

ISSN 2071-4688

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Журнал выходит 4 раза в месяц



ФИНАНСЫ [®] И КРЕДИТ

Финансовые планы модернизации оборудования
компании на основе методов оценки
стоимости реальных опционов

Банковская конкуренция в Российской Федерации

Контролируемые сделки в коммерческом банке

Выявление коррупционных рисков
в финансово-бюджетной сфере

Модель построения оптимальных траекторий
финансового потока по отдельному
договору страхования

Современные теории финансовых инвестиций

25 (553) – 2013
июль

ФИНАНСЫ И КРЕДИТ [®] – является зарегистрированным товарным знаком

<http://www.fin-izdat.ru> e-mail: post@fin-izdat.ru

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал выходит 4 раза в месяц
25 (553) – 2013 июль

ПОДПИСКА ВО ВСЕХ ОТДЕЛЕНИЯХ СВЯЗИ

- индекс 71222 – каталог агентства «Роспечать»
- индекс 45029 – каталог УФПС РФ «Пресса России»
- индекс 34131 – каталог российской прессы «Почта России»

Доступ и подписка на электронную версию журнала
www.elibrary.ru, www.dilib.ru

Журнал зарегистрирован в Комитете Российской Федерации по печати.

Свидетельство о регистрации № 013007

Учредители:

АООТ «Фининнова»

ООО НПП «Ареал»

Издатель:

ООО «ИЦ «Финансы и Кредит»

Главный редактор:

В.А. Горехова

Зам. главного редактора:

В.В. Гаврилов, А.Ю. Садкус

Редакционный совет:

- А.П. Балакина, доктор экономических наук, профессор
- В.П. Белянский, доктор экономических наук, профессор
- А.Я. Быстряков, доктор экономических наук, профессор
- Л.И. Гончаренко, доктор экономических наук, профессор
- М.В. Грязев, доктор технических наук, профессор
- А.З. Дадашев, доктор экономических наук, профессор
- В.Н. Едронина, доктор экономических наук, профессор
- Г.Б. Клейнер, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН
- О.И. Лаврушин, доктор экономических наук, профессор
- Т.В. Парамонова, кандидат экономических наук, почетный доктор РЭА им. Г.В. Плеханова
- Г.Б. Поляк, доктор экономических наук, профессор
- В.М. Родионова, доктор экономических наук, профессор
- Л.А. Чалдаева, доктор экономических наук, профессор
- И.В. Шевченко, доктор экономических наук, профессор
- Н.Г. Щеголева, доктор экономических наук, профессор
- С.Н. Яшин, доктор экономических наук, профессор

Верстка: М.С. Гранильщикова

Корректор: А. М. Лейбович

Редакция журнала «Финансы и кредит»: 111401, Москва, а/я 10
Телефон/факс: (495) 721-85-75. Адрес в Internet: <http://www.fin-izdat.ru>
E-mail: post@fin-izdat.ru

© АООТ «Фининнова»

© ООО «ИЦ «Финансы и Кредит»

Подписано в печать 14.06.2013. Формат 60x90 1/8. Цена договорная.

Объем 9,5 п.л. Тираж 10 200 экз. Отпечатано в ООО «КТК», г. Красноармейск Московской обл. Тел. (495) 993-16-23.

Журнал рекомендован ВАК Минобрнауки России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций.

Журнал реферирован в ВИНТИ РАН.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Статьи рецензируются.

Перепечатка материалов и использование их в любой форме, в том числе и в электронных СМИ, возможны только с письменного разрешения редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ

Трифонов Ю.В., Яшин С.Н., Кошелев Е.В. Разработка и обоснование финансовых планов модернизации оборудования компании на основе методов оценки стоимости реальных опционов 2

БАНКОВСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Сысоева Е.Ф., Кретова Н.А. Банковская конкуренция и необходимость ее развития в Российской Федерации.. 12

Белецкий М.В. Организация работы с контролируруемыми сделками в коммерческом банке 22

Валеев А.Р. Методические подходы к выявлению коррупционных рисков в финансово-бюджетной сфере..... 28

СТРАХОВОЕ ДЕЛО

Чернова Г.В., Калайда С.А. Вербальная модель построения оптимальных траекторий финансового потока по отдельному договору страхования 35

Наминова К.А. Условия обеспечения финансовой устойчивости страховых организаций 44

ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ

Зиненко А.В., Семенов С.С. Современные теории финансовых инвестиций 48

Семенова Н.Н., Шведова М.В. Развитие механизма финансирования инновационной деятельности в аграрном секторе экономики..... 54

ФИНАНСЫ СФЕРЫ УСЛУГ

Ларионова А.А. Формирование финансовых потоков в системе добровольной сертификации персонала в туризме и сервисе..... 59

НАЛОГОВАЯ ПОЛИТИКА

Сулейманов М.М. Проблемы и перспективы формирования эффективной модели налогового федерализма в России..... 65

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Пешина Э.В., Измоденов А.К., Истомина Н.А. Реформа государственного финансового планирования и контроля в Российской империи в 1860-х гг.: опыт исторического исследования 72

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Ответственность за достоверность информации в рекламных объявлениях несут рекламодатели.

Моделирование в экономике

УДК 330.322.2

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПЛАНОВ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ

Ю. В. ТРИФОНОВ,
доктор экономических наук, профессор,
декан экономического факультета
E-mail: decanat@ef.unn.ru

С. Н. ЯШИН,
доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой
управления инновационной деятельностью
E-mail: jashin@52.ru

Е. В. КОШЕЛЕВ,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры
государственного и муниципального управления
E-mail: ekoshelev@yandex.ru
Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского

В статье 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.

Ключевые слова: модернизация оборудования, оценка реального опциона, азиатский опцион, постоянная волатильность, биномиальная модель, триномиальная модель.

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 г., утвержденной

Минэкономразвития России в 2010 г. [1], 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, 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 [5]. 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 гг. В настоящее время многие сайты, посвященные реальным опционам¹, выглядят откровенно неоптимистичными и лишь некоторые из них продолжают проводить серьезные исследования в этом направлении, но уже в чисто научной сфере, используя для этого все чаще аппарат стохастической финансовой математики².

В выпуске журнала *The Economist* от 14.08.1999

¹ URL: <http://www.real-options.com>.

² URL: <http://www.realoptions.org>.

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» [5].

Разумное понимание этой проблемы, на взгляд авторов, должно предполагать поступательность познания истинных потребностей и задач экономики в целом и бизнеса в частности. Так, например, 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 в настоящее время 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 взгляд авторов, две.

1. Многие ученые, например Дж. Рош [5], 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, так как неправильно сформулированные инвестором цели однозначно приведут его к ошибочным, а потому и неэффективным управленческим решениям. Правильное понимание инвестором того, 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 ранее сказанных 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.

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 среднечурсовым 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.) [10].

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 [10]. В этом случае цена колл-опциона в момент времени T определяется по формуле

$$C(T) = \max \{S(T) - kA(0, T), 0\}, \quad (1)$$

где $S(T)$ – стоимость базисного актива в момент времени T ;

$A(0, T)$ – среднее арифметическое либо среднее геометрическое значение стоимости базисного актива;

k – взвешивание (обычно 1 исключается из описаний).

Как известно, реальный опцион на модернизацию оборудования является классическим «опционом на будущее развитие» [4]. 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 стоимость 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 возможно принять решение о расширении бизнеса.

В качестве примера рациональной постановки задачи оценки стоимости реального опциона (задачи ROV) будем рассматривать проект замены оборудования на гидрогеологическом бурении скважин [4]. 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 для водоснабжения. 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. 1).

Никаких дополнительных затрат и выгод, связанных с приростом рабочего капитала, в проекте нет. Норма амортизации техники составляет 20%, по истечении 5-летнего срока чистая стоимость от ликвидации оборудования равна нулю.

Таблица 1

Исходные экономические данные для расчетов на один буровой агрегат

Показатель	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

Все расчеты проводились на реальной основе – в постоянном масштабе цен. Исходные финансовые данные для расчетов представлены в табл. 2.

Расчеты, проведенные финансовым директором по традиционной технологии, свидетельствуют о

Таблица 2

Исходные финансовые данные для расчетов на один буровой агрегат

Показатель	Значение показателя, % в год
WACC компании в реальном выражении	12
Безрисковая ставка	4
Ставка налога на прибыль в РФ	20

невыгодности осуществления модернизации ни на одной, ни тем более на десяти буровых установках (табл. 3).

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

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

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

Таблица 3

Расчет денежного потока замены одного бурового агрегата

№ стр.	Показатель	Значение показателя по годам					
		0	1	2	3	4	5
1	Производительность новой техники, м/станко-смену	–	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
2	Производительность имеющейся техники (база сравнения), м/станко-смену	–	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
3	Коэффициент использования оборудования	–	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	Среднее число смен в году	–	304	304	304	304	304
5	Дополнительный объем, м/год [(Стр. 1 – Стр. 2) × Стр. 3 × Стр. 4]	–	623,2	623,2	623,2	623,2	623,2
6	Средняя цена 1 м, долл.	–	22	22	22	22	22
7	Дополнительная выручка в год, долл. (Стр. 5 × Стр. 6)	–	13 710,4	13 710,4	13 710,4	13 710,4	13 710,4
8	Средние текущие затраты на 1 станко-смену новой техники, долл.	–	123,4	123,4	123,4	123,4	123,4
9	Средние текущие затраты на 1 станко-смену имеющейся техники (база сравнения), долл.	–	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1
10	Среднее число смен в году	–	304	304	304	304	304
11	Дополнительные текущие затраты, долл. в год [(Стр. 8 – Стр. 9) × Стр. 10]	–	8 299,2	8 299,2	8 299,2	8 299,2	8 299,2
12	Дополнительные капитальные затраты, долл.	–20 000					
13	Норма амортизации, %	–	20	20	20	20	20
14	Амортизация дополнительных капитальных вложений, долл.	–	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
15	Дополнительная прибыль в год, долл. (Стр. 7 – Стр. 11 – Стр. 14)	–	1 411,2	1 411,2	1 411,2	1 411,2	1 411,2
16	Налог на прибыль (20%), долл.	–	282,24	282,24	282,24	282,24	282,24
17	Чистый денежный поток проекта CF, долл. (Стр. 15 – Стр. 16 + Стр. 14)	–20 000	5 128,96	5 128,96	5 128,96	5 128,96	5 128,96
18	WACC, %		12	12	12	12	12
19	NPV проекта, долл.	–1 511,25	Результат дисконтирования CF по ставке 12%				

б) относительно безотказности работы новой техники и периодичности ремонта;

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

В результате, точность расчета эффекта имеет среднеквадратическое отклонение $\sigma = 40\%$ (среднестатистическое отклонение σ (%) в долл. США для вида деятельности «Машиностроение»).

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 прояснится в течение года), то можно будет тиражировать опыт на прочих девяти установках.

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

Итак, пилотный проект представил 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 (при положительном 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 1 год). Эта проблема особенно актуальна для развивающихся рынков, каковым является и Россия. Однако, поскольку финансовые расчеты производятся в долл. США, в дальнейших расчетах необходимо учитывать ставку инфляции именно 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, ситуация «приводит» к модели азиатского опциона, т. е. опциона с изменяющейся ценой исполнения (в данном случае по ставке инфляции).

Решение задачи ROV по модернизации оборудования с использованием модели Блэка–Шоулза. К основным проблемам использования модели Блэка–Шоулза (Black-Scholes Option Pricing Model, OPM) для оценки реальных опционов необходимо отнести следующие [6, 8, 15]:

- 1) в OPM входит среднеквадратическое отклонение доходности контракта, которое точно спрогнозировать не представляется возможным;
- 2) если σ прогнозируется экспертами, то возникает проблема достоверности прогноза;
- 3) OPM применима только для европейских опционов;
- 4) OPM создавалась для условий и ограничений фондового рынка.

Первая проблема особенно актуальна для развивающегося рынка, каковым является Россия. Ее можно решить с помощью перехода к финансовым расчетам в долл. США. Таким образом, можно использовать, как уже указывалось авторами ранее, среднестатистическое отклонение σ (%) в долл. США для вида деятельности «Машиностроение». В целях еще большего уточнения расчетов можно его еще скорректировать для условий реализации проекта в России. Однако сама по себе такая корректировка также обладает своей неопределенностью, которую 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» [7].

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

Третья проблема накладывает уже более серьезный отпечаток на достоверность оценки стоимости реального опциона, поскольку в реальности подразумевается, что его можно исполнить в любое время (в пределах анализируемого срока опциона). Таким образом, разумнее анализировать американский опцион. Однако, как указывают многие авторы, например М. А. Лимитовский [4], в этом случае OPM 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 OPM, выведенной для оценки премии по европейскому колл-опциону [9], выглядит следующим образом:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2); \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S_0}{K} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}}; \quad (3)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}, \quad (4)$$

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);
 $N(d)$ – кумулятивная функция нормального распределения;
 K – цена исполнения опциона (цена страйк);
 r – непрерывная годовая ставка безрисковой доходности (сила роста);
 T – время до исполнения опциона (в годах);
 σ – среднее квадратическое отклонение цены базисного актива за год.

Важно, 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 по формулам (2) – (4) (табл. 4).

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

Решение задачи ROV по модернизации оборудования с использованием биномиальной модели.

В целях уточнения расчетов ROV в рассматриваемом примере необходимо решить оставшиеся две проблемы, которые имелись в модели Блэка–Шоулза ОРМ:

- 1) ОРМ применима только для европейских опционов;
- 2) ОРМ создавалась для условий и ограничений фондового рынка.

Указанные проблемы можно решить, используя в расчетах, например, биномиальную CRR-модель (Binomial Tree Model, BTM) [11], несколько модифицированную авторами [6, 8, 15]. 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» (неисполненного) опциона.

Применим данную модифицированную биномиальную модель к решению задачи ROV по мо-

Таблица 4

Оценка азиатского реального опциона с постоянной волатильностью бизнеса с использованием ОРМ

Параметр и показатель	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	0,4
d_1	0,103575
d_2	-0,296425
$N(d_1)$	0,54123
$N(d_2)$	0,38346
C_0 , долл.	2 417,15
NPV проекта с опционами, долл.	20 243,14 (2 417,15 × 9 – 1 511,25)

дернизации оборудования. Главной особенностью ее применения является адекватный переход от непрерывного процесса к дискретному, используя для этого уже известную постоянную волатильность σ .

При моделировании с длительным временным шагом Δt биномиальное дерево согласно точке зрения Ябура, Крамина, Янга [14] и Халла [13] может быть построено в соответствии с уравнениями:

$$u = e^{\sqrt{e^{\sigma^2 \Delta t} - 1} + r \Delta t}, \quad (5)$$

$$d = e^{-\sqrt{e^{\sigma^2 \Delta t} - 1} + r \Delta t}, \quad (6)$$

$$p = \frac{e^{r \Delta t} - d}{u - d}, \quad (7)$$

где u – темп повышения стоимости базисного актива;

d – темп понижения стоимости базисного актива ($1 - p$ – псевдовероятность события d , так как u и d образуют полную группу событий);

p – псевдовероятность события u ;

σ – среднее квадратическое отклонение цены базисного актива за год;

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

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

Используя модель (5) – (7) для $\Delta t = 0,25$ года, получаем следующую параметризацию в рассматриваемом примере: