

ОЦЕНКА РИСКОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ***Павел Борисович БОЛДЫРЕВСКИЙ^{a,*}, Андрей Константинович ИГОШЕВ^b,
Людмила Анатольевна КИСТАНОВА^c**

^a доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математических и естественнонаучных дисциплин, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
bpavel2@rambler.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 7004-7809

^b кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики фирмы, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
akigoshev@iee.unn.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 9016-3628

^c старший преподаватель кафедры математических и естественнонаучных дисциплин, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация
lakistanova@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 2835-1795

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 04.07.2018

Получена в доработанном виде 16.07.2018

Одобрена 26.07.2018

Доступна онлайн 29.08.2018

УДК 005.342

JEL: C02, C22, O13

Ключевые слова:экономическая
устойчивость,
инновационные процессы,
риск, нечеткая логика**Аннотация**

Предмет. Одним из важнейших направлений устойчивого развития субъектов хозяйствования в кризисных условиях является реализация соответствующих инновационных проектов, направленных на обеспечение конкурентоспособности и внедрение передовых методов производства и управления. В то же время необходимо учитывать, что инновационная деятельность является одной из самых рискованных, поэтому построение эффективных моделей оценки рисков инновационных процессов является весьма актуальной задачей экономического анализа и инновационного менеджмента.

Цели. Построение экономико-математических моделей, позволяющих проводить количественный и качественный анализ факторов риска инновационных процессов на основе вероятностных характеристик и учета уровней опасности.

Методология. Использовались методы системного анализа и адаптированные к теории управления представления нечеткой логики. В качестве базового программного обеспечения использовался пакет прикладных программ MATLAB.

Результаты. Представлен сравнительно новый подход к оценке рисков инновационных процессов, основанный на теории нечеткой логики. Результаты расчетов показывают возможность оценки рисков поэтапно на протяжении всего жизненного цикла инноваций. Сформулированы и проанализированы алгоритмы оценки уровней опасности рисков и управления рисками инновационных процессов на определенном этапе выполнения проектов.

Выводы. Предложена методика оценки рисков инновационных процессов, основанная на представлениях нечеткой логики. Методика позволяет оценить, какие риски по уровню опасности являются незначительными, а какие требуют особого внимания и контроля на всех взаимосвязанных этапах инновационных проектов. Приведены примеры расчетов вероятностных характеристик и уровней опасности рисков.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

Для цитирования: Болдыревский П.Б., Игошев А.К., Кистанова Л.А. Оценка рисков инновационных процессов // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2018. – Т. 17, № 8. – С. 1465 – 1475.
<https://doi.org/10.24891/ea.17.8.1465>

Экономическая устойчивость и развитие субъектов хозяйствования в современных условиях невозможны без результативной инновационной деятельности на каждом этапе их функционирования [1–4]. При анализе, прогнозировании и развитии инновационной деятельности необходимо учитывать, что инновационные процессы по своему определению обладают относительно высоким уровнем риска. Поэтому одной из актуальных проблем инновационного менеджмента в настоящее время является проблема правильной оценки рисков инновационных процессов. Она – одна из основных причин, которая тормозит инновационную активность российской промышленности, равно как и недостаток финансов, слабый механизм государственной поддержки и недостаточно развитая законодательная база. Отсутствие реальной оценки рисков зачастую затрудняет привлечение инвестиций, так как инвесторы предпочитают ясность, и их останавливает присутствие большой неопределенности в оценке параметров инновационных процессов. Если вероятность неудачи в реализации такого проекта достаточно высока, это может повлиять на эффективность использования бюджетных средств, так как эти средства могут быть потрачены впустую или иметь очень низкий коэффициент отдачи, делающий проект бессмысленным. Поэтому, когда необходимо принимать решения, касающиеся вопросов реализации инноваций, такая оценка рисков приобретает главнейшую роль в управленческом анализе.

В целом риск это сложное явление, которое имеет большое количество несовпадающих и даже противоположных основ. Обусловлено это рядом различных определений понятия, в разной мере соответствующих сфере, объектам и условиям их применения.

Наиболее общепринятым на современном этапе представляется следующее определение понятия «риск» в экономике: Риск – опасность

возникновения непредвиденных потерь ожидаемой прибыли, дохода или имущества, денежных средств в связи со случайным изменением условий экономической деятельности, неблагоприятными обстоятельствами. Измеряется частотой, вероятностью возникновения того или иного уровня потерь; наиболее опасны риски с осязаемой вероятностью уровня потерь, превосходящих величину ожидаемой прибыли¹.

Процесс управления рисками включает несколько последовательных этапов. От качества проведения одного этапа зависит успех последующего. Процесс оценки должен идти непрерывно, то есть на регулярной основе должна проводиться идентификация рисков, их оценка и поиск способов работы с ними.

Связано это в первую очередь с тем, что риск – динамическая сущность, постоянно изменяющаяся во времени. По мере развития инновационного процесса меняется как количество, так и характер рисков. Отсутствие риска на ранних стадиях процесса еще не означает отсутствия данного риска в будущем. Поэтому процесс управления риском должен учитывать особенности этапа жизненного цикла инновации и проводиться на регулярной основе.

Рассмотрим риски, возникающие в инновационных процессах, учитывая особенности на разных этапах жизненного цикла инновации. В связи с тем что некоторые этапы инновационного процесса имеют схожие наборы рисков, классификация на первом уровне содержит три основные группы:

- научно-исследовательская работа;

^{*} Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 17-06-00089 А.

¹ Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М.: ИНФРА-М, 1999. 511 с.; Тактаров Г.А., Григорьева Е.М. Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски. М.: Финстатинформ, 2008. 357 с.

- опытно-конструкторская разработка;
- коммерциализация новшества.

На втором уровне классификации разделение рисков производится по источнику возникновения – макросреда, микросреда, организация.

Данная система построения классификации позволяет определить большое количество важнейших рисков на том или ином этапе жизненного цикла процесса, так как учитываются индивидуальные особенности каждого этапа.

Для того чтобы определить, какие риски являются незначительными, а какие требуют пристального внимания и контроля, риски следует оценить. То есть необходимо определить вероятность возникновения рисков события в данных обстоятельствах и серьезность его последствий. Этот шаг очень важен, так оценка риска служит основанием для принятия управленческих решений. В результате неадекватного анализа рисков можно получить субъективные и неясные выводы.

Решения, которые принимаются в процессе управления рисками, касаются того, что делать с оцениваемым риском далее: признать допустимым или управлять, а также того, какие средства необходимы во втором случае.

Методы учета и оценки рисков, существующие в настоящее время, не лишены субъективизма и существенных предпосылок, приводящих к неправильным оценкам риска проектов² [5, 6]. Рассмотрим положительные и отрицательные стороны наиболее широко используемых методов.

Традиционно к оценке рисков главным образом применялся вероятностный подход, но когда стало очевидно, что вероятностные модели не всегда позволяют получить удовлетворительные результаты (например, для инновационных проектов нельзя провести надежный дисперсионный анализ факторов риска [7, 8]) в риск-менеджменте стали

использоваться представления нечеткой логики [9, 10].

Теория нечеткой логики – это новый, динамично развивающийся подход к оценке риска. В последнее время моделирование на основе представлений нечеткой логики является одним из наиболее активных и перспективных направлений прикладных исследований в области управления и принятия решений³ [11, 12].

В моделях управления рисками, основанных на нечеткой логике, сам риск и его свойства, то есть вероятность и опасность, характеризуются некоторой размытостью: их описывают словесно и используют при этом неопределенные термины – лингвистические переменные.

Лингвистические переменные – переменные, которые нельзя описать с помощью математического языка, то есть им сложно придать точную (объективную) количественную оценку. Например, понятия «малый» и «средний» (говоря о бизнесе), «высокая» или «низкая» (о процентной ставке) не имеют четкой границы и не могут быть представлены точным математическим описанием. Таким образом, лингвистической переменной будет называться такая переменная, значениями которой являются слова или предложения естественного языка [13].

В литературе о нечетких множествах лингвистические переменные также называют терм-множествами [14] (от англ. *term* – называть). Следуя теории нечеткой логики, риск можно определить как функцию от вероятности возникновения события P и его опасности S :

$$R = f(P, S).$$

В качестве входных предлагается использовать семь лингвистических переменных:

- EL – чрезвычайно низкую;
- VL – очень низкую;

² Тепман Л.Н. Риски в экономике М.: ЮНИТИ, 2007. 380 с.

³ Вертакова Ю.В., Симоненко Е.С. Управление инновациями: теория и практика. М.: Эксмо, 2008. 432 с.

- L – низкую;
- M – среднюю;
- H – высокую;
- VH – очень высокую;
- EH – чрезвычайно высокую.

С учетом изложенных представлений можно предложить методику оценки рисков инновационного процесса в виде алгоритма (рис. 1). Здесь вероятности событий могут принимать значения от 0 до 1, а уровни опасности риска – от 1 до 100.

Создание данной модели проведено с помощью программного пакета MATLAB, в среде которого для реализации процесса нечеткого моделирования имеется специальный пакет расширения Fuzzy Logic Toolbox⁴. При построении модели для каждой переменной были заданы функции принадлежности, ранжирование и тип (рис. 2, 3).

Вершины треугольных функций соответствуют заданным лингвистическим переменным. Функции выходной переменной – *osenska_riska* тоже являются треугольными функциями. Треугольные функции принадлежности были выбраны, чтобы сделать результат более гибким и данная система могла подойти для большего количества вариантов.

Таким образом, может быть создана экспертная система на основе правил нечеткой логики для заданных лингвистических переменных показателей риска (рис. 4). Когда эксперт вводит в программу свою оценку вероятности и уровня опасности риска в лингвистических переменных, рассчитывает итоговый уровень риска по шкале от 0 до 100.

Например, если оценить вероятность риска как очень высокую VH , а уровень опасности или потерь от риска как очень низкий VL , то оценка риска составит 56,2. Далее необходимо проводить качественный анализ, позволяющий сделать окончательный вывод о

допустимости оцененного риска по анализируемому экономическому показателю.

Применим нашу модель для оценки риска недополучения прибыли при производстве и сбыте инновационной продукции в условиях нестабильности внешней среды на предприятии ООО «Агрофирма «Металлург» Выховского района Нижегородской области⁵. Предварительно определим зоны риска для ООО «Агрофирма «Металлург» с позиции возможных финансовых потерь за 2016 г. (рис. 5).

При очень высокой вероятности риска и уровне опасности, определяемом как очень низкий, оценка риска составит 56,2 и величина недополучения прибыли будет 1 041,95 тыс. руб., что может привести к ухудшению финансового состояния и даже банкротству предприятия. Если вероятность риска оценить как низкую, а уровень опасности или потерь от риска как средний, то оценка риска составит 18 и потери от недополучения прибыли будут 333,72 тыс. руб., что при внедрении инноваций вполне допустимо.

Таким образом, предложенная методика, основанная на представлениях нечеткой логики, позволяет оценивать все предлагаемые риски по двум характеристикам, при этом эксперт получает возможность проранжировать риски по уровню важности и сделать соответствующие выводы. Уровень риска характеризует степень приемлемости риска для организации и показывает, нуждается ли данный риск в нейтрализации или нет. Если в процессе анализа выявляются недопустимые риски, то они должны обрабатываться в первую очередь.

В целом данный подход позволяет оценивать риски на протяжении всего жизненного цикла инноваций, тем самым снижать высокий уровень неопределенности инновационной деятельности и повысить эффективность дальнейшего процесса управления риском на всех этапах инновационных процессов.

⁵ Авторы благодарят заместителя генерального директора по экономике и финансам ООО «Агрофирма «Металлург» А.А. Анисимову за предоставленные данные и полезные дискуссии.

⁴ Паасонен В.И. Инструмент научных исследований MATLAB. Новосибирск: НГУ, 2000. 161 с.

Рисунок 1

Алгоритм методики оценки риска инновационного процесса

Figure 1

An algorithm of methodology for assessing the risk inherent in innovation process



Источник: авторская разработка

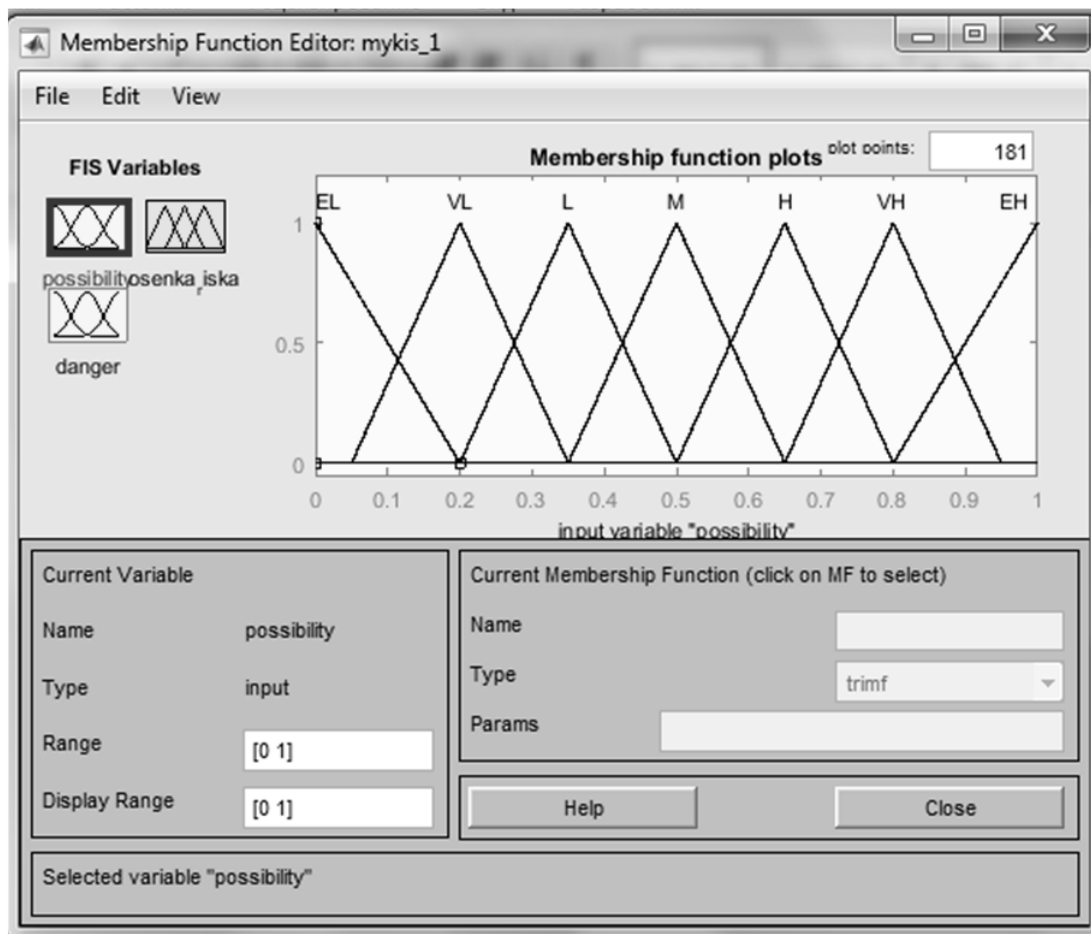
Source: Authoring

Рисунок 2

Функции принадлежности переменной вероятности риска – Possibility

Figure 2

The membership function of variable Possibility



Источник: авторская разработка

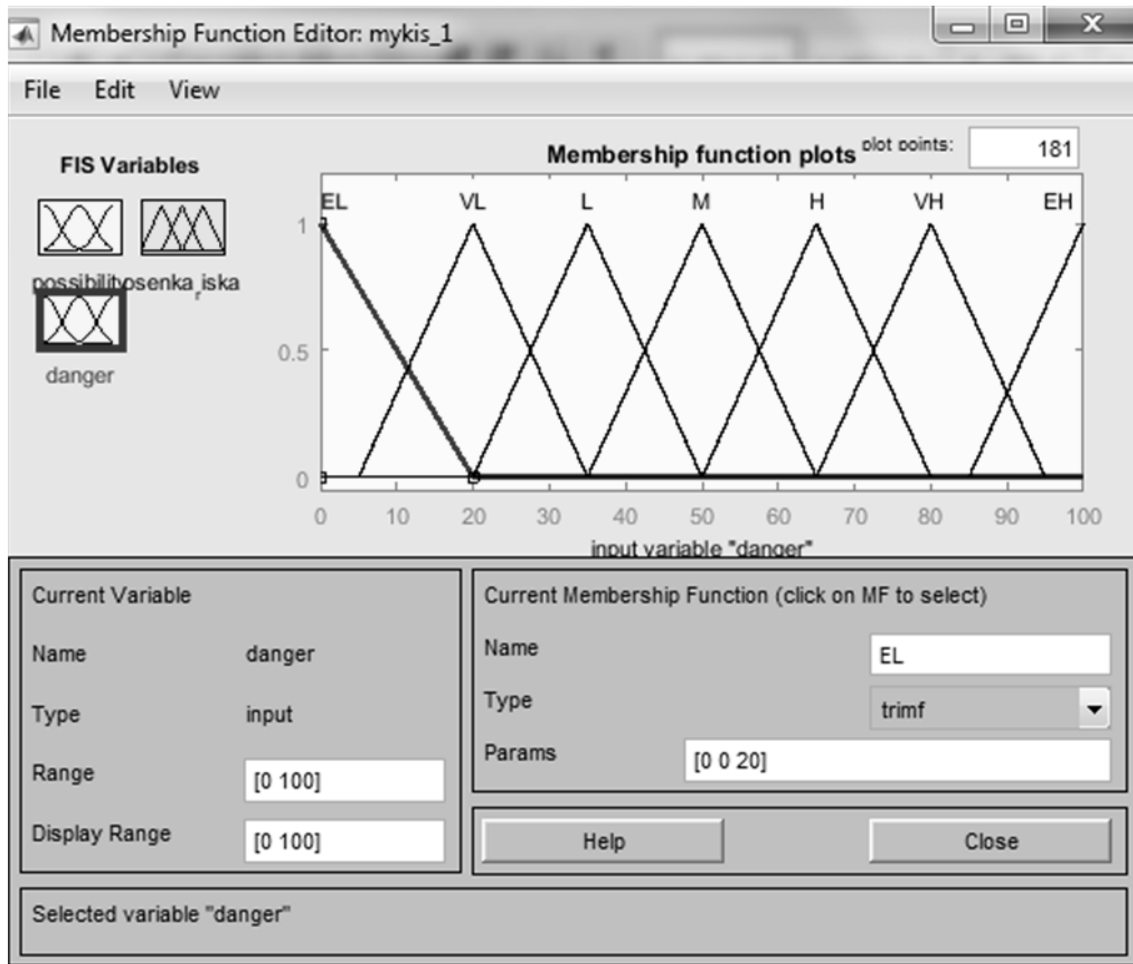
Source: Authoring

Рисунок 3

Функции принадлежности переменной уровня опасности риска – *Danger*

Figure 3

The membership function of variable *Danger*



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 4

Правила контроля в нечеткой логике

Figure 4

Rules for control in the fuzzy logic

	<i>EH</i>	<i>VH</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>VL</i>	<i>EL</i>
<i>EH</i>	<i>EH</i>	<i>EH</i>	<i>VH</i>	<i>VH</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>M</i>
<i>VH</i>	<i>EH</i>	<i>VH</i>	<i>VH</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>M</i>
<i>H</i>	<i>VH</i>	<i>VH</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>L</i>
<i>M</i>	<i>VH</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>VL</i>
<i>L</i>	<i>H</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>VL</i>	<i>VL</i>
<i>VL</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>VL</i>	<i>VL</i>	<i>EL</i>
<i>EL</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>L</i>	<i>VL</i>	<i>VL</i>	<i>EL</i>	<i>EL</i>

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 5
Зоны риска ООО «Агрофирма «Металлург»

Figure 5
Risk zones of ООО Agrofirma Metallurg

Гарантированный финансовый результат	Возможные финансовые потери, тыс. руб.		
	В размере расчетной суммы прибыли	В размере расчетной суммы выручки	В размере расчетной суммы источников собственных средств
Безрисковая зона	Зона допустимого риска	Зона критического риска	Зона катастрофического риска
1 854	1 854	548 153	847 800

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Розенберг Г.С., Черникова С.А., Краснощекова Г.П. и др. Мифы и реальность «устойчивого развития» // Проблемы прогнозирования. 2009. № 2. С. 130–154.
2. Крейнина М.Н. Оценка финансовой устойчивости предприятий // Финансовый менеджмент. 2001. № 2. С. 6–11.
3. Шеремет А.Д., Негашев Е.В. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций. М.: ИНФРА-М, 2009. 380 с.
4. Болдыревский П.Б., Игошев А.К., Кистанова Л.А. Анализ основных факторов экономической устойчивости промышленных предприятий России // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Сер.: Социальные науки. 2018. № 1. С. 7–13.
5. Бланк И.А. Управление финансовой безопасностью предприятия. Киев: Эльга, 2009. 250 с.
6. Макаров В.Л. Обзор математических моделей экономики с инновациями // Экономика и математические методы. 2009. Т. 45. № 1. С. 3–14.
7. Болдыревский П.Б. Основные элементы системы управления рисками промышленных предприятий // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013. № 3. С. 31–33.
8. Романов В.С. Понятие рисков и их классификация как основной элемент теории рисков // Инвестиции в России. 2001. № 12. С. 41–44.
9. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику.
URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>
10. Прикладные нечеткие системы / под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М.: Мир, 1993. 368 с.
11. Вовк С.П. Ситуационное управление и нечеткие игры в моделировании организационных систем. Таганрог: ТРТУ, 2002. 96 с.
12. Vovk S.P., Ginis L.A. Modelling and Forecasting of Transitions Between Levels of Hierarchies in Difficult Formalized Systems. *European Researcher*, 2012, vol. 20, iss. 5-1, pp. 541–545.

13. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня. М.: Знание, 1974. С. 5–49.
14. Lee R.C.T. Fuzzy Logic and the Resolution Principle. *Journal of the ACM*, 1972, vol. 19, iss. 1, pp. 109–119.

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.

ASSESSING THE RISK INHERENT IN INNOVATION PROCESSES

Pavel B. BOLDYREVSKII^{a,*}, Andrei K. IGOSHEV^b, Lyudmila A. KISTANOVA^c

^a National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
bpavel2@rambler.ru
ORCID: not available

^b National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
akigoshev@iee.unn.ru
ORCID: not available

^c National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (UNN),
Nizhny Novgorod, Russian Federation
lakistanova@mail.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Received 4 July 2018
Received in revised form
16 July 2018
Accepted 26 July 2018
Available online
29 August 2018

JEL classification: C02, C22,
O13

Keywords: economic
sustainability, innovation
process, risk, fuzzy logic

Abstract

Importance Innovation activities are associated with high risk, therefore, building effective models to assess risks of innovative processes is a critical task of economic analysis and innovation management.

Objectives The study focuses on economic and mathematical model building, enabling the quantitative and qualitative analysis of risk factors of innovative processes on the basis of probabilistic characteristics and hazard considerations.

Methods We employ methods of systems analysis and the concepts of fuzzy logic adapted to the management theory. MATLAB serve as a basic software.

Results We present a relatively new approach to innovative process risk assessment based on the fuzzy logic theory. Our calculations show the possibility of risk assessment by stages throughout the life cycle of the innovation. We formulated and analyzed algorithms to assess and manage risks associated with innovative processes at a certain stage of project implementation.

Conclusions The paper offers a methodology to assess risks of innovative processes based on the fuzzy logic. The methods enable to distinguish risks that are not significant and those requiring special attention and control at all interrelated stages of innovative projects. We also give examples of calculations of probability characteristics and risk levels.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

Please cite this article as: Boldyrevskii P.B., Igoshev A.K., Kistanova L.A. Assessing the Risk Inherent in Innovation Processes. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2018, vol. 17, iss. 8, pp. 1465–1475.
<https://doi.org/10.24891/ea.17.8.1465>

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant № 17-06-00089 A.

References

1. Rozenberg G.S., Chernikova S.A., Krasnoshchekova G.P. et al. [Myths and realities of "sustainable development"]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2009, no. 2, pp. 130–154. (In Russ.)

2. Kreinina M.N. [Assessing the financial stability of enterprises]. *Finansovyi menedzhment = Financial Management*, 2001, no. 2, pp. 6–11. (In Russ.)
3. Sheremet A.D., Negashev E.V. *Metodika finansovogo analiza deyatel'nosti kommercheskikh organizatsii* [Methods of financial analysis of commercial organizations' operations]. Moscow, INFRA-M Publ., 2009, 380 p.
4. Boldyrevskii P.B., Igoshev A.K., Kistanova L.A. [Analysis of the main factors of economic stability of industrial enterprises in Russia]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod*, 2018, no. 1, pp. 7–13. (In Russ.)
5. Blank I.A. *Upravlenie finansovoi bezopasnost'yu predpriyatiya* [Management of financial security of the enterprise]. Kiev, El'ga Publ., 2009, 250 p.
6. Makarov V.L. [A review of mathematical models of the innovation-driven economy]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2009, vol. 45, no. 1, pp. 3–14. (In Russ.)
7. Boldyrevskii P.B. [Key elements of the risk management system of industrial enterprises]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo = Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod*, 2013, no. 3, pp. 31–33. (In Russ.)
8. Romanov V.S. [The concept of risks and their classification as a core element of the theory of risk]. *Investitsii v Rossii = Investments in Russia*, 2001, no. 12, pp. 41–44. (In Russ.)
9. Shtovba S.D. *Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv i nechetkuyu logiku* [Introduction to the fuzzy set theory and fuzzy logic of the project]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php> (In Russ.)
10. Terano T., Asai K., Sugeno M. (Eds). *Prikladnye nechetkie sistemy* [Fuzzy Systems Theory and Its Applications]. Moscow, Mir Publ., 1993, 368 p.
11. Vovk S.P. *Situatsionnoe upravlenie i nechetkie igry v modelirovanii organizatsionnykh sistem* [Situation management and fuzzy games in organizational systems modeling]. Taganrog, Taganrog State University of Radio Engineering Publ., 2002, 96 p.
12. Vovk S.P., Ginis L.A. Modelling and Forecasting of Transitions Between Levels of Hierarchies in Difficult Formalized Systems. *European Researcher*, 2012, vol. 20, iss. 5-1, pp. 541–545. (In Russ.)
13. Zadeh L.A. *Osnovy novogo podkhoda k analizu slozhnykh sistem i protsessov prinyatiya reshenii. V kn.: Matematika segodnya* [Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. In: Mathematics Today]. Moscow, Znanie Publ., 1974, pp. 5–49.
14. Lee R.S.T. Fuzzy Logic and the Resolution Principle. *Journal of the ACM*, 1972, vol. 19, iss. 1, pp. 109–119.

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.