

УДК 330.341.2

**В.П. Воробьев, А.С. Лобас, Д.О. Пьянкова**  
**ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**  
**НА ОСНОВЕ МЕТОДА РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ\***

**V.P. Vorobyov, A.S. Lobas, D.O. Pyankova**  
**EVALUATION OF INNOVATION PROJECTS**  
**BASED ON REAL OPTIONS**

Рассматриваются вопросы, связанные с оценкой стоимости инновационных проектов. Для оценки стоимости инновационных проектов предлагается, помимо стандартных методов (на основе дисконтированного денежного потока), использование метода реальных опционов. Объект анализа — конкретный инновационный проект, представленный на конкурсе русских инноваций. Получена оценка дополнительной стоимости проекта с учетом «гибкости» руководства.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ. ДИСКОНТИРОВАННЫЙ ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК. РЕАЛЬНЫЕ ОПЦИОНЫ. БИНОМИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ. ПРОГНОЗ.

The article discusses questions of related to the valuation of the innovation projects. For this in addition to the use of standard methods (methods based on discounted cash flow), the use of a real option. The object of analysis selected a specific innovation project submitted to the contest Russian innovation. On the basis of the data (the original data of the project have been changed), was estimated additional cost of the project with the "flexibility" of leadership.

INNOVATION PROJECT. DISCOUNTED CASH FLOW. REAL OPTIONS. BINOMIAL MODEL. FORECAST.

«Задача предпринимателей — реформировать и революционизировать способ производства путем внедрения изобретений, а в более общем смысле — через использование новых технологических для производства новых товаров или прежних товаров, но новым методом...» [8].

Российская Федерация вслед за мировым сообществом стала на путь рыночной экономики. Для того чтобы не остаться страной — поставщиком сырья, а перейти на новый уровень и стать страной — экспортером готовой продукции, необходимы кардинальные перемены. Эти перемены невозможны без инноваций, которые позволяют быть первым в условиях жесткой конкуренции мировых рынков. Однако понимая это, организации, которые располагают достаточными ресурсами, занимают позицию выжидания в связи с нестабильностью политической и экономи-

ческой ситуации. Поэтому взаимосвязь инноваций и инвестиций представляет собой важную проблему внедрения новой технологии [2]. Тогда возникает вопрос, каким образом можно правильно дать оценку новой технологии, которая, скорее всего, не имеет аналогов на рынке?

Для оценки инвестиционных проектов часто применяют метод дисконтированного потока денежных средств (*Discounted Cash Flows, DCF*). Однако сегодня в теории и практике мировой экономики признано, что он не соответствует условиям, свойственным инновационным проектам [7]. Например, данный метод не учитывает управленческую гибкость, а также дает заниженную оценку привлекательности инновационного проекта. В качестве решения данных проблем предлагается метод реальных опционов (*Real Option Valuation, ROV*), см. таблицу.

\* Статья подготовлена при поддержке Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ, проект «Технологический трансфер и технологический аудит российских корпораций в условиях присоединения к ВТО».



| Метод на основе дисконтированных денежных потоков                               | Метод реальных опционов                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неопределенность: фактор, который снижает стоимость проекта                     | Неопределенность: благоприятные возможности, и если их правильно использовать, то можно увеличить стоимость проекта |
| Заранее определен план, которого придерживаются менеджеры, руководящие проектом | Гибкое управление проектом на основе меняющейся конъюнктуры рынка                                                   |
| Возможность получения новой информации в будущем имеет небольшое значение       | Высоко ценится возможность получения новой информации, поскольку она открывает новые возможности                    |

Для современной компании важно разработать обоснованную и целенаправленную стратегию увеличения стоимости. С целью ее реализации используется концепция реальных опционов, одним из принципов которой является то, что неопределенность может рассматриваться как источник дополнительной стоимости.

Реальные опционы — это метод XXI в. Если компании хотят обеспечить себе конкурентное преимущество, они должны взять на вооружение данный метод [1].

Инвестиционная программа представляет собой набор проектов, которые приносят прибыль в течение ряда периодов. Таким образом, для оценки таких проектов необходимо рассчитать потоки денежных средств, формирующихся в течение жизни данных проектов [5].

Одним из важнейших стандартных инструментов в аналитическом наборе директора нефинансовой компании является дисконтированный поток денежных средств (*Discounted Cash Flows, DCF*). Для прогнозного периода рассчитывается денежный поток (*Cash Flow, CF*), который учитывает движение денежных потоков, представляющий собой разность между притоками денежных средств (*Cash Input Flow, CIF*) и их расходом (*Cash Output Flow, COF*):

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CIF_t - COF_t}{(1 + RD)^t}.$$

Проект считается экономически эффективным, если  $NPV \geq 0$ , т. е. приведенные доходы превышают затраты на проведение проекта. Стоит отметить, что данный показатель можно также использовать для сравнения эффективности нескольких проектов, требующих одинаковых начальных инвестиций. Последнее замечание является значимым,

так как чистая приведенная стоимость показывает величину отдачи от инвестиций и не может применяться к различным первоначальным капиталовложениям. Данная модель не учитывает положительные возможности риска, которые могут появиться при гибкости управления, что связано с выбором высокой ставки дисконтирования. Часто из-за отрицательного  $NPV$  могут быть отвергнуты инновационные проекты, в которых почти всегда присутствует большая степень риска, а значит ставка дисконтирования велика.

В качестве решения данных проблем предлагается метод реальных опционов (*Real Option Valuation, ROV*).

Биномиальная модель оценки опционов (*Binomial Option Pricing Model*).

В 1976 и 1979 гг. Д. Кокс, С. Росс и М. Рубинштейн опубликовали новую модель оценки стоимости опционов на основе непрерывной модели ценообразования на опционы «Ценообразование опциона: упрощенный подход» («Option Pricing: A Simplified Approach») [9]. Действительно, данная модель наглядна и интуитивно понятна, позволяет учесть несколько сценариев развития, а также может применяться к американским опционам. Основное ограничение данной модели — отсутствие возможностей для арбитража [3].

В определенный период времени, подчиняясь биномиальному процессу, цена базового актива может пойти только в двух направлениях: вверх (*up*) с вероятностью  $p$ , опуститься вниз (*down*) с вероятностью  $1 - p$ . При этом в случае роста стоимость денежного потока базового актива  $S_{1u} = uS_0$ , в случае снижения  $S_{1d} = dS_0$ . Последовательно, начиная с первого периода, рассчитываем значения в узлах биномиального дерева.

Показатели роста и снижения стоимости базового актива можно вычислить, зная вид распределения базового актива. Как правило,

это распределение считается нормальным. В этом случае показатели  $u$  и  $d$  определяются по формулам

$$u = e^{\sigma\sqrt{t}}, \quad d = 1/u.$$

Последовательно рассчитываем стоимость  $call$  опциона для каждого узла биномиального дерева:

$$C_{iu(d)} = \max\{C_{iu(d)} - K; 0\}.$$

Зная стоимость  $call$ -опциона для последнего периода времени, движемся поэтапно, от конца биномиального дерева к началу, используя значения  $C_u$  и  $C_d$  предыдущего периода [10].

Предполагаем, что не существует арбитражных возможностей, тогда стоимость опциона будет равняться стоимости имитирующего портфеля. При покупке опциона за  $C$  единиц в будущем существует только два варианта: цена на актив повысится до  $C_u$  или понизится до  $C_d$  единиц. Также мы можем приобрести  $b$  единиц безрискового актива, который в следующем периоде принесет  $(1 + r_{riskfree})b$  единиц и заимствовать  $\Delta$  единиц базового актива ( $\Delta S$ ). Тогда вычислим стоимость реального опциона:

$$C_u = \Delta S u + (1 + r_{riskfree})b,$$

$$C_d = \Delta S d + (1 + r_{riskfree})b,$$

$$C = \Delta S + b.$$

Решая систему уравнений с тремя неизвестными, получаем:

$$C = \frac{((1 + r_{riskfree}) - d)C_u + (u - (1 + r_{riskfree}))C_d}{(1 + r_{riskfree})(u - d)}.$$

Вспомним, что

$$p_u = \frac{(1 + r_{riskfree}) - d}{u - d},$$

$$p_d = \frac{u - (1 + r_{riskfree})}{u - d}.$$

Сделав замену, получим формулу для оценки стоимости  $call$ -опциона в предыдущий период:

$$C = \frac{pC_u + (1 - p)C_d}{(1 + r_{riskfree})}.$$

Попробуем применить данный метод на практике.

Предлагается проект: «Производство зерна на установках гидропонного конвейерного выращивания растений».

*Краткое описание проекта.* Для автоматизации технологических процессов, значительного повышения качества и эффективности, замедления деградации окружающей среды, решения продовольственной проблемы, улучшения экологии и качества жизни предлагается агротехнология на основе гидропонных конвейерных систем по выращиванию зерновых культур на плавучих модулях [4].

Считаем, что экспертными оценками получена ставка дисконтирования  $RD = 25\%$ . Период жизни проекта  $t = 4$  года. Денежные потоки следующие:

|       | $t = 0$ | $t = 1$ | $t = 2$ | $t = 3$ | $t = 4$ |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $COF$ | 10      | 2       | 8       | 15      | 10      |
| $CIF$ |         | 1,1     | 4       | 30      | 25      |
| $NPV$ | 0,544   |         |         |         |         |

Чистая приведенная стоимость проекта невелика. С учетом высоких рисков и первоначальных вложений проект не может быть рекомендован к исполнению. Дадим оценку данному проекту с помощью метода реальных опционов.

Для воплощения в жизнь проекта необходимы инвестиции в размере 10 млн р. Для того чтобы снизить неопределенность и застраховать средства, инвестируемые в данный проект, инвесторам предлагается включить реальный *Put*-опцион на выход из проекта и получение ликвидационной стоимости в размере 8 млн р. при неблагоприятной рыночной ситуации. Его можно превратить в реальный контракт через год. Итак,

цена базового актива  $S = 10,54$  млн р.;

период жизни проекта  $T = 4$  года;

продолжительность опциона 1 год;

цена исполнения опциона  $K = 8$  млн р.;

$RD = 25\%$ ;

два сценария — оптимистический и пессимистический; вероятность наступления событий одинакова: вероятность наступления оптимистического сценария  $p = 0,5$ , пессимистического —  $(1 - p) = 0,5$ ;



среднеквадратичное отклонение доходности в отрасли добычи металлов  $\sigma = 50$ .

| Период | $u = e^{\sigma\sqrt{t}}$ | $d = \frac{1}{u}$ |
|--------|--------------------------|-------------------|
| 1 год  | 1,648721                 | 0,606531          |

Биномиальное дерево изменения цены базового актива:

|          |        |          |
|----------|--------|----------|
|          | $S_0$  |          |
|          | 10,544 |          |
| $S_1(1)$ |        | $S_2(1)$ |
| 17,38412 |        | 6,395259 |

Рассчитаем стоимость *Put*-опциона в каждом узле биномиального дерева:

|       |       |          |
|-------|-------|----------|
|       | $P_0$ |          |
|       | 0     |          |
| $P_u$ |       | $P_d$    |
| 0     |       | 1,604741 |

Рассчитаем значение условных вероятностей роста и падения цены актива. Зная значение *Put*-опциона для последнего ( $t = 1$ ) периода, с помощью обратного хода биномиальной модели рассчитаем стоимость

*Put*-опциона для предыдущего ( $t = 0$ ) периода:

|          |              |
|----------|--------------|
| $p_{1u}$ | $1 - p_{1u}$ |
| 0,435112 | 0,564888     |

$$P_0 = \frac{p_{1u}P_u + (1 - p_{1u})P_d}{(1 + r_{riskfree})} = \frac{0,44 \cdot 0 + 0,56 \cdot 1,6}{1 + 0,06} = 0,84.$$

Стоимость проекта (с учетом управленческой гибкости):  $0,544 + 0,84 = 1,384$  млн р.

Стоимость проекта с учетом гибкости повысилась на 154 %. Значит, проект без учета гибкости руководства был бы недооценен. В случае неблагоприятного сценария возможность выйти из проекта и получить ликвидационную стоимость, пусть даже она и меньше первоначальных затрат, повышает его стоимость. Таким образом, с учетом опциона проект может быть принят.

Реальные опционы все чаще стали использовать для оценки инновационных проектов. Они позволяют менеджменту сосредотачиваться не на «идеальных» прогнозах, а уделять больше внимания определению альтернативных путей развития [6]. Применяя же традиционный метод (*DCF*), руководству бывает тяжело отказаться от запланированных действий и увидеть новые пути, которые могут принести компании большие прибыли.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухвалов, А.В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему [Текст] / А.В. Бухвалов // Российский журнал менеджмента. 2004. № 2 (1). С. 3–32.
2. Воробьев, В.П. Организационные принципы формирования инновационно-отраслевых кластеров [Текст] / В.П. Воробьев, В.С. Липатников // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2012. № 6(161). С. 63–71.
3. Круковский, А.А. Модель реальных опционов. [Электронный ресурс] / А.А. Круковский. Режим доступа: <http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2007-30/95-112.pdf>
4. Конкурс русских инноваций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.inno.ru/>
5. Лимитовский, М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках [Текст] / М.А. Лимитовский. М.: Дело, 2004.
6. Липатников, В.С. Методы комплексной оценки эффективности инновационных проектов [Текст] / В.С. Липатников, А.С. Лобас // Экономика и управление: сб. науч. тр. Ч. III / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.Е. Карлика. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2012. С. 39–44.
7. Липатников, В.С. Прогноз цены на инновационный продукт на основе анализа временных рядов [Текст] / В.С. Липатников, А.С. Лобас, К.В. Гальдикайте // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2013. № 4(175). С. 128–134.
8. Шумпетер, И. Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) [Текст] / И. Шумпетер. М.: Прогресс, 1982. С. 72.
9. Cox, J. Option Pricing: A Simplified Approach [Text] / J. Cox, S. Ross, M. Rubinstein // Journal of Financial Economics, 1979, sept.
10. Trigeorgis, L. 1996. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation [Text] / L. Trigeorgis. MIT Press: Cambridge, MA.

## REFERENCES

1. **Bukhvalov A.V.** Real'nye optionsy v menedzhmente: vvedenie v problemu. *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta*. 2004. № 2 (1). S. 3–32. (rus)
2. **Vorobyov V.P., Lipatnikov V.S.** The organizational principles of forming of innovative and branch clusters. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2012, no. 6(161), pp. 63–71. (rus)
3. **Krukovskii A.A.** Model' real'nykh optionov. URL: <http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2007-30/95-112.pdf> (rus)
4. Konkurs russkikh innovatsii. URL: <http://www.inno.ru/> (rus)
5. **Limitovskii M.A.** Investitsionnye proekty i real'nye optionsy na razvivaiushchikhsia rynkakh. M.: Delo, 2004. (rus)
6. **Lipatnikov V.S., Lobas A.S.** Metody kompleksnoi otsenki effektivnosti innovatsionnykh proektov. *Ekonomika i upravlenie: sbornik nauchnykh trudov*. III. Pod redaktsiei professora A.E. Karlika. SPb.: Izd-vo SPbGUEF, 2012. S. 39–44. (rus)
7. **Lipatnikov V.S., Lobas A.S., Galdikaite K.V.** The forecast of price for innovative product based on analysis of time series. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2013, no. 4(175), pp. 128–134. (rus)
8. **Shumpeter I.** Teoriia ekonomicheskogo razvitiia (Issledovanie predprinimatel'skoi pribyli, kapitala, kredita, protsenta i tsikla kon'iunktury). M.: Progress, 1982. S. 72.
9. **Cox J., Ross S., Rubinstein M.** Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, 1979, sept.
10. **Trigeorgis L.** 1996. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. MIT Press: Cambridge, MA.

---

**ВОРОБЬЕВ Вадим Петрович** – старший научный сотрудник научно-учебной лаборатории исследований корпоративных инновационных систем, профессор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Санкт-Петербургский филиал, кандидат экономических наук, профессор.

192171, ул. Седова, д. 55/2, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [vvorobyov@hse.ru](mailto:vvorobyov@hse.ru)

**VOROBYOV Vadim P.** – National Research University Higher School of Economics.

192171. Sedova str. 55/2. St. Petersburg. Russia. E-mail: [vvorobyov@hse.ru](mailto:vvorobyov@hse.ru)

**ЛОБАС Анастасия Сергеевна** – лаборант научно-учебной лаборатории исследований корпоративных инновационных систем Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Санкт-Петербургский филиал.

192171, ул. Седова, д. 55/2, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [nastya.lobas.93@mail.ru](mailto:nastya.lobas.93@mail.ru)

**LOBAS Anastasya S.** – National Research University Higher School of Economics.

192171. Sedova str. 55/2. St. Petersburg. Russia. E-mail: [nastya.lobas.93@mail.ru](mailto:nastya.lobas.93@mail.ru)

**ПЬЯНКОВА Дарья Олеговна** – стажер-исследователь научно-учебной лаборатории исследований корпоративных инновационных систем Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Санкт-Петербургский филиал.

192171, ул. Седова, д. 55/2, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [dpyankova@hse.ru](mailto:dpyankova@hse.ru)

**PYANKOVA Daria O.** – National Research University Higher School of Economics.

192171. Sedova str. 55/2. St. Petersburg. Russia. E-mail: [dpyankova@hse.ru](mailto:dpyankova@hse.ru)

---