Boston; New York, 1921.
138. Koshelev E., Trifonov Y., Yashin S. Corporate Innovative Strategy: Development and Financing. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany, 2012.
139. Lindert P. H. Growing Public: Social Spending and Economics Growth since the Eighteenth Century, Two volumes. Cambridge University Press, 2004.
140. Matsuyama K. Structural Change. New Pelgrave Dictionary of Economics, 2006.
141. Myers S. C. Determinants of Capital Borrowing, Journal of Financial Economics, 5, 1977.
142. Parente S., Prescott E. A Unified Theory of the Evolution of International Income Levels. in Philippe Aghion and Steven Durlauf (editors) Handbook of Economic Growth, North Holland, Amsterdam, 2005.
143. Rossi-Hansberg E., Wright M. Firm Dynamics in the Aggregate Economy. Stanford University, 2004.
144. Saint-Paul G. On Market and Human Evolution. CEPR Discussion Paper $\mathcal{N}^{\underline{o}}$ 3654, 2003.
145. Sinn H. W. Economic Decisions under Uncertainty. Amsterdam; New York; Oxford: North-Holland, 1983.
146. Sydsaeter K., Hammond P. J. Mathematics for Economic Analysis. Englewood Cliffs (N. J.): Prentice-Hall, 1995.
147. Terborgh G. Dynamic Equipment Policy. New York; Toronto; London, 1949.
148. Tian Y. A modified lattice approach to option pricing, The Journal of Futures Markets, Vol. 13, No. 5, 1993, pp. 563–577.

149. Trifonov Yu. V., Yashin S. N., Koshelev E. V. Evaluation of Upgrading Corporate Equipment as an Asian Real Option // Econometric Modeling: Capital Markets – Asset Pricing eJournal. Vol. 2, No. 37: Mar 27, 2013. Econometric Modeling: Derivatives eJournal. Vol. 2, No. 29: Mar 27, 2013. Corporate Finance: Valuation, Capital Budgeting & Investment Policy eJournal. Vol. 5, No. 22: Apr 9, 2013. Diffusion of Innovation eJournal. Vol. 1, No. 50: Apr 19, 2013. Social Science Research Network. March 16, 2013. http://ssrn.com/abstract=2233818.
150. Trifonov Yu. V., Yashin S. N., Koshelev E. V. Modified Real Options Valuation for Developing Product-Type Innovation Strategies // International Journal of Business and Social Science. Centre for Promoting Ideas (CPI), USA. Vol. 3 No. 12 [Special Issue — June 2012], pp. 22–32.
151. Trifonov Yu. V., Yashin S. N., Koshelev E. V. Russian Model of the Real Option Valuation Used in the Conditions of Limited Information // Econometric Modeling: Derivatives eJournal. Vol. 2, No. 61: Jul 16, 2013. Derivatives eJournal. Vol. 5, No. 59: Jul 26, 2013. Corporate Finance: Valuation, Capital Budgeting & Investment Policy eJournal. Vol. 5, No. 43: Jul 26, 2013. Social Science Research Network. July 11, 2013. http://ssrn.com/abstract=2292176.
152. Trifonov Yu., Yashin S., Koshelev E. Tax Effects of High-Technology R&D Projects Financing Through Debt Capital // IO: Productivity, Innovation & Technology eJournal. Vol. 5, Issue 170, October 24, 2013. Microeconomics: Welfare Economics & Collective Decision-Making eJournal. Vol 5, Issue 152, October 24, 2013. Political Economy: Taxation, Subsidies, & Revenue eJournal. Vol. 6, Issue 138, October 29, 2013. Public Choice: Public Goods eJournal. Vol. 6, Issue 30, October 25, 2013. Entrepreneurship, Innovation, & Growth eJournal. Vol. 8, Issue 82, October 25, 2013. Corporate Finance: Valuation, Capital Budgeting & Investment Policy eJournal. Vol. 5, Issue 64, October 28, 2013. Innovation Finance & Accounting eJournal. Vol. 1, Issue 73, October 31, 2013. Management of Innovation eJournal. Vol. 1, Issue 97, October 28, 2013. http://ssrn.com/abstract=2339622.
153. Trifonov Yu. V., Yashin S. N., Koshelev E. V. Upgrading Corporate Equipment as an Asian Real Option with Constant Business

Volatility // International Journal of Business and Social Science. Centre for Promoting Ideas (CPI), USA. Vol. 4 No. 4; April 2013, pp. 76–89.
154. Trifonov Yu., Yashin S., Koshelev E., Kuptsov A. Investment Planning of Production Modernization: Russian Practice // Macroeconomics: Production & Investment eJournal. Vol. 6, Issue 67, December 02, 2013. Social Science Research Network. November 21, 2013. http://ssrn.com/abstract=2357426.
155. Trifonov Yu., Yashin S., Koshelev E., Podshibyakin D. Inflation Effect on Value Calculation of Asian Real Option // Corporate Finance: Valuation, Capital Budgeting & Investment Policy eJournal. Vol. 6, Issue 6, January 13, 2014. International Political Economy: Monetary Relations eJournal. Vol. 2, Issue 4, January 09, 2014. Social Science Research Network. December 21, 2013. http://ssrn.com/abstract=2370001.
156. Trigeorgis L. A Log-Transformed Binomial Numerical Analysis Method for Valuing Complex Multi-Option Investments, Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 26, No. 3, 1991, pp. 309–326.
157. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. MIT Press, 1996.
158. Официальный сайт брокерской компании NETTRADER: http://www.nettrader.ru/.
159. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: http://www.gks.ru.

Подписано в печать 27.10.2014.
Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12,75.
Тираж 500 экз. Заказ № 109.

Отпечатано в полном соответствии
с предоставленным электронным оригинал-макетом
в ООО “Печатная Мастерская РАДОНЕЖ”
603005, Нижний Новгород, ул. Минина, 16а.
Тел.: +7 (831) 418-53-23.