

**МЕТОД ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАЛЬНОГО ПУТ-ОПЦИОНА В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ
ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ КЛАСТЕРА*****Сергей Николаевич ЯШИН^{а*}, Юрий Васильевич ТРИФОНОВ^б, Егор Викторович КОШЕЛЕВ^с**

^а доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
jashinsn@yandex.ru

^б доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных технологий и инструментальных методов в экономике, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
decanat@ef.unn.ru

^с кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и государственного управления, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
ekoshelev@yandex.ru

• Ответственный автор

История статьи:

Получена 10.04.2017

Получена в доработанном
виде 24.04.2017

Одобрена 30.05.2017

Доступна онлайн 14.07.2017

УДК 336.645.1**JEL:** C54, E27, G32, L16,
O21**Ключевые слова:** кластеры,
инновационная стратегия,
реальные опционы,
пут-опцион**Аннотация**

Предмет. Проблема корректировки инновационной стратегии инновационно-индустриального кластера в условиях неопределенности поведения внешней и внутренней среды. Рассматривается возможность отказа от уже начатой стратегии кластера даже при наличии соответствующих угроз.

Цели. Разработка метода корректировки инновационной стратегии развития инновационно-индустриального кластера. Стратегия задается в виде оптимального портфеля крупных компаний, представляющих соответствующие отрасли экономики региона, после чего она исследуется на предмет возможности отказа от ее реализации в любой момент горизонта планирования, кроме последнего года.

Методология. Для управления рисками эволюции инновационно-индустриального кластера применялась технология реального пут-опциона на отказ от стратегии. В качестве функции, наиболее адекватно характеризующей состояние и перспективы развития отдельных компаний или отраслей, можно использовать уровень рыночной капитализации в деньгах. А в качестве денежного потока проектов-отраслей – природный денежный поток.

Результаты. Использование метода реального пут-опциона для корректировки стратегии Нижегородского инновационно-индустриального кластера позволило получить полный эффект от стратегии, существенно превышающий минимально необходимое значение, обусловленное продажей компании «Волжское пароходство» («Волга-флот»). При этом опцион на возможный отказ от уже начатой стратегии кластера существенно повышает рассматриваемый полный эффект.

Выводы. Подобный подход к управлению рисками эволюции кластеров, использующий технологии реальных опционов, позволяет в итоге при необходимости скорректировать глобальную стратегию региона.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Для цитирования: Яшин С.Н., Трифонов Ю.В., Кошелев Е.В. Метод использования реального пут-опциона в управлении рисками инновационной стратегии кластера // Финансы и кредит. – 2017. – Т. 23, № 26. – С. 1518 – 1532.

<https://doi.org/10.24891/fc.23.26.1518>**Введение**

Эволюция инновационно-индустриальных кластеров – процесс сложный и длительный.

Управление подобным процессом со стороны государства и неформальных объединений ведущих компаний кластера является необходимым условием его успешного развития. В связи с этим важно планирование развития, подразумевающее в первую очередь

* Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ.
Грант № 15-02-00102а.

разработку инновационной стратегии кластера. Для этого обычно на практике используют методы прогнозного форсайта (Н.Я. Калужнова, Е.В. Верхотурова [1], Дж. Кэлоф, Г. Ричардс, Дж. Смит [2], Б.Р. Мартин [3–5], В. Харитонов, У. Курельчук, С. Мастеров [6], Л.А. Черных [7]).

Однако сама инновационная стратегия кластера не является конечным результатом анализа и планирования его эволюции. В современных условиях повышенного риска экономики России как развивающегося рынка (М.А. Лимитовский¹) актуально учитывать возможности корректировки уже начатой стратегии и даже при наличии соответствующих угроз со стороны экономического окружения кластера отказ от нее и переход к новой стратегии.

В бизнесе уже наработан серьезный пласт таких технологий, позволяющих принимать гибкие управленческие решения. Они называются реальными опционами (ROV) (А. Дамодаран [8], Г.С. Клычова и др. [9], С.К. Майерс [10], М.А. Лимитовский², Дж. Рош [11]). Самыми распространенными из них считаются опционы на сокращение и на выход из бизнеса, опционы на развитие и тиражирование опыта, опционы на переключение и временную остановку бизнеса, опционы на отсрочку начала проекта, опционы на уже имеющиеся опционы (М.А. Лимитовский³).

Таким образом, реальные опционы как отдельная отрасль финансовой науки поставили перед бизнесом и государственными учреждениями вопрос о необходимости применения технологий фондового рынка в реальном бизнесе, в том числе и в инноватике (Ю.В. Трифонов, С.Н. Яшин, Е.В. Кошелев [12]).

Применительно к разработке инновационной стратегии кластера некоторые уже известные опционы, практикующиеся в бизнесе, можно использовать в целях уточнения стратегии с

условием возможного отказа от нее в будущем. Эти возможности повышают гибкость стратегического решения. Однако им необходимо дать адекватную оценку, прежде всего в плане анализа стоимости такой скорректированной стратегии. В этом случае она рассматривается как глобальный инвестиционный проект, включающий в себя широкий портфель крупных профильных направлений бизнеса кластера, которые характеризуют ведущие отрасли инвестора-региона, позволяющие ему выйти на новые инновационные возможности развития.

Рассмотрим поэтапно принципы построения предлагаемой нами модели управления рисками инновационной стратегии кластера с использованием реального пут-опциона на отказ от стратегии.

Реальный пут-опцион на отказ от стратегии

Когда речь идет о добровольных причинах прекращения проектов, мы имеем дело с ситуацией исполнения реального опциона на отказ от стратегии (развития бизнеса или портфеля разных направлений бизнеса).

Полный эффект от проекта с учетом возможности его остановки и реального опциона

Возможность отказа от стратегии или проектов на определенном этапе его осуществления называется реальным пут-опционом (М.А. Лимитовский⁴). М.А. Лимитовский предлагает определять полный эффект от проекта с учетом возможности отказа от бизнеса (APV), сложив его NPV и ценность реального опциона P :

$$APV = NPV + P = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} \prod_{\tau=0}^t (1-p)^{\tau} + \sum_{t=1}^n \frac{L_t p_t}{(1+r_f)^t} \prod_{\tau=0}^{t-1} (1-p)^{\tau},$$

где t – номер года;

n – горизонт планирования (количество лет проекта);

¹ Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 4-е изд. М.: Юрайт, 2008. 464 с.

² Там же.

³ Там же.

⁴ Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 4-е изд. М.: Юрайт, 2008. 464 с.

CF_t – денежный поток в году t (руб.);

i – ставка доходности с таким же уровнем риска, как и данный проект (%);

p_t – вероятность неблагоприятного сценария ($p_0 = 0$);

L_t – ликвидационная стоимость бизнеса в году t (руб.);

r_f – ставка безрисковой доходности (%).

Полный эффект от инновационной стратегии с учетом возможности ее прекращения и реального опциона

Данную стратегию можно рассматривать как инвестиционный проект или портфель проектов. В этом случае в качестве функции, наиболее адекватно характеризующей текущее состояние и перспективы развития отдельных компаний или отраслей, можно использовать уровень рыночной капитализации в деньгах (Cap).

Как это было принято нами в работе [13], будем анализировать следующую функцию капитализации:

$$Cap = \alpha + \beta_1 \frac{P}{S} + \beta_2 \frac{EV}{EBITDA} = \alpha + \beta_1 \cdot PS + \beta_2 \cdot VE,$$

где α , β_1 , β_2 – статистические постоянные;

P – рыночная цена одной обыкновенной акции (руб.);

S – выручка на одну обыкновенную акцию (руб.);

EV – рыночная стоимость компании (руб.);

$EBITDA$ – прибыль до выплаты процентов и налогов из прибыли (операционная прибыль) и амортизационные отчисления (руб.);

PS – мультипликатор выручки;

VE – мультипликатор прибыли.

В качестве же денежного потока проектов будем использовать приростный (дифференциальный) денежный поток ΔCF_t (Ю. Бригхем, Л. Гапенски [14],

М.А. Лимитовский⁵), представляющий собой разницу между значениями Cap в соответствующие моменты времени t .

Также с учетом того, что инвестор-регион может добровольно отказаться от изначально выбранной им стратегии в любой момент времени горизонта планирования, кроме последнего, а также в связи с предположением о том, что вероятность отказа в случае реализации пессимистичного сценария будет одинаковой в любой момент времени, кроме последнего, выражение для APV стратегии региона можно записать как

$$APV = \sum_{t=0}^{n-1} \Delta CF_t \left(\frac{1-p}{1+i} \right)^t + \frac{\Delta CF_n}{(1+i)^n} + \sum_{t=1}^{n-1} L_t p \left(\frac{1-p}{1+r_f} \right)^t. \quad (1)$$

Оценка среднегодовой вероятности отказа от стратегии

До сих пор мы полагали, что вероятность прекращения реализации стратегии нам известна. Если мы имеем дело с вероятностью добровольного отказа от стратегии, как вариант можно использовать формализованную процедуру (М.А. Лимитовский⁶), суть которой в нашем случае сводится к следующему.

Предположим, что вероятность отказа от стратегии равна вероятности того, что доходность стратегии окажется меньше барьерного минимального уровня доходности, то есть безрисковой ставки r_f . Поэтому ее используем в качестве ставки дисконта.

Тогда среднегодовую вероятность p того, что стратегию на данном этапе (в данный год) придется прекратить, можно определить по методу приближенных статистических оценок $PERT$ (М.А. Лимитовский⁷). Согласно данному методу ожидаемое значение NPV и его среднеквадратическое отклонение находятся по формулам:

⁵ Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 4-е изд. М.: Юрайт, 2008. 464 с.

⁶ Там же.

⁷ Там же.

$$E[NPV] = \frac{E[NPV_{\min}] + 4E[NPV_p] + E[NPV_{\max}]}{6},$$

$$\sigma[NPV] = \frac{E[NPV_{\max}] - E[NPV_{\min}]}{6}. \quad (2)$$

Нормализованное значение NPV определяется как

$$d = \frac{NPV_{\min} - E[NPV]}{\sigma[NPV]}. \quad (3)$$

Соответствующее значение вероятности p может быть найдено по таблице площади под кривой нормального распределения как $N(d)$ (Ю. Бригхем, Л. Гапенски [14], М.А. Лимитовский⁸).

Эмпирические результаты

Чтобы проиллюстрировать, как действует представленная модель управления рисками инновационной стратегии кластера с использованием реального пут-опциона на отказ от стратегии, рассмотрим в качестве примера Нижегородский индустриальный инновационный кластер.

Ранее в работе С.Н. Яшина, Ю.В. Трифонова, Е.В. Кошелева [13] нами было установлено, что наибольший синергетический эффект для Нижегородского инновационно-индустриального кластера даст приобретение эквивалентного портфеля, дублирующего отрасль «Деятельность водного транспорта», представленную компанией «Волжское пароходство» («Волга-флот»). Для этого инвестору-региону необходимо приобрести следующий оптимальный для него портфель. Наиболее перспективный вид бизнеса в Нижегородском кластере – это услуги по передаче электроэнергии, то есть то, чем занимается компания «МРСК Центра и Приволжья». Этот вид бизнеса необходимо в ближайшем будущем тиражировать примерно 89 раз, то есть увеличить число фирм данного профиля до 89. На втором месте находится бизнес, которым занимается «Выксунский металлургический завод» («ВМЗ») –

производство труб для добычи и транспортировки нефти и газа, строительства и ЖКХ. Его доля участия (кооперации) в кластере должна составлять 0,141. При этом необходимыми продажами в данном портфеле являются две: 1) вид бизнеса, которым занимается «ЛУКОЙЛ», а именно разведка и добыча нефти и газа, производство нефтепродуктов и нефтехимической продукции, а также сбыт произведенной продукции (продать фирмы данного профиля 1,833 раза относительно стоимости активов данной компании); 2) вид бизнеса, которым занимается «Волгогаз», а именно строительно-монтажные работы, пусконаладка и ремонт объектов газового хозяйства (продать 14 раз). Поскольку эквивалентный портфель приобретается, сейчас надо также целиком продать компанию «Волжское пароходство» («Волга-флот»), чтобы получить синергетический эффект для Нижегородского кластера величиной 22 927,627 млн долл. США.

Таким образом, инновационная стратегия Нижегородского кластера в дальнейшем рассматривается как портфель четырех инвестиционных проектов для соответствующих четырех титулов, то есть направлений бизнеса, представленных крупными профильными компаниями региона.

Для того чтобы будущую динамику сравнимых по деньгам показателей Cap компаний спрогнозировать по множественным регрессиям, полученным в работе С.Н. Яшина, Ю.В. Трифонова, Е.В. Кошелева [13] с помощью пакета Statistica, необходимо учесть нелинейный характер изменения параметров PS и VE . Он необратимо будет искажать в будущем уже установленные исторические зависимости. Так, к примеру, для ПАО «ЛУКОЙЛ» они получены в пакете Mathematica (В.П. Дьяконов⁹, Х. Рускиипаа [15]) с помощью полиномов различных степеней (рис. 1 и 2). Наиболее адекватный характер в целях дальнейшего прогноза параметров PS и VE носят полиномы второй

⁸ Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 4-е изд. М.: Юрайт, 2008. 464 с.

⁹ Дьяконов В.П. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. М.: ДМК Пресс, 2010. 624 с.

степени, то есть параболы. Их будем использовать в наиболее вероятном сценарии.

В работе С.Н. Яшина, Ю.В. Трифонова, Е.В. Кошелева [13] в оптимальный портфель региона

$$(n_1, n_2, n_3, n_4) = (-1,832918; 0,141885; 89,187712; -14,056155),$$

позволяющий получить наибольший синергетический эффект, доля ПАО «ЛУКОЙЛ» входит с отрицательным знаком, то есть данный титул в указанной доле необходимо продать. По этой причине пессимистичным сценарием для мультипликатора PS будет полином пятой степени, поскольку в этом случае в прогнозный период значение PS будет расти быстрее других полиномов (рис. 1). Оптимистичным же сценарием для PS будет полином первой степени, то есть нисходящая прямая. Таким образом, учитываются соответственно вмененные потери либо вмененные доходы, возникающие в будущем в случае продажи ПАО «ЛУКОЙЛ». Подобные рассуждения справедливы, когда мультипликаторы PS и VE входят в функцию Cap с положительным знаком.

Доли титулов, входящие в оптимальный портфель с положительным знаком, инвестор-регион покупает. В этом случае выбор пессимистичного и оптимистичного сценариев будет противоположным. С учетом данного факта в целях прогноза на следующие годы будем использовать такие зависимости для входящих в портфель титулов.

«ЛУКОЙЛ» (продаем):

$$\begin{aligned} Cap &= 330,3835 + 754,1247 \cdot PS + 24,338 \cdot VE; \\ PS_{pes} &= 1,57867 - 0,477277t - 0,02377442t^2 + \\ &+ 0,0350122t^3 - 0,00525583t^4 + 0,000234615t^5; \\ PS_p &= 1,19617 - 0,231326t + 0,0148864t^2; \\ PS_{opt} &= 0,868667 - 0,0675758t; \\ VE_{pes} &= 11,7147 - 5,88042t + 1,58525t^2 - \\ &- 0,178637t^3 + 0,007476611t^4 - 0,0000294872t^5; \\ VE_p &= 7,33917 - 1,06367t + 0,0822348t^2; \\ VE_{opt} &= 5,53 - 0,15909t. \end{aligned}$$

«ВМЗ» (покупаем):

$$\begin{aligned} Cap &= 287,4269 + 70,5602 \cdot VE; \\ VE_{pes} &= 4,00133 + 0,640303t; \\ VE_p &= 13,4463 - 4,0822t + 0,429318t^2; \\ VE_{opt} &= 36,3333 - 46,0942t + 21,5389t^2 - \\ &- 4,01476t^3 + 0,306139t^4 - 0,0075t^5. \end{aligned}$$

«МРСК» (покупаем):

$$\begin{aligned} Cap &= 620,8324 + 258,7387 \cdot PS; \\ PS_{pes} &= 2,184 - 0,2258364t; \\ PS_p &= 3,54733 - 0,94003t + 0,0619697t^2; \\ PS_{opt} &= 1,78733 + 2,76694t - 2,17801t^2 + \\ &+ 0,535666t^3 - 0,0546638t^4 + 0,00199487t^5. \end{aligned}$$

«Волгогаз» (продаем):

$$\begin{aligned} Cap &= 399,4141 + 136,5621 \cdot PS; \\ PS_{pes} &= 21,9627 - 13,99t + 3,71587t^2 - \\ &- 0,43744t^3 + 0,0195822t^4 - 0,000103846t^5; \\ PS_p &= 12,5792 - 3,28619t + 0,222386t^2; \\ PS_{opt} &= 7,68677 - 0,839939t. \end{aligned}$$

Если использовать представленные функции, можно спрогнозировать их значения в следующие четыре года для каждой компании. Прогноз осуществляем для трех сценариев: оптимистичного, наиболее вероятного и пессимистичного. Кроме того, все конечные результаты умножаем на соответствующие доли сравнимых по деньгам титулов (С.Н. Яшин, Ю.В. Трифонов, Е.В. Кошелев [13]) в оптимальном портфеле инвестора-региона:

$$(n_1, n_2, n_3, n_4) = (-108,5145501; 1,15111; 133,604342; -25,212066).$$

В итоге в табл. 1 для трех сценариев представлены фактические значения Cap компаний в 2015 г. и прогнозные – в 2016–2019 гг. При этом в пессимистичном сценарии данные по 2019 г. не приведены, поскольку в этом случае в данном году выбранная изначально стратегия до конца не реализуется. Она прерывается в одном из предыдущих трех лет.

На основе данных табл. 1 можно рассчитать приростные денежные потоки ΔCF_t как разницу между значениями Cap в соседних годах. Результаты представлены в табл. 2.

Также в этой таблице в 2015 г. вычислены современные стоимости приростных денежных потоков 2016–2019 гг. по безрисковой ставке с поправкой на страновой риск России, составляющей 10,8% годовых (М.А. Лимитовский¹⁰).

Имея представленную в табл. 2 информацию, можно методом PERT (М.А. Лимитовский) оценить среднегодовую вероятность отказа от разработанной в работе С.Н. Яшина, Ю.В. Трифонова, Е.В. Кошелева [13] инновационной стратегии Нижегородского кластера, после чего рассчитать полный эффект от стратегии с учетом возможности ее прекращения и реального опциона.

Используя данные табл. 1 и 2, оценим NPV каждого проекта – каждой отрасли, представленной соответствующей компанией из оптимального портфеля инвестора-региона. При этом учитываются вмененные потери либо вмененные доходы, возникающие в будущем в случае продажи 1-го и 4-го титулов портфеля. А NPV каждого проекта оценивается для каждого из трех сценариев.

1. Пессимистичный сценарий.

$$\begin{aligned} NPV^{(1)} &= 50\,440,796 - 116\,650,948 = -66\,210,152; \\ NPV^{(2)} &= -3\,378,342 - 1\,860,2 = -5\,238,542; \\ NPV^{(3)} &= -33\,423,13 + 10\,325,6 = -23\,097,53; \\ NPV^{(4)} &= 10\,027,368 - 75\,610,064 = -65\,582,696; \\ NPV_{\Sigma} &= -160\,128,92. \end{aligned}$$

2. Наиболее вероятный сценарий:

$$\begin{aligned} NPV^{(1)} &= 50\,440,796 - 64\,473,402 = -14\,032,606; \\ NPV^{(2)} &= -3\,378,342 - 63,413 = -2\,341,755; \\ NPV^{(3)} &= -33\,423,13 + 112\,663,703 = -79\,240,573; \\ NPV^{(4)} &= 10\,027,368 - 27\,509,434 = -17\,482,066; \\ NPV_{\Sigma} &= 44\,284,146. \end{aligned}$$

3. Оптимистичный сценарий:

$$\begin{aligned} NPV^{(1)} &= 50\,440,796 - 391,282 = 50\,832,078; \\ NPV^{(2)} &= -3\,378,342 - 17\,222,456 = 13\,844,114; \\ NPV^{(3)} &= -33\,423,13 + 1\,438\,200,842 = 1\,404\,777,712; \\ NPV^{(4)} &= 10\,027,368 + 11\,186,666 = 21\,214,034; \\ NPV_{\Sigma} &= 1\,490\,667,938. \end{aligned}$$

Пользуясь формулами (2), (3) и $NPV_{\min} = 303,945$ млн долл. США для покрытия продажи компании Волга-флот (С.Н. Яшин, Ю.В. Трифонов, Е.В. Кошелев [13]), оценим вероятность отказа от стратегии:

$$\begin{aligned} E[NPV] &= \frac{-160\,128,92 + 4 \cdot 44\,284,146 + 1 \cdot 490\,667,938}{6} = \\ &= 251\,279,267; \\ \sigma[NPV] &= \frac{1 \cdot 490\,667,938 + 160\,128,92}{6} = 275\,132,81; \\ d &= \frac{303,945 - 251\,279,267}{275\,132,81} = -0,91; \\ N(d) &= 0,5 - 0,3186 = 0,1814, \text{ то есть } p = 18,14\%. \end{aligned}$$

Теперь можно вычислить NPV портфеля проектов, используя первую часть формулы (3):

$$NPV = \sum_{t=0}^{n-1} \Delta CF_t \left(\frac{1-p}{1+i} \right)^t + \frac{\Delta CF_n}{(1+i)^n}. \quad (4)$$

Однако для каждой отдельной компании ее приростные денежные потоки ΔCF_t необходимо дисконтировать по ставке, соответствующей данной отрасли экономики. Поскольку ΔCF_t характеризует изменение рыночной капитализации компании в деньгах (Cap), в качестве ставки дисконта следует использовать стоимость собственного капитала компании. Ее можно вычислить, используя известную модель $CAPM$ (Ю. Бригхем, Л. Гапенски [14], А. Дамодаран [8], Л. Крушвиц [16], М.А. Лимитовский¹¹, Т. Огьер, Дж. Рагман, Л. Спайсер [17], Дж. Рош [11]):

$$k_s = k_{RF} + MRP \cdot \beta,$$

где k_s – стоимость собственного капитала компании (%);

k_{RF} – безрисковая доходность (%);

MRP – рыночная премия за риск (%);

β – коэффициент, характеризующий изменчивость доходности акций данной компании относительно средней доходности на рынке ценных бумаг.

¹⁰ Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 4-е изд. М.: Юрайт, 2008. 464 с.

¹¹ Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 4-е изд. М.: Юрайт, 2008. 464 с.

Следуя рекомендациям М.А. Лимитовского¹², в качестве безрисковой доходности в долларах возьмем 4,21%, а в качестве рыночной премии за риск инвестирования в акции российских корпораций возьмем 13,35%. β -коэффициенты для отраслей «Нефтяная и газовая промышленность», «Металлургия», «Энергетика и жилищное строительство» составят соответственно 0,67, 0,88, 0,81 и 0,92.

Оценим тогда стоимость собственного капитала для каждого из четырех титулов оптимального портфеля инвестора-региона.

«ЛУКОЙЛ»:

$$k_s = 4,21\% + 13,35\% \cdot 0,67 = 13,1545\%.$$

«ВМЗ»:

$$k_s = 4,21\% + 13,35\% \cdot 0,88 = 15,958\%.$$

«МРСК»:

$$k_s = 4,21\% + 13,35\% \cdot 0,81 = 15,0235\%.$$

«Волгогаз»:

$$k_s = 4,21\% + 13,35\% \cdot 0,92 = 16,492\%.$$

Если знать дисконтные ставки и среднегодовую вероятность отказа от стратегии, по формуле (4) можно рассчитать NPV каждого проекта оптимального портфеля инвестора-региона.

«ЛУКОЙЛ»:

$$\begin{aligned} \frac{1-p}{1+i} &= \frac{1-0,1814}{1,131545} = 0,723436; \\ NPV^{(1)} &= 50\,440,796 - 37\,229,155 \cdot 0,723436 - \\ &- 11\,274,656 \cdot 0,723436^2 - \\ &- 14\,145,299 \cdot 0,723436^3 - \frac{17\,016,159}{1,131545^4} = \\ &= 1\,872,084. \end{aligned}$$

«ВМЗ»:

$$\begin{aligned} \frac{1-p}{1+i} &= \frac{1-0,1814}{1,15958} = 0,705945; \\ NPV^{(2)} &= -3\,378,342 - 1\,383,266 \cdot 0,705945 + \\ &+ 470,34 \cdot 0,705945^2 + 540,191 \cdot 0,705945^3 + \\ &+ \frac{609,931}{1,15958^4} = -3\,593,005. \end{aligned}$$

«МРСК»:

$$\begin{aligned} \frac{1-p}{1+i} &= \frac{1-0,1814}{1,150235} = 0,711681; \\ NPV^{(3)} &= -33\,423,13 + 72\,905,246 \cdot 0,711681 + \\ &+ 16\,775,228 \cdot 0,711681^2 + 21\,059,518 \cdot 0,711681^3 + \\ &+ \frac{25\,344,075}{1,150235^4} = 49\,740,128. \end{aligned}$$

«Волгогаз»:

$$\begin{aligned} \frac{1-p}{1+i} &= \frac{1-0,1814}{1,16492} = 0,702709; \\ NPV^{(4)} &= 10\,027,368 - 11\,541,706 \cdot 0,702709 - \\ &- 6\,296,209 \cdot 0,702709^2 - 7\,827,54 \cdot 0,702709^3 + \\ &+ \frac{9\,358,92}{1,16492^4} = -8\,990,376. \end{aligned}$$

В сумме NPV портфеля проектов составит величину $NPV_{\Sigma} = 39\,028,831$ млн долл. США.

Далее вычислим стоимость реального пут-опциона на отказ от стратегии, используя вторую часть формулы (1):

$$P = \sum_{t=1}^{n-1} L_t p \left(\frac{1-p}{1+r_f} \right)^t. \quad (5)$$

Если использовать данные табл. 1 для пессимистичного сценария, получим следующие значения ликвидационной стоимости портфеля инвестора-региона в 2016–2018 гг.:

$$\begin{aligned} L_1 &= 1\,227,936 + 60\,199,578 = 61\,427,514; \\ L_2 &= 1\,227,936 + 51\,268,395 = 52\,548,337; \\ L_3 &= 1\,227,936 + 42\,337,078 = 43\,669,027. \end{aligned}$$

Тогда по формуле (5) можно рассчитать стоимость реального пут-опциона на отказ от стратегии.

$$\begin{aligned} \frac{1-p}{1+r_f} &= \frac{1-0,1814}{1,108} = 0,0738809; \\ P &= 61\,427,514 \cdot 0,1814 \cdot 0,0738809 + \\ &+ 52\,548,337 \cdot 0,1814 \cdot 0,0738809^2 + \\ &+ 43\,669,027 \cdot 0,1814 \cdot 0,0738809^3 = 19\,541,304. \end{aligned}$$

Полный эффект от инновационной стратегии Нижегородского кластера с учетом

¹² Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 4-е изд. М.: Юрайт, 2008. 464 с.

возможности ее прекращения и реального опциона составит

$$APV = NPV_{\Sigma} + P = 39\,028,831 + 19\,541,304 = 58\,570,135.$$

Разделив это значение и $NPV_{\min} = 303,945$ млн долл. США на корректирующий множитель $k_i = 1,045489$ для компании «Волга-флот» (С.Н. Яшин, Ю.В. Трифонов, Е.В. Кошелев [13]), получим, что

$$APV = 56\,021,761 > 290,72 = NPV_{\min}.$$

А это свидетельствует о выгодности выбранной инвестором-регионом инновационной стратегии Нижегородского кластера.

В заключение сформулируем следующие практические выводы.

1. В современных условиях повышенного риска для экономики России как для развивающегося рынка актуально учитывать возможности корректировки уже начатой стратегии кластера и даже при наличии соответствующих угроз со стороны экономического окружения региона возможен отказ от нее и переход к новой стратегии.

2. Инновационную стратегию развития кластера, заданную в виде оптимального портфеля крупных компаний, представляющих соответствующие отрасли экономики региона, целесообразно исследовать на предмет возможности отказа от ее реализации в любой момент горизонта планирования, кроме последнего года.

3. Для управления рисками эволюции инновационно-индустриального кластера в статье применялась технология реального пут-

опциона на отказ от стратегии. В качестве функции, наиболее адекватно характеризующей текущее состояние и перспективы развития отдельных компаний или отраслей, можно использовать уровень рыночной капитализации в деньгах. А в качестве денежного потока проектов-отраслей можно использовать природный денежный поток, представляющий собой разницу между значениями рыночной капитализации в соответствующие моменты времени.

4. Полный эффект от инновационной стратегии Нижегородского кластера с учетом возможности ее прекращения и реального опциона составил 56 021,761 млн долл. США, что существенно превышает минимально необходимое значение 290,72 млн долл. США, обусловленное продажей компании «Волжское пароходство» («Волга-флот»). При этом полный эффект от стратегии состоит из NPV портфеля проектов величиной $39\,028,831 : 1,045489 = 37\,330,695$ млн долл. США и стоимости реального пут-опциона на отказ от стратегии величиной $19\,541,304 : 1,045489 = 18\,691,066$ млн долл. США. Таким образом, опцион на отказ от стратегии существенно повышает ее полный эффект.

5. Подобный подход к управлению рисками эволюции кластеров, использующий технологии реальных опционов, позволяет в итоге при необходимости скорректировать глобальную стратегию региона.

Данные результаты могут быть полезны органам государственного управления, например, при разработке дальнейшей стратегии инновационного развития Нижегородской области.

Таблица 1

Cap компаний в портфеле в трех сценариях (2015–2019 гг.), млн долл. США

Table 1

Cap of companies in the portfolio in 3 scenarios (2015–2019), million USD

Эмитент	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Пессимистичный сценарий</i>					
«ЛУКОЙЛ»	50 441	78 851	121 017	206 418	–
«ВМЗ»	3 378	1 228	1 280	1 332	–
«МРСК»	33 423	60 200	51 268	42 337	–
«Волгогаз»	10 027	28 796	56 509	105 610	–
<i>Наиболее вероятный сценарий</i>					
«ЛУКОЙЛ»	50 441	87 670	98 945	113 090	130 106
«ВМЗ»	3 378	1 995	2 466	3 006	3 616
«МРСК»	33 423	107 328	124 104	145 163	170 507
«Волгогаз»	10 027	21 569	27 865	35 693	45 052
<i>Оптимистичный сценарий</i>					
«ЛУКОЙЛ»	50 441	55 068	53 004	50 940	48 877
«ВМЗ»	3 378	5 704	10 821	17 850	26 573
«МРСК»	33 423	172 790	424 033	980 366	2 033 530
«Волгогаз»	10 027	4 724	1 832	–1 060	–3 952

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Таблица 2

Приростные денежные потоки Cap компаний в трех сценариях (2016–2019 гг.), млн долл. США

Table 2

Incremental cash flows of Cap of companies in 3 scenarios (2016–2019), million USD

Эмитент	PV ₂₀₁₅	2016	2017	2018	2019
<i>Пессимистичный сценарий</i>					
«ЛУКОЙЛ»	116 651	28 410	42 167	85 401	–
«ВМЗ»	–1 860	–2 150	52	52	–
«МРСК»	10 326	26 776	–8 931	–8 931	–
«Волгогаз»	75 610	18 769	27 715	49 101	–
<i>Наиболее вероятный сценарий</i>					
«ЛУКОЙЛ»	64 473	37 229	11 275	14 145	17 016
«ВМЗ»	–63	–1 383	470	540	610
«МРСК»	112 664	73 905	16 775	21 060	25 344
«Волгогаз»	27 509	11 542	6 296	7 828	9 359
<i>Оптимистичный сценарий</i>					
«ЛУКОЙЛ»	–391	4 627	–2 064	–2 064	–2 064
«ВМЗ»	17 222	2 326	5 117	7 029	8 723
«МРСК»	1 438 201	139 367	251 242	556 333	1 053 165
«Волгогаз»	–11 187	–5 303	–2 892	–2 892	–2 892

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Рисунок 1

Аппроксимация полиномами исторических значений мультипликатора PS для ПАО «ЛУКОЙЛ» в пакете Mathematica

Figure 1

Approximation by historical value polynomials of PS multiplier for PAO LUKOIL in Mathematica package

```
data := {{1, 1.08}, {2, 0.87}, {3, 0.26}, {4, 0.59}, {5, 0.47},
        {6, 0.34}, {7, 0.4}, {8, 0.38}, {9, 0.23}, {10, 0.35}}
p1[x_] = Fit[data, {1, x}, x]
0.868667 - 0.0675758 x

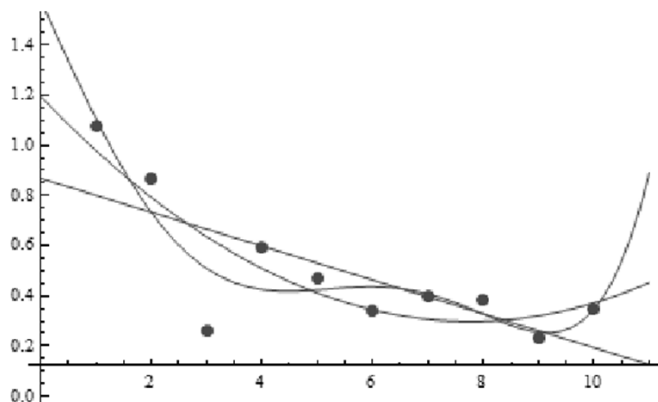
g1 := Plot[p1[x], {x, 0, 11}]

p2[x_] = Fit[data, {1, x, x^2}, x]
1.19617 - 0.231326 x + 0.0148864 x^2

g2 := Plot[p2[x], {x, 0, 11}]

p5[x_] = Fit[data, {1, x, x^2, x^3, x^4, x^5}, x]
1.57867 - 0.477277 x - 0.0237442 x^2 + 0.0350122 x^3 - 0.00525583 x^4 + 0.000234615 x^5

g5 := Plot[p5[x], {x, 0, 11}]
gd := ListPlot[data, PlotStyle -> {PointSize[0.02]}]
Show[g1, g2, g5, gd, PlotRange -> {0, 1.5}]
```



Примечание. Приведен текст программы в пакете Mathematica. По горизонтальной оси на получающемся в пакете графике откладываются годы с 2006 по 2015 г., по вертикальной – годовые значения мультипликатора PS .

Источник: составлено авторами

Note. The text of the program in Mathematica package is given. The horizontal axis of the graph produced within the package shows years from 2006 to 2015; the vertical axis – annual values of PS multiplier.

Source: Authoring

Рисунок 2

Аппроксимация полиномами исторических значений мультипликатора VE для ПАО «ЛУКОЙЛ» в пакете Mathematica

Figure 2

Approximation by historical value polynomials of VE multiplier for PAO LUKOIL in Mathematica package

```
data := {{1, 7.12}, {2, 5.67}, {3, 2.77}, {4, 4.96}, {5, 4.52},
        {6, 3.75}, {7, 4.11}, {8, 5.13}, {9, 3.82}, {10, 4.7}}
p1[x_] = Fit[data, {1, x}, x]
5.53 - 0.159091 x

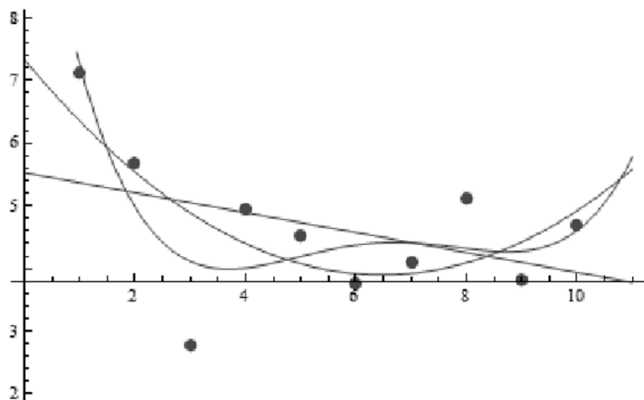
g1 := Plot[p1[x], {x, 0, 11}]

p2[x_] = Fit[data, {1, x, x^2}, x]
7.33917 - 1.06367 x + 0.0822348 x^2

g2 := Plot[p2[x], {x, 0, 11}]

p5[x_] = Fit[data, {1, x, x^2, x^3, x^4, x^5}, x]
11.7147 - 5.88042 x + 1.58525 x^2 - 0.178637 x^3 + 0.00747611 x^4 - 0.0000294872 x^5

g5 := Plot[p5[x], {x, 0, 11}]
gd := ListPlot[data, PlotStyle -> {PointSize[0.02]}]
Show[g1, g2, g5, gd, PlotRange -> {2, 8}]
```



Примечание. Приведен текст программы в пакете Mathematica. По горизонтальной оси на получающемся в пакете графике откладываются годы с 2006 по 2015 г., по вертикальной – годовые значения мультипликатора VE .

Источник: составлено авторами

Note. The text of the program in Mathematica package is given. The horizontal axis of the graph produced within the package shows years from 2006 to 2015; the vertical axis – annual values of VE multiplier.

Source: Authoring

Список литературы

1. Калюжнова Н.Я., Верхотурова Е.В. Форсайт-технология как инструмент прогнозирования инновационного развития регионов // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 6-5. С. 1196–1203.
2. Кэлоф Дж., Ричардс Г., Смит Дж. Форсайт, конкурентная разведка и бизнес-аналитика – инструменты повышения эффективности отраслевых программ // *Форсайт*. 2015. Т. 9. № 1. С. 68–81. doi: 10.17323/1995-459X.2015.1.68.81
3. Martin B.R. et al. Project Foresight, A Proposal Submitted to the Cabinet Office. Brighton, UK, SPRU, University of Sussex, 1983.
4. Martin B.R. et al. Research Foresight: Priority-setting in Science. London and New York, Pinter Publishers, 1989, 366 p.
5. Martin B.R. The Origins of the Concept of ‘Foresight’ in Science and Technology: An Insider's Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, vol. 77, iss. 9, pp. 1438–1447.
6. Харитонов В., Курельчук У., Мастеров С. Долгосрочное стохастическое прогнозирование мирового рынка ядерной энергетики // *Форсайт*. 2015. Т. 9. № 2. С. 58–71. doi: 10.17323/1995-459X.2015.2.58.71
7. Черных Л.А. Форсайт-проект как инструмент демпфирования циклических колебаний при развитии российской оборонной отрасли // *Современная экономика: проблемы и решения*. 2012. № 7. С. 66–75.
8. Damodaran A. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. New York, John Wiley & Sons, Inc., 2002, 993 p.
9. Klychova G.S., Kuznetsov V.P., Trifonov Y.V. et al. Upgrading Corporate Equipment As an Asian Real Option. *International Business Management*, 2016, vol. 10, iss. 21, pp. 5130–5137. doi: 10.3923/ibm.2016.5130.5137
10. Myers S.C. Determinants of Corporate Borrowing. *Journal of Financial Economics*, 1977, vol. 5, iss. 2, pp. 147–175.
11. Roche J. The Value of Nothing: Mastering Business Valuations. London, Global Professional Publishing, 2005, 250 p.
12. Трифонов Ю.В., Яшин С.Н., Кошелев Е.В. Технологии фондового рынка в бизнесе: монография. Н. Новгород: Печатная мастерская РАДОНЕЖ, 2015. 151 с.
13. Яшин С.Н., Трифонов Ю.В., Кошелев Е.В. Планирование оптимального синергетического эффекта кластера с использованием технологий форсайта и финансового арбитража // *Управление экономическими системами: электронный журнал*. 2016. № 11. URL: <http://www.uecs.ru/innovacii-investicii/item/4149-2016-11-19-07-16-48>
14. Brigham E.F., Gapenski L.C. Intermediate Financial Management, 4th ed. Orlando, FL, The Dryden Press, 1993, 1122 p.
15. Ruskeepaa H. Mathematica Navigator: Mathematics, Statistics and Graphics, 3rd ed. Finland, University of Turku, 2009, 1135 p.
16. Kruschwitz L. Finanzierung und investition. Munchen, Wien, R. Oldenbourg Verlag, 1999, 563 p.

17. *Ogier T., Rugman J., Spicer L.* The Real Cost of Capital: A Business Field Guide to Better Financial Decisions. London, Prentice Hall, 2004, 291 p.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

USING A REAL PUT OPTION TO MANAGE RISKS OF CLUSTER'S INNOVATION STRATEGY

Sergei N. YASHIN^{a,*}, Yurii V. TRIFONOV^b, Egor V. KOSHELEV^c^a National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation
jashinsn@yandex.ru^b National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation
decanat@ef.unn.ru^c National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation
ekoshelev@yandex.ru

* Corresponding author

Article history:

Received 10 April 2017

Received in revised form

24 April 2017

Accepted 30 May 2017

Available online 14 July 2017

JEL classification: C54, E27,
G32, L16, O21**Keywords:** cluster, real
option, put option, innovation
strategy**Abstract****Subject** The article addresses the problem of adjusting the innovation strategy of innovative and industrial clusters under uncertainty in external and internal environment.**Objectives** The objective of the research is to develop a method to adjust the innovation strategy of innovative and industrial cluster development.**Methods** To manage risks inherent in innovation and industrial cluster evolution, we apply the real put option technology to abandon a strategy. The level of market capitalization in money terms can be used as a function that most adequately characterizes the status and development prospects for individual companies or industries. The incremental cash flow, which represents a difference between the values of market capitalization at certain time intervals can be used as a cash flow of branch projects.**Results** Using the real put option method to adjust the strategy of the Nizhny Novgorod innovation and industrial cluster made it possible to obtain a full effect from the strategy, which is substantially higher than the minimum required value determined by the sale of the Volga Shipping company. In this case, the option for a possible abandonment of the started strategy of the cluster substantially increases the considered total effect.**Conclusions and Relevance** Such an approach to managing the risks of cluster evolution, which applies real option technologies enables to adjust the global strategy of the region, if necessary.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

Please cite this article as: Yashin S.N., Trifonov Yu.V., Koshelev E.V. Using a Real Put Option to Manage Risks of Cluster's Innovation Strategy. *Finance and Credit*, 2017, vol. 23, iss. 26, pp. 1518–1532.
<https://doi.org/10.24891/fc.23.26.1518>**Acknowledgments**

The article was supported by the Russian Humanitarian Science Foundation, grant No. 15-02-00102a.

References

1. Kalyuzhnova N.Ya., Verkhoturova E.V. [Foresight-technology as a tool for forecasting innovative development of regions]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2013, no. 6-5, pp. 1196–1203. (In Russ.)
2. Calof J., Richards G.S., Smith J. [Foresight, Competitive Intelligence and Business Analytics – Tools for Making Industrial Programmes More Efficient]. *Forsait = Foresight-Russia*, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 68–81. doi: 10.17323/1995-459X.2015.1.68.81
3. Martin B.R. et al. Project Foresight. A Proposal Submitted to the Cabinet Office. Brighton, UK, SPRU, University of Sussex, 1983.

4. Martin B.R. et al. *Research Foresight: Priority-Setting in Science*. London and New York, Pinter Publishers, 1989, 366 p.
5. Martin B.R. The Origins of the Concept of ‘Foresight’ in Science and Technology: An Insider's Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, vol. 77, iss. 9, pp. 1438–1447.
6. Kharitonov V., Kurel'chuk U., Masterov S. [Long-term stochastic forecasting of the nuclear energy global market]. *Forsait = Foresight-Russia*, 2015, vol. 9, no. 2, pp. 58–71. (In Russ.) doi: 10.17323/1995-459X.2015.2.58.71
7. Chernykh L.A. [Foresight project as tool for damping vibrations in cyclic at development of Russian defense industry]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya = Modern Economics: Problems and Solutions*, 2012, no. 7, pp. 66–75. (In Russ.)
8. Damodaran A. *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 2002, 993 p.
9. Klychova, G.S., Kuznetsov V.P., Trifonov Y.V., Yashin S.N., Koshelev E.V. Upgrading Corporate Equipment As an Asian Real Option. *International Business Management*, 2016, vol. 10, iss. 21, pp. 5130–5137. doi: 10.3923/ibm.2016.5130.5137
10. Myers S.C. Determinants of Corporate Borrowing. *Journal of Financial Economics*, 1977, vol. 5, iss. 2, pp. 147–175.
11. Roche J. *The Value of Nothing: Mastering Business Valuations*. London, Global Professional Publishing, 2005, 250 p.
12. Trifonov Yu.V., Yashin S.N., Koshelev E.V. *Tekhnologii fondovogo rynka v biznese: monografiya* [Stock market technologies in business: a monograph]. N. Novgorod, Pechatnaya masterskaya RADONEZH, 2015, 151 p.
13. Yashin S.N., Trifonov Yu.V., Koshelev E.V. [Planning the optimum synergy effect of a cluster with use of technologies of foresight and financial arbitrage]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2016, no. 11. (In Russ.) URL: <http://www.uecs.ru/innovacii-investicii/item/4149-2016-11-19-07-16-48>
14. Brigham E.F., Gapenski L.C. *Intermediate Financial Management*. 4th ed. Orlando, FL, The Dryden Press, 1993, 1122 p.
15. Ruskeepaa H. *Mathematica Navigator: Mathematics, Statistics and Graphics*. 3rd ed. Finland, University of Turku, 2009, 1135 p.
16. Kruschwitz L. *Finanzierung und Investition*. Munchen, Wien, R. Oldenbourg Verlag, 1999, 563 p.
17. Ogier T., Rugman J., Spicer L. *The Real Cost of Capital: A Business Field Guide to Better Financial Decisions*. London, Prentice Hall, 2004, 291 p.

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.