

Методика сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности количественных показателей

The methodology for the comparative evaluation of innovative projects by the totality of quantitative indicators

УДК 330.4

Тебекин А.В.,

д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор кафедры менеджмента Московского государственного института международных отношений (Университета) МИД России, г. Москва
e-mail: Tebekin@gmail.com

Tebekin A.V.

Doctor of Engineering, Doctor of Economics, professor, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, professor of department of management of the Moscow State Institute of International Relations (University) MFA of Russia, г. Москва
e-mail: Tebekin@gmail.com

Сауренко Т.Н.

д-р экон. наук, заведующий кафедрой таможенного дела Российского университета дружбы народов, г. Москва
e-mail: tanya@saurenko.ru

Saurenko T.N.

Doctor of Economics, Head of the Department of Customs Affairs, Peoples' Friendship, Moscow
e-mail: tanya@saurenko.ru

Анисимов В.Г.

д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор Санкт-Петербургского Политехнического университета им. Петра Великого, г. Санкт-Петербург
e-mail: an-33@yandex.ru

Anisimov V.G.

Doctor of Engineering, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg
e-mail: an-33@yandex.ru

Анисимов Е.Г.

д-р техн. наук, д-р военных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор, Российского университета дружбы народов, г. Москва
e-mail: an-33@rambler.ru

Anisimov E.G.

Doctor of Engineering, professor, Doctor of Military Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow
e-mail: an-33@rambler.ru

Аннотация

В статье предложена методика сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности количественных показателей. Она предназначена для обоснования решений по формированию и реализации рациональной инновационной политики. Сущность методики состоит во введении эталонного инновационного проекта и установлении степени соответствия сравниваемых проектов эталону. Степень соответствия определяется путем скаляризации векторов характеристик сравниваемых инновационных проектов. Особенность методики состоит в учете того, что наиболее быстрыми темпами, как правило, совершенствуются наиболее значимые для потребителей характеристики проектов. Это позволило более адекватно оценить «веса» отдельных показателей при реализации процедуры скаляризации векторов характеристик сравниваемых инновационных проектов.

Ключевые слова: инновационная политика, инновационные проекты, количественные показатели, сравнительная оценка, методика.

Abstract

The article proposes a methodology for the comparative evaluation of innovative projects by the totality of quantitative indicators. It is intended to substantiate decisions on the formation and implementation of a rational innovation policy. The essence of the methodology consists in the introduction of a reference innovative project and the establishment of the degree of conformity of the compared projects to the standard. The degree of compliance is determined by scalarization of the vectors of characteristics of the compared innovative projects. The peculiarity of the methodology is that it takes into account that, as a rule, the most significant characteristics of projects for consumers are being improved at the fastest pace. This made it possible to more adequately assess the “weights” of individual indicators during the implementation of the scalarization procedure for the characteristics vectors of compared innovative projects.

Keywords: innovation policy, innovative projects, quantitative indicators, comparative assessment, methodology.

1. Введение

Мировой опыт развития экономики свидетельствует, что эффективное развитие субъектов хозяйственной деятельности в различных сферах бизнеса достигается за счет инновационной деятельности. Она заключается в создании и масштабном внедрении инноваций. Именно они в существенной мере обеспечивают конкурентные преимущества продукции этих субъектов.

Эффективность инновационной деятельности, прежде всего, определяется формированием и претворением в жизнь рациональной инновационной политики. При ее разработке часто требуется принимать решения о предпочтительности того или иного направления инновационной деятельности или варианта инновационного проекта. При этом имеющаяся информация об указанных направлениях или проектах может содержать как качественные, так и количественные показатели. Качественные показатели характерны для ранних стадий формирования инновационной политики [1–12].

Модель, позволяющая на основе системы качественных показателей осуществлять сравнительную оценку направлений инновационной деятельности или инновационных проектов, предложена в работе авторов [13]. Настоящая статья является продолжением

этой работы и направлена на построение методики сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности количественных показателей. Такими показателями разработчики инновационной политики, как правило, располагают на завершающих стадиях ее разработки.

В целом же модель, представленная в [13] и методика, предложенная в настоящей статье, составляют вариант инструментария для формирования рациональной инновационной политики субъектов хозяйственной деятельности в различных сферах бизнеса.

2. Описание методики

В тех случаях, когда направления инновационной деятельности или варианты инновационного проекта характеризуются наборами количественных характеристик для их оценки и выбора рациональных вариантов в ряде случаев целесообразно использовать подход, опирающийся на реализацию следующих процедур.

1. *Определяется множество возможных вариантов проекта.*

Это множество в формализованном виде представляется матрицей

$$X^0 = \|x_{ij}^0\|, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (1),$$

где x_{ij}^0 – количественное значение i -го показателя j -го направления инновационной деятельности (варианта инновационного проекта);

I – количество параметров, характеризующих варианты инновационных проектов;

J – количество сравниваемых вариантов инновационных проектов.

2. *Нормируется матрица (1).*

Для этого определяются величины

$$s_{ij}^0 = \frac{x_{ij}^0}{x_i^0}, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (2),$$

где

$$x_i^0 = \max_j x_{ij}^0, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (3).$$

Вводятся параметры d_{ij} , такие, что

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если увеличение } s_{ij}^0 \text{ ведет к увеличению} \\ & \text{предпочтительности проекта,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (4)$$

Тогда множество сравниваемых инновационных проектов может быть охарактеризовано матрицей

$$S = \|S_{ij}^0\|, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (5),$$

где

$$S_{ij}^0 = \begin{cases} s_{ij}^0 & \text{при } d_{ij} = 1, \\ 1 - s_{ij}^0 & \text{при } d_{ij} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Элементы матрицы (5) принимают значения из отрезка $[0, 1]$, а их увеличение является формализованным отражением улучшения инновационных проектов.

3. *Формируется эталонный вариант инновационного проекта.*

Его формирование осуществляется с учетом возможного улучшения характеристик инновационных проектов в будущем, определяемом периодом реализации инновационной политики. Для учета возможного улучшения будем полагать, что динамика изменения характеристик проектов описывается следующей системой линейных уравнений [14, 15]

$$S_i^1(t) = S_i^0 + k_i t, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (7),$$

где $S_i^1(t)$ – эталонное значение i -й характеристики сравниваемых инновационных проектов в момент времени t ;

$$S_i^0 = \max_j S_{ij}^0, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J;$$

t – продолжительность периода реализации инновационной политики;

k_i – коэффициент, отражающий ожидаемую максимальную скорость увеличения нормализованного значения i -й характеристики инновационных проектов.

Коэффициенты k_i ($i=1, 2, \dots, I$) определяются на основе анализа опыта развития аналогов для сравниваемых инновационных проектов.

Правомерность выбора системы (7) объясняется тем, что на практике обычно имеем дело с небольшими отрезками времени, охватывающими две-три смены поколений инноваций и, следовательно, предположение о линейности может полагаться справедливым.

Формируется матрица относительных (нормированных) по эталонным значениям характеристик сравниваемых вариантов инновационных проектов:

$$Q = \|q_{ij}\|, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (8),$$

$$\text{где } q_{ij} = \frac{S_{ij}^0}{S_i^1(t)}, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J.$$

4. *Определяется «вес» каждой характеристики инновационных проектов.*

При этом, учитывая соотношение (7), можно записать, что

$$\alpha_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^I r_i}, \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (9),$$

где

$$r_i = \frac{k_i}{S_i^0}, \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (10).$$

Выбор соотношения (9) для установления «весов» характеристик инновационных проектов обусловлен опытом инновационной деятельности, который свидетельствует, что наиболее быстрыми темпами, как правило, совершенствуются наиболее значимые для потребителей характеристики проектов. Следовательно, большим темпам r_i ($i=1, 2, \dots, I$) роста нормализованных значений характеристик аналогов сравниваемых инновационных проектов соответствуют и большие «веса» характеристик [16].

5. *Определяется степень близости каждого варианта инноваций к эталону.*

Математической моделью для оценки близости является конечномерное действительное векторное пространство. Значения единичных показателей каждого j -го ($j=1, 2, \dots, J$) из оцениваемых вариантов и эталона определяют два I -мерных вектора

$$\|S_{ij}^0\| \text{ и } \|S_i^1\|, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (11).$$

Степень близости μ_j вектора $\|S_{ij}^0\|$ к эталону можно характеризовать метриками, перечень и общая характеристика которых приведены в табл. [17–21].

Общая характеристика мер близости векторов характеристик инновационных проектов

Мера близости инновационных проектов	Шкала измерения характеристик инновационных проектов	Общая характеристика мер близости инновационных проектов
Евклидова метрика	Количественная	Геометрическое расстояние в действительном многомерном пространстве показателей (характеристик) инновационных проектов
Квадратичная евклидова метрика	Количественная	Придает большие в сравнении с евклидовой метрикой веса расстояниям между более удаленными по показателям инновационными проектами
Взвешенная метрика Евклида	Количественная	Придает разные в сравнении с евклидовой метрикой веса расстояниям в действительном многомерном пространстве показателей (характеристик) инновационных проектов
Метрика Чебышева	Количественная	Устанавливает различие инновационных проектов, отличающихся одним показателем
Манхэттенская метрика	Количественная	В сравнении с евклидовой метрикой уменьшает влияние больших различий между отдельными показателями инновационных проектов на общий результат их сравнения
Метрика Махаланобиса	Количественная	Применяется, если между показателями инновационных проектов имеется ненулевая корреляционная связь.

В рамках предлагаемого варианта методики степень близости вариантов инновационных проектов к эталону будем измерять взвешенной метрикой Евклида, т.е.

$$\mu_j = \sqrt{\sum_{i=1}^I \alpha_i (S_i^1 - S_{ij}^0)^2}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (12).$$

Поскольку эталонным значениям характеристик инновационных проектов соответствует лучшее качество, то все компоненты нормированного по эталонным значениям характеристик вектора $\|S_i^1\|$, $i = 1, 2, \dots, I$, $j = 1, 2, \dots, J$ равны 1. Следовательно, для нормированных по эталонным значениям характеристик сравниваемых вариантов инновационных проектов соотношение (12) принимает вид:

$$\mu_j^* = \sqrt{\sum \alpha_i (1 - q_{ij})^2}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (13).$$

Величины μ_j^* , $j = 1, 2, \dots, J$ имеют смысл средневзвешенной геометрической погрешности, которая характеризует степень близости каждого из сравниваемых

инновационных проектов к эталону. При этом меньшим значениям погрешности соответствует большая близость к эталонному проекту.

Вследствие нормирования строк матрицы (8), имеет место соотношение

$$\mu_j^* \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (14).$$

Поэтому целесообразно ввести коэффициенты соизмеримости инновационных проектов, определяемые соотношением

$$\beta_j = 1 - \mu_j^*, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (15).$$

Большим значениям коэффициентов (15) соответствуют более предпочтительные варианты инновационных проектов. Поэтому их применение для ранжирования сравниваемых инновационных проектов по степени предпочтения является более удобным, чем непосредственное применение меры (14).

6. Выводы

В целом, предложенная методика обеспечивает сравнительную оценку инновационных проектов в характерных для завершающих этапов формирования инновационной политики условиях наличия количественной информации о характеристиках направлений инновационной деятельности или инновационных проектов.

Особенность методики состоит в учете того, что наиболее быстрыми темпами, как правило, совершенствуются наиболее значимые для потребителей характеристики проектов. Это позволило использовать имеющуюся информацию о предшествующих аналогах сравниваемых инновационных проектов и более адекватно оценить «веса» их отдельных показателей при реализации процедуры скаляризации векторов характеристик.

Предложенная методика является достаточно простой и обладает существенной общностью. Это делает ее полезным инструментом для разработчиков инновационной политики как в масштабе государства в целом, так и для отдельных субъектов хозяйственной деятельности в различных сферах бизнеса.

Литература

1. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Блау С.Л., Мантусов В.Б., Новиков В.Е., Петров В.С., Тебекин А.В., Тебекин П.А. Управление инновациями. - Москва: Российская таможенная академия, 2017. - 452 с.
2. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Петров В.С., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н., Тебекин А.В., Тебекин П.А. Теоретические основы управления инновациями. - Санкт-Петербург, 2016. - 472 с.
3. Анисимов Е.Г., Анисимов В.Г., Блау С.Л., Новиков В.Е., Тебекин А.В. Модель поддержки принятия решений при формировании инновационной стратегии предприятия// Экономика сельского хозяйства России. - 2016. - № 3. - С. 53–59.
4. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Гапов М.Р., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н., Силкина Г.Ю., Тебекин А.В. Стратегическое управление инновационной деятельностью: анализ, планирование, моделирование, принятия решений, организация, оценка. - Санкт-Петербург, 2017. - 312 с.
5. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ботвин Г.А. Инвестиционный анализ в условиях неопределенности. - СПб., СПбПУ, 2006. - 288 с.
6. Анисимов В.Г., Гарькушев А.Ю., Сазыкин А.М. Оптимизация внедрения новых технологий в перспективные образцы артиллерийского вооружения// Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. - 2012. - № 4 (74). - С. 39–44.
7. Тебекин А.В., Анисимов Е.Г., Блау С.Л., Новиков В.Е. Организация инновационной деятельности на микроэкономическом уровне // Транспортное дело России. - 2016. - № 1. - С. 73–78.

8. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Богоева Е.М.* Формализация процедуры риск-ориентированного подхода при выполнении государственными органами контрольных функций // Вестник Российской таможенной академии. – 2014. – № 4. – С. 96–102.
9. *Балясников В.В., Ведерников Ю.В.* Модель причинного анализа на основе использования данных об особых ситуациях // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2015. – № 1-2 (79-80). – С. 31–38.
10. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ботвин Г.А., Черныш А.Я., Чечеватов А.В.* Анализ и оценивание эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности. – Москва: Военная академия Генерального штаба Вооруженных сил Российской Федерации; В. Г. Анисимов, 2006. – 288 с.
11. *Чварков С.В.* Учет неопределенности при формировании планов инновационного развития военно-промышленного комплекса. – В сборнике: Актуальные вопросы государственного управления Российской Федерации Сборник материалов круглого стола. Военная академия генерального штаба вооруженных сил Российской Федерации, Военный институт (Управления национальной обороной). – 2018. – С. 17–25.
12. *Ильин И.В.* Математические методы и инструментальные средства оценивания эффективности инвестиций в инновационные проекты. – Санкт-Петербург, 2018. – 289 с.
13. *Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Модель сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности качественных показателей // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 4. – С. 77–83.
14. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Новиков В.Е., Останин В.А.* Моделирование оптимизационных задач поддержки принятия решений в инновационном менеджменте // Вестник Российской таможенной академии. – 2016. – № 1. – С. 90–98.
15. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Алгоритм ресурсно-временной оптимизации выполнения комплекса взаимосвязанных работ // Вестник Российской таможенной академии. – 2013. – № 1. – С. 080–087.
16. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н.* Математические методы и модели в экономическом и таможенном риск-менеджменте: Монография. – Санкт-Петербург, 2016. – 236 с.
17. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Блау С.Л., Мантусов В.Б., Новиков В.Е., Петров В.С., Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Управление инновациями. – Москва: Российская таможенная академия, 2017. – 452 с.
18. *Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Способ формирования комплексных показателей качества инновационных проектов и программ // Журнал исследований по управлению. – 2018. – Т. 4. – № 11. – С. 30–38.
19. *Тебекин А.В., Сауренко Т.Н., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Методический подход к моделированию процессов формирования планов инновационного развития предприятий // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 1. – С. 65–72.
20. *Алексеев А.О., Алексеев О.Г., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ячкула Н.И.* Применение цепей Маркова к оценке вычислительной сложности симплексного метода // Известия Академии наук СССР. Техническая кибернетика. – 1988. – № 3. – С. 59–63.
21. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Формальная структура задач стандартизации и унификации при управлении развитием сложных технических систем // Защита и безопасность. – 2004. – № 4 (31). – С. 26–31.