Способ формирования комплексных показателей качества инновационных проектов и программ

The Method of Forming Integrated Indicators of the Quality of Innovative Projects and Programs

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
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
e-mail: Tebekin@gmail.com

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

Saurenko T.N.
Doctor of Economics, Head of the Department of Customs Affairs, Peoples' Friendship,
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
e-mail: an-33@yandex.ru

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

Анисимов Е.Г.
д-р техн. наук, доктор военных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор, Российского университета дружбы народов,
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,
an-33@rambler.ru

Аннотация
Предложен способ формирования комплексных показателей качества инновационных проектов и программ, основанный на приведении совокупности частных показателей к

единой шкале и установлении отношений порядка для их важности. В основу определения относительной важности частных показателей положен принцип максимума энтропии. Способ хорошо согласуется с принятой системой экспертизы инновационных проектов и программ и может быть использован в системах поддержки принятия решений по управлению инновационными процессами.
Ключевые слова: управление, инновационные процессы, экспертиза, инновационные проекты, инновационные программы, показатели качества.

Abstract
A method for the formation of complex indicators of the quality of innovative projects and programs based on bringing a set of particular indicators to a single scale and establishing order relations for their importance is proposed. The principle of maximum entropy is the basis for determining the relative importance of particular indicators. The method is in good agreement with the adopted system of examination of innovative projects and programs and can be used in decision support systems for managing innovation processes.
Keywords: management, innovative processes, expertise, innovative projects, innovative programs, quality indicators.

Введение

Особенностью современного этапа социально-экономического развития Российской Федерации является настоятельная необходимость ускоренной технологической модернизации. Приоритетной становится разработка инновационных проектов и программ, направленных не просто на извлечение прибыли, а на освоение новых прогрессивных технологий, экономию невоспроизводимых ресурсов, улучшение среды обитания, повышение качества продукции и услуг, развитие человеческого потенциала, и в конечном счете кардинальное повышение уровня конкурентоспособности национальной экономики и всей социальной системы [1 – 6, 22-32]. В реализации таких инновационных проектов и программ заинтересованы органы власти различных уровней, значительная часть предпринимателей и все члены и группы общества, заинтересованные в развитии и эффективном использовании своих способностей. При этом цели заинтересованных сторон и требования, предъявляемые ими к инновационным проектам и программам, могут существенно различаться. Но наиболее важными для принятия решений по разработке и внедрению инноваций представляются экономические, социальные, экологические, научно-технические (технологические) и политические цели [7–10]. Соответственно, показатели, по которым оценивается качество этих проектов и программ, должны учитывать особенности этих групп целей и связанные с их достижением положительные эффекты.

Экономические эффекты отражают финансовые затраты и поступления непосредственных участников инновационного процесса, а также последствия осуществления проекта для федерального, регионального или местного бюджетов.

Социальные эффекты отражают последствия реализации инновационных проектов и программ в сфере удовлетворения материальных и духовных потребностей людей в интересах обеспечения повышения уровня и качества их жизни.

Экологические эффекты отражают влияние реализации инновационных проектов и программ на окружающую среду.

Научно-технические (технологические) результаты создаваемых инноваций характеризуются их новизной, научно-техническим уровнем, технологичностью и т.п.

Политические эффекты проявляются в обусловленном реализацией инновационных проектов и программ росте политического влияния соответствующих прямых и косвенных участников проекта на местном, региональном и государственном, и международном уровнях; повышении уровня национальной безопасности; укреплении авторитета общественных и политических институтов и т.п.

Получение требуемого значения положительного с точки зрения соответствующего участника инновационного процесса эффекта и достижение целей разработки и внедрения инновационных проектов и программ формально может быть представлено как попадание значений соответствующих показателей в требуемые области шкал их измерения [11–14].

В зависимости от степени общности показатели качества подразделяются на единичные и комплексные.

Единичные показатели предназначены для оценки качества инновационного проекта (программы) с точки зрения одной из простых (неделимых в рамках конкретного исследования) характеристик цели соответствующего участника инновационного процесса.

Комплексные показатели предназначены для оценки качества инновационного проекта (программы) с точки зрения достижения некоторой совокупности целей в соответствующих сферах интересов участников инновационного процесса.

Разновидностями комплексного показателя являются групповой и интегральный показатели.

Групповые показатели – это показатели, которые относятся к характеристикам эффектов, отражающих реализацию выделенных подмножеств целей одного или нескольких участников инновационного процесса в некоторой совокупности сфер их интересов.

Интегральный показатель – это показатель, характеризующий согласованные интересы всех участников инновационного процесса по всем сферам их интересов.

Формальными критериями выбора предпочтительных с точки зрения соответствия прогнозируемых результатов целям участников инновационного процесса вариантов инновационных проектов и программ могут быть критерии пригодности, превосходства, оптимальности и их комбинации [15, 16, 32].

Критерий пригодности означает, что прогнозируемый для выбираемого варианта инновационного проекта (программы) эффект должен принадлежать некоторой допустимой для соответствующего участника инновационного процесса области шкалы, выбранной для измерения этого эффекта.

Критерий превосходства означает, что прогнозируемый положительный эффект для выбираемого варианта проекта (программы) должен превосходить в соответствующей шкале измерения подобные эффекты других вариантов.

Критерий оптимальности означает, что выбирается наилучший (с точки зрения выбранного критерия оптимальности) из возможных вариантов инновационных проектов (программ).

Комбинированные критерии строятся на основе различных комбинаций требований указанных ранее критериев. Например, выбранный вариант должен обеспечить максимальную прибыль при условии, что количество вредных выбросов в атмосферу не превысит установленных нормативными документами ограничений.

Формализация указанных показателей качества и критериев выбора вариантов инновационных проектов (программ) представляет собой нетривиальную и достаточно сложную задачу.

Целью данного исследования является формирование комплексных показателей качества инновационных проектов и программ в виде скалярной функции векторного аргумента.

Основное содержание исследований

С математической точки зрения сведение совокупности показателей к некоторому обобщенному показателю представляет собой формирование на выбранной совокупности показателей качества проекта (программы) некоторой скалярной функции векторного аргумента [17]:

$$q(j) = q[w_i(j)], \quad j = \overline{1,J}, \quad i = \overline{1,I}, \qquad (1)$$

где q – функция качества инновационного проекта (программы);

J – количество сравниваемых вариантов инновационных проектов (программ);

j– идентификатор варианта инновационного проекта (программы);

I – количество частных показателей, характеризующих сравниваемые варианты инновационных проектов (программ);

i– идентификатор показателя качества инновационного проекта (программы);

$w_i(j)$ – оценка i - го компонента вектора показателей качества j-го варианта инновационного проекта (программы).

Вид функции $q(j)$ определяется тем, как моделируется вклад каждого показателя в обобщенный показатель. Обычно при этом используют функции аддитивного (2) или мультипликативного (3) вида:

$$q(j) = \sum_{i=1}^{I} P_i S_i(j), \quad j = \overline{1,J}, \tag{2}$$

$$q(j) = 1 - \prod_{i=1}^{I} [1 - P_i S_i(j)], \quad j = \overline{1,J}, \tag{3}$$

где $S_i(j)$ – приведенные к единой шкале оценки i – го (i=1, 2, … ,I) компонента вектора показателей качества j-го (j=1, 2, … ,J) варианта инновационного проекта (программы);

P_i – коэффициенты относительной важности (весовые коэффициенты) соответствующих частных показателей.

Для приведения оценок $S_i(j)$ к единой шкале необходимо выбрать (сформировать) эталонный вариант инновационного проекта (программы). В качестве эталона целесообразно использовать условный вариант инновационного проекта (программы), обладающий наибольшими значениями выбранных показателей качества, то есть:

$$w_i^*(j) = \max_{i,j} w_i(j), i = \overline{1,I},\ j = \overline{1,J}.$$

При этом каждый инновационный проект может быть охарактеризован относительными значениями частных показателей:

$$S_i^*(j) = \frac{w_i(j)}{w_i^*(j)}, \quad i = \overline{1,I},\ j = \overline{1,J}\ . \tag{4}$$

Введем параметры d_{ij}, такие, что

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \textit{если увеличение } S_{ij}^* \textit{ ведет к повышению предпочтительности варианта}, \\ 0 - \textit{в противном случае.} \end{cases}$$

Тогда качество сравниваемых вариантов (4) проектов (программ) может быть формально представлено величинами:

$$S_i(j) \quad i = 1,2,...,\ I, \quad j = 1,2,...,\ J$$

такими, что

$$S_i(j) = \begin{cases} S^*_{ij} & \textit{при } d_{ij} = 1, \\ 1 - S^*_{ij} & \textit{при } d_{ij} = 0. \end{cases} \tag{5}$$

Предлагаемый способ приведения показателей качества инновационных проектов (программ) к единой шкале обеспечивает:

– во-первых, безразмерность обобщенного показателя $q(j)$, при том, что частные показатели могут иметь различную размерность,

– во-вторых, выполнение условия $0 \le q(j) \le 1$, которое необходимо для корректности соотношений (2) и (3).

Существенной особенностью предлагаемого способа построения комплексных (интегральных) показателей качества инновационных проектов и программ является вероятностная интерпретация нечеткости представлений участников инвестиционного процесса о предпочтительности одних качеств проектов (программ) по отношению к другим. При этом для определения коэффициентов P_i i=1,2,...,I относительной важности

частных показателей качества проектов предлагается использовать принцип максимума неопределенности [20].

Целесообразность применения этого принципа обусловлена тем, что имеющаяся на ранних стадиях оценки информация, как правило, не позволяет с высокой степенью точности:

1) определить относительную важность того или иного показателя во всех возможных условиях реализации проекта (программы);

2) точно определить закон распределения вероятностей относительной важности частных показателей.

Поэтому из всех возможных вариантов того или иного показателя качества закона распределения вероятностей значений коэффициентов важности необходимо выбрать наиболее устойчивый. Таким вариантом является закон распределения, характеризующийся максимальным значением измеряемой энтропией неопределенности, остававшейся после использовании всей объективной информации доступной лицу, принимающему решение. Указанный вид закона распределения вероятностей основывается на минимуме субъективизма. Следовательно, он является наиболее приемлемым в соответствующей информационной ситуации неопределенности будущих событий [19 - 21]. При управлении инновационными процессами, практические возможности анализа рассматриваемых весовых коэффициентов P_i, i=1,2,...,I могут быть реализованы с помощью их парных сравнений. В результате такого сравнения могут быть установлены некоторые линейные отношения порядка на множестве $P = \{P_i\}, \quad i = 1,2,..., I$ рассматриваемых коэффициентов. Следовательно, в реальной информационной ситуации задача определения численных значений величин P_i i=1,2,...,I заключается в установлении способа преобразования предпочтений, заданных в виде сформированных отношений порядка, в соответствующие точечные оценки.

Удобным способом такого преобразования в интересах задачи определения весовых коэффициентов показателей качества альтернативных инновационных проектов и программ является использование моделей, предложенных П. Фишберном в рамках теории полезности для априорного получения не противоречащих некоторой системе линейных ограничений точечных оценок вероятностей событий [18].

Целесообразность использования таких моделей обусловлена тем, что установление отношений порядка на множестве коэффициентов $P = \{P_i\}, \quad i = 1,2,..., I$ является одной из наиболее простых и естественных операций анализа альтернативных проектов, соответствующей реальной деятельности по управлению инновационными процессами.

Таким образом, можно показать, что если различные характеристики каждого проекта (программы) равноправны, то обладающим максимумом энтропии, т.е. наиболее устойчивым, является равномерное распределение. С учетом этого величины P_i i=1,2,...,I определяются по формуле

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^{J} S_i(j)}{\sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} S_i(j)}, \quad i = 1,2,..., I. \qquad (6)$$

При установлении для элементов множества $P = \{P_i\}, \quad i = 1,2,..., I$ простого линейного отношения порядка $P_1 \geq P_2 \geq ... \geq P_I$ весовые коэффициенты $P_i, \quad i = 1,2,..., I$ рассчитываются по формуле

$$P_i = \frac{2(I - i + 1)}{I(I + 1)}, \quad i = 1,2,..., I. \qquad (7)$$

При установлении для элементов множества $P = \{P_i\}, \quad i = 1,2,..., I$ строгого отношения порядка $P_1 > P_2 > ... > P_I$, весовые коэффициенты $P_i, \quad i = 1,2,...,I$ рассчитываются по формуле

$$P_i = \frac{I - i + 2}{I\,2^i}, \quad i = 1,2,..., I. \qquad (8)$$

При установлении для элементов множества $P = \{P_i\}, \quad i = 1,2,..., I$ усиленного линейного отношения порядка $P_i \geq \sum_{n=i+1}^{I} P_n, \quad i = 1,2,..., I$, в качестве точечных оценок величин весовых коэффициентов могут быть приняты значения

$$P_i = \frac{2^{I-i}}{2^I - 1}, \quad i = 1,2,..., I. \qquad (9)$$

Значения весовых коэффициентов для рассмотренных вариантов упорядочения частных показателей качества при *I*=5 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Весовые коэффициенты для частных показателей качества при *I*=5

Вид отношения порядка	Весовые коэффициенты				
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
$P_1 \geq P_2 \geq ... \geq P_5$	0.333	0.267	0.200	0.133	0.067
$P_1 > P_2 > ... > P_5$,	0.600	0.250	0.100	0.038	0.012
$P_i \geq \sum_{n=i+1}^{I} P_n, \quad i = 1,2,...$	0.516	0.258	0.129	0.065	0.032

Выводы

Предлагаемый способ формирования комплексных показателей качества инновационных проектов и программ опирается на приведение совокупности частных показателей к единой шкале и установление отношений порядка для их важности. В основу определения относительной важности частных показателей положен принцип максимума энтропии, который обеспечивает определенную объективность результатам оценки с учетом неопределенности информации на ранних стадиях планирования процессов реализации инновационных проектов и программ. Способ хорошо согласуется с принятой системой экспертизы инновационных проектов (программ) и может быть использован в системах поддержки принятия решений по управлению инновационными процессами.

Литература

1. *Тебекин А.В*. Закономерности и современные тенденции развития мирового хозяйства: факторы, определяющие динамику и направление инновационного развития// Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2012. – № 1 (1). – С. 34–38.

2. *Тебекин А.В.* Проблемы стратегического развития национальной экономики// Стратегии бизнеса. – 2017. – № 7 (39). – С. 33–41.

3. *Анисимов Е.Г., Анисимов В.Г., Сауренко Т.Н., Чварков С.В*. Экономическая политика в системе национальной безопасности российской федерации// Вестник академии военных наук. – 2017. – № 1 (58). – С. 137–144.
4. *Эглите К.Я., Серба В.Я., Давыдова А.А., Любомиров Д.Е., Козырева А.Г., Крикун В.П., Морозов А.Н.* Современный менеджмент и экономика: проблемы и перспективы развития.- Труды международной научно-практической конференции специалистов, ученых, аспирантов и студентов / Под редакцией: Давиденко Л.П., 2016. – 204 с.
5. *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.- Российская таможенная академия. Москва, 2017. – 452 с.
6. *Тебекин А.В.* Краткосрочный прогноз развития национальной экономики// Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2018. – № 2. – С. 177–186.
7. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Арсланов Р.Ф., Арсланова А.П., Богоева Е.М., Голоскоков В.И., Липатова Н.Г., Попов В.В., Сауренко Т.Н., Тебекин А.В.* Экономический и таможенный риск-менеджмент.- Государственное казенное образовательное учреждение высшего образования "Российская таможенная академия". Москва, 2015. – 180 с.
8. *Курбанов А.Х., Мамаев Е.В., Серба В.Я*. Военно-экономический анализ экономического потенциала региона в интересах материального обеспечения военных потребителей.- Санкт-Петербург, 2017. – 168 с.
9. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Анцигин А.В., Борисов А.М., Кежаев В.А., Свертилов Н.И.* Методы и модели оптимизации в управлении развитием сложных технических систем.- Санкт-Петербург, 2004. – 279 с.
10. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сазыкин А.М., Сауренко Т.Н.* Методологический подход к формализации показателей эффективности комплексного применения разноведомственных ресурсов в интересах национальной обороны// Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2017. – № 11-12 (113-114). – С. 3–9.
11. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Богоева Е.М., Сауренко Т.Н., Гарькушев А.Ю.* Методологические основы построения показателей эффективности контрольной деятельности органов государственной власти// Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2015. – № 3-4 (81-82). – С. 17–20.
12. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Афонин П.Н., Гапов М.Р., Сауренко Т.Н*. Модель и метод оптимизации решений при управлении развитием технических средств таможенного контроля// В сборнике: Таможенные чтения - 2017. Современная наука и образование на страже экономических интересов Российской Федерации сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : В 3 т.. – 2017. – С. 11–21.
13. *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.
14. *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.
15. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Босов Д.Б.* Сетевые модели и методы ресурсно-временной оптимизации в управлении инновационными проектами.- Москва, 2006. – 117 с.
16. *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.

17. *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.
18. *Фишберн П.* Теория полезности для принятия решений. – М: Наука, 1978. – 352 с.
19. *Алексеев А.О., Алексеев О.Г.* Применение цепей маркова к оценке вычислительной сложности симплексного метода// Известия Академии наук СССР. Техническая кибернетика. – 1988. – № 3. – С. 59–63.
20. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Мартыщенко Л.А., Шатохин Д.В.* Методы оперативного статистического анализа результатов выборочного контроля качества промышленной продукции. - Международная академия информатизации. Санкт-Петербург, Тула, 2001. – 72 с.
21. *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.
22. *Тебекин А.В., Маюнова Н.В.* Методические инструменты формирования и реализации высокотехнологичных инновационных проектов в социальной сфере. Инновации. –2016. – № 2 (208). – С. 68–72.
23. *Тебекин А.В., Митикась А.В., Денисова И.В.* Методический подход к управлению качеством инновационных проектов в социальной сфере. // Инновации. – 2016. – № 2 (208). – С. 92–98.
24. *Тебекин А.В.* Использование проектного подхода при создании новых и адаптации действующих организационных структур. Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2018. – № 1 (24). – С. 89–96.
25. *Тебекин А.В.* Технологии преодоления барьеров на пути улучшений в управлении проектами. // Журнал исследований по управлению. – 2018. – Т. 4. – № 1. – С. 22–39.
26. *Тебекин А.В.* Факторы, определяющие эффективность использования проектного подхода при создании новых и адаптации действующих организационных структур. // Журнал исследований по управлению. – 2018. – Т. 4. – № 3. – С. 8–21.
27. *Тебекин А.В., Ломакин О.Е., Шафиров В.Г.* Базовые технологии управления качеством. Москва, 2017.
28. *Тебекин А.В.* Управление качеством. Учебник / Москва, 2017. Сер. 61 Бакалавр и магистр. Академический курс (2-е изд., пер. и доп.).
29. *Тебекин А.В., Стосенко В.Р.* Критерии качества инновационной среды, обеспечивающие осуществления эффективных инноваций в сфере выставочной деятельности. В сборнике: Тенденции и перспективы развития социотехнической среды Материалы III международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 433–437.
30. *Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Управление качеством. Учебное пособие / Москва, 2016. Сер. 68 Профессиональное образование (1-е изд.). – 223 с.
31. *Тебекин А.В., Колбасин А.М.* Особенности управления качеством инновационных проектов как объектов. В сборнике: Наука и практика: интеграция знаний материалы международной научно-практической конференции. НОУ ВО "Московский экономический институт". 2015. – С. 96–103.
32. *Тебекин А.В., Ломакин О.Е., Норкина А.Н.* Формирование целевой функции эффективности управления качеством проекта создания и развития бизнес-инкубаторов. // Инновации и инвестиции. – 2010. – № 4. – С. 38–44.