

---

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА ЗАЯВОК ПРИ ЗАДАННОМ БЮДЖЕТЕ ИННОВАЦИЙ<sup>1</sup>**

---

**Угольницкий Геннадий Анатольевич**, д-р физ.-мат. наук  
**Якушева Виктория Витальевна**, бак.

Южный федеральный университет, ул. Большая Садовая, 105, Ростов-на-Дону,  
Россия, 344006; e-mail: ougoln@mail.ru

*Цель:* количественная оценка эффективности инновационных проектов с использованием технологии имитационного моделирования для отбора заявок. *Обсуждение:* за основу берется методика оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях современной российской экономики, предложенная в работах В.Н. Лившица и его соавторов. Имитационное моделирование применяется как для обеспечения вариативности прогнозов, так и для оценки влияния параметров проекта на показатели его эффективности. *Результаты:* авторами разработано программное обеспечение для прогнозирования и расчета эффективности инновационных проектов для последующего их отбора.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, количественная оценка эффективности, отбор инновационных проектов.

**DOI:** 10.17308/meps.2017.4/1651

### **1. Введение**

Оценка эффективности инвестиционных проектов была и остается актуальной задачей развития экономики. Применительно к современной российской специфике наиболее обоснованная методика оценки предложена в работах В.Н. Лившица и его соавторов. Основной упор в данных работах делается на корректность проводимых расчетов эффективности инвестиционных проектов, реализуемых в условиях нестационарной российской экономики [8, 2, 9].

Важный класс инвестиционных проектов образуют инновации. С точки зрения инвестиционной составляющей инновация представляет собой материализованный результат, полученный от вложения капитала в новую технику или технологию, новые формы организации труда, производства, обслуживания, управления. На первый план выходит задача повышения эффективности использования средств, выделяемых на инновации. В связи с этим появляется необходимость оценки экономической эффективности инновационных проектов. Вариативность прогноза и оценку рисков есте-

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-01-00432-а.

ственно обеспечивать методами имитационного моделирования [6, 11].

Эти методы удобно использовать и для решения обратной задачи: оценки влияния изменения параметров проекта на его эффективность. Решение этой задачи имеет очевидную актуальность для заявителей. Найденные количественные показатели эффективности используются для отбора лучших проектов с помощью конкурсной процедуры [10, 9].

Оставшаяся часть статьи организована следующим образом. В разделе 2 описаны показатели расчета эффективности инновационных проектов. Раздел 3 определяет процедуру отбора лучших проектов по найденным количественным параметрам с использованием имитационного моделирования, обеспечивающего вариативность прогноза. Здесь же имитационное моделирование используется для оценки влияния изменения параметров проекта на его эффективность. Заключительные соображения приводятся в разделе 4.

## **2. Количественная оценка эффективности инновационных проектов [8, 4]**

При оценке экономической эффективности инновационных проектов применяются те же показатели, что и при оценке экономической эффективности инвестиций в общем случае. В результате применения соответствующих методов определяются величины чистого приведенного дохода, индекса доходности, дисконтированного периода окупаемости, внутренней нормы доходности. При этом учитываются особенности переходной экономики и изменение мотивации инвесторов.

- Чистый дисконтированный доход (ЧДД)

Для нестационарной рыночной экономики, что соответствует российской современной экономике, формула имеет вид:

$$\text{ЧДД} = -K + \sum_{t=1}^T \frac{R(t) - C(t)}{\prod_{s=1}^t (1 + E_s)}, \quad (1)$$

где  $K$  – первоначальные инвестиции;  $R(t)$  – приток денег в  $t$ -м году;  $C(t)$  – отток денег в  $t$ -м году;  $T$  – продолжительность жизненного цикла;  $E_s$  – норма дисконта на  $s$ -м шаге.

ЧДД характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учетом неравномерности эффектов (а также затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени. Для признания проекта эффективным с точки зрения инвестора необходимо, чтобы ЧДД был положительным. При сравнении альтернативных проектов предпочтение должно отдаваться проекту с большим значением ЧДД (при выполнении условия его положительности).

- Внутренняя норма доходности (ВНД)

ВНД – единственный, если он существует, положительный корень уравнения:

$$-K + \sum_{t=1}^T \frac{R(t) - C(t)}{(1 + \text{ВНД})^t} = 0.$$

ВНД – это такое положительное число, что при норме дисконта  $E = \text{ВНД}$

ЧДД проекта обращается в ноль, при всех больших значениях  $E$  – отрицателен, при всех меньших значениях  $E$  – положителен. Если не выполнено хотя бы одно из этих условий, считается, что ВНД не существует.

Для оценки эффективности инновационного проекта значение ВНД необходимо сопоставлять с нормой дисконта  $E$ . Инновационные проекты, у которых  $ВНД \geq E$ , имеют положительный ЧДД и поэтому эффективны. Проекты, у которых  $ВНД < E$ , имеют отрицательный ЧДД и поэтому неэффективны.

- Индекс доходности (ИД)

Характеризует (относительную) «отдачу проекта» на вложенные в него средства. Рассчитывается следующим образом:

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{R(t) - C(t)}{\prod_{s=1}^t (1 + E_s)}}{K}$$

ИД превышает или равен 1, то есть  $ИД \geq 1$ , если и только если для этого денежного потока ЧДД положителен. Это и есть условие эффективности инновационного проекта.

- Срок окупаемости
  - без учета дисконтирования ( $T_{ок}$ );
  - с учетом дисконтирования ( $t_{ок}$ ).

Срок окупаемости – минимальный отрезок времени, по истечении которого ЧДД становится и остается неотрицательным. При оценке эффективности срок окупаемости, как правило, выступает только в качестве ограничения. Поэтому условие эффективности проекта  $T \geq t_{ок}$

Сроком окупаемости с учетом дисконтирования называется положительностью периода от начального момента до «момента окупаемости с учетом дисконтирования», то есть до наиболее раннего момента времени в расчетном периоде, после которого ЧДД становится и остается неотрицательным.

- Эффективная норма дисконта  $E_{ef}$  [11, 12]

В случае с переменными нормами дисконта и переменными значениями денежных потоков расчет эффективной нормы дисконта делается аналогично ВНД, но при этом ЧДД приравнивается не нулю, как у ВНД, а тому значению ЧДД, которое рассчитано при известных изменяющихся нормах дисконта.

$$ЧДД(E_{ef}) = ЧДД(E_1, E_2, \dots, E_n),$$

где  $E_1, E_2, \dots, E_n$  – нормы дисконта за соответствующий период.

Тогда формула для расчета  $E_{ef}$  выглядит следующим образом:

$$-K + \sum_{t=1}^T \frac{R(t) - C(t)}{(1 + ВНД)^t} = NVP(E_{ef}).$$

Получается, что ВНД должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов, то есть  $ВНД \geq E_{ef}$ . Если это условие выдерживается,

инвестор может принять проект, в противном случае он должен быть отклонен.

### 3. Имитационное моделирование как средство учета вариативности параметров модели [1, 3]

В данной работе проведено тестирование на различных наборах входных данных при заданных величинах денежных потоков [5, 7].

1. Для каждого проекта вычисляется величина ВНД по формуле (1).

2. Генерируется 100 наборов переменных норм дисконта  $E_s$ .

2.1. Вычисляется значение  $ЧДД(E_1, E_2, \dots, E_n)$  и находится эффективная норма дисконта  $E_{ef}$ .

2.2. Выбирается такой набор значений  $E_s$ , для которого ЧДД максимален (в случае положительного ЧДД). В случае отрицательного ЧДД выбирается набор с наименьшей эффективной нормой дисконта  $E_{ef}$ .

3. Для полученного набора  $E_s$  вычисляется ИД и срок окупаемости.

В ходе расчетов составляется набор значений параметров для оценки эффективности инвестирования инновационных проектов. Находятся средние значения всех параметров оценки; путем перебора и сравнения всех параметров с их средними значениями выбирается множество наиболее эффективных проектов. Выбираются проекты с максимальными значениями ЧДД, ИД, для которых срок окупаемости меньше среднего значения срока окупаемости. Также выбираются те проекты, у которых значение ВНД больше значения эффективной нормы дисконта.

В случае проектов с отрицательным значением ЧДД просматриваются остальные показатели, так как проект может быть принят в силу сравнительно нормальных значений остальных показателей. Если проект экономически привлекателен, а именно: маленький срок окупаемости и ВНД выше  $E_{ef}$ , то можно рассматривать такие проекты для инвестирования.

	Количество альтернативных проектов			
	10	50	100	200
ЧДД > ср.знач.ЧДД & ВНД > $E_{ef}$ & ИД > ср.знач ИД & срок окупаемости < ср.знач.срока окупаемости	1	14	28	66
ЧДД < ср.знач.ЧДД & ВНД > $E_{ef}$ & ИД > ср.знач ИД & срок окупаемости < ср.знач.срока окупаемости	1	5	11	26
ЧДД > ср.знач.ЧДД & ВНД > ср.знач. ВНД & ИД > ср.знач ИД & срок окупаемости < ср.знач.срока окупаемости	3	5	23	51
ЧДД < ср.знач.ЧДД & ВНД > ср.знач. ВНД & ИД > ср.знач ИД & срок окупаемости < ср.знач.срока окупаемости	1	10	14	20
ЧДД < ср.знач.ЧДД & ВНД < $E_{ef}$	2	11	16	19
ЧДД < 0 & ВНД > $E_{ef}$ & срок окупаемости < ср.знач.срока окупаемости	2	5	8	18

Согласно таблице, при увеличении количества альтернативных проектов увеличивается и количество проектов, эффективных для инвестирования. В данном случае сравнение эффективности производится не только по показателю ЧДД. Сравнивая ВНД с  $E_{ef}$ , получаем, что какая бы ни была

средневзвешенная ставка, большое количество проектов пригодно для инвестирования.

Исходя из полученных результатов, видно, что при большем количестве заявок возрастает вероятность отбора наиболее эффективных, так как их количество увеличивается.

Данный метод позволяет выбрать наиболее выгодные параметры для проекта путем перебора переменных значений. Сравнивая и объединяя параметры оценки, инвестор может выбрать подходящий вариант, соответствующий его ожиданиям.

#### **4. Заключение**

Задача оптимизации отбора заявок при заданном бюджете может быть решена имитационным моделированием. Используя несколько критериев оценки эффективности инновационных проектов, можно дать расширенный ответ на поставленную задачу, таким образом, инвестор может выбрать наиболее выгодные в экономическом плане проекты, исходя из ожиданий инвестирования денежных средств. Для крупных компаний такой алгоритм приемлем, так как он вычислительно быстрый. Однако он дает большой объем вычислений, что при очень большом наборе заявок может сказаться на скорости работы.

#### **Список источников**

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. *Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций*. Москва, 2013.
2. Багриновский К.А., Бендииков М.А., Хрусталева Е.Ж. *Механизмы технологического развития экономики России: макро- и мезоэкономические аспекты*. Москва, Наука, 2006.
3. Бородин А.И., Стрельцова Е.Д., Катков Е.В. Оценка инвестиционной привлекательности инновационных проектов на основе нечеткой логики // *Прикладная информатика*, 2013, по. 4(46), с. 19-25.
4. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. *Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика*. Москва, Дело, 2002.
5. Джарратано Дж., Райли Г. *Экспертные системы. Принципы разработки и программирование*. Москва, 2007.
6. Жданова О.А. Роль инноваций в современной экономике // *Экономика, управление, финансы: материалы Междунар. науч. конф.* (г. Пермь, июнь 2011 г.). Пермь, Меркурий, 2011, с. 38-40.
7. Кельтон Д.В., Лоу А.М. *Имитационное моделирование*. Санкт-Петербург, 2004.
8. Коссов В.В., Лившиц Н.В., Шахназаров А.Г. *Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция)*. Москва, Экономика, 2000.
9. Лившиц В.Н. *Системный анализ рыночного реформирования нестационарной экономики России: 1992-2013*. Москва, 2013.
10. Марголин А.М. *Экономическая оценка инвестиционных проектов*. Москва, Экономика, 2007.
11. Русинов Ф., Минаев Н. Система отбора и оценки инновационных проектов // *Консультант директора*, 1996, по. 23.
12. Туккель И.Л. *Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий*. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2013.

---

# OPTIMIZATION OF THE QUANTITY OF APPLICATIONS WITH A GIVEN BUDGET OF INNOVATIONS

---

**Ougolnitsky Guennady Anatolievich**, Dr. Sc. (Phys.-Math.)

**Yakusheva Viktoriya Vitalievna**, B. Sc.

Southern Federal University, Bolshaya Sadovaya St., 105, Rostov-on-Don, Russia, 344006; e-mail: ougoln@mail.ru

*Purpose:* the authors made the quantitative estimation of the efficiency of the innovative projects with the use of simulation modeling technology for applications selection. *Discussion:* the authors used the estimation method of innovative projects efficiency in conditions of modern Russian economics. Livchits V.N. and joint authors proposed this estimation method. Simulation modeling provides the variability of predictions and the influence evaluation of the project parameters on the efficiency indicators. *Results:* the authors developed software for the prediction and calculation of innovative projects efficiency for their subsequent selection.

**Keywords:** simulation modeling, quantitative estimation of efficiency, selection of innovative projects.

## References

1. Andreychikov A.V., Andreychikova O.N. *Systemnyi analiz i sintez strategicheskikh resheniy v innovatike. Matematicheskie, evristicheskie i intellektualnye metody sistemnogo analiza i sinteza innovatsii* [System analysis and synthesis of strategic solutions in innovation. Mathematical, heuristic and intellectual methods of system analysis and synthesis of innovations]. Moscow, 2013. (In Russ.)
2. Bagrinovskiy K.A., Bendikov M.A., Khrustalev E.Zh. *Mehanizmy tehnologicheskogo razvitya ekonomiki Rossii: macro and mesoekonomicheskie aspekty* [Mechanisms of technological development of the Russian economy: macro and mesoeconomic aspects]. Moscow, 2006, pp. 216. (In Russ.)
3. Borodin A.I., Streltsova E., Katkov E.V. *Otsenivanie investitsionnoi privlekatelnosti innovatsionnykh proektov na osnove nechetkoi logiki* [Investment attractiveness evaluation of innovative projects based on fuzzy logic]. *Applied Informatics*, 2013, no. 4 (46), pp. 19-25. (In Russ.)
4. Vilenskiy P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A. *Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov. Teoriya i praktika* [Efficiency assessment of investment projects: theory and practice]. Moscow, 2002. (In Russ.)
5. Giarratano J., Riley G. *Exspertnyye sistemy. Principy razrabotki i programirovaniya* [Expert systems. Principles and programming]. Moscow, 2007. (In Russ.)
6. Zhdanova O.A. *Rol innovatsii v sovremennoi ekonomike. Ekonomika, upravlenie, finansy: materialy. Megdynar. Naych. Conf.* [The role of innovation in the modern economy]. *Economics, management, finance: materials of the Intern. Sci. Conf.*, (Perm, June 2011) Perm, 2011, pp. 38-40. (In Russ.)
7. Kelton D.V., Law A.M. *Imitatsionnoye modelirovaniye* [Simulation modeling and analysis]. Saint-Petersburg, 2004. (In Russ.)
8. Kossov V.V., Livshits N.V., Shakhnazarov A.G. *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proektov (2 izdanie)* [Methodical recom-

mendations according to efficiency of investment projects (second edition).] 2000. (In Russ.)

9. Livshits V.N. *Sistemnyi analiz rynchnogo reformirovaniya nestacionarnoi ekonomiki Rossii: 1992-2013* [System analysis of the market reforms in the non-stationary Russian economy: 1992-2013]. Moscow, 2013. (In Russ.)

10. Margolin A.M. *Ekonomicheskaya ozenka investitsionnyh proektov* [Economic evaluation of investment projects]. Moscow, 2007. (In Russ.)

11. Rusinov F, Minaev N. *Sistema otbora i ozenki innovatsionnyh proektov* [Selection and evaluation system of innovation projects]. *Consultant directora*, 1996, no. 23. (In Russ.)

12. Tukkel I.L. *Metody i instrymeny upravleniya innovatsionnym razvitiem promyshlennyh predpriyatii* [Methods and tools for managing the innovative development of industrial enterprises]. Saint-Petersburg, 2013. (In Russ.)