УДК 656.614.3.076.3 **https://doi.org/10.33082/td.2018.1-2.02**

Метод отбора проектов на базе теории возможностей

С.В. Руденко
д.т.н., профессор, ректор
rudsv@i.ua

В.А. Андриевская
к.т.н., доцент кафедры «Управление логистическими системами и проектами»
andri-vera@ukr.net

Одесский национальный морской университет

Аннотация. *Разработан метод отбора проектов с использованием аппарата теории возможностей. Предлагаемый подход отражает ситуацию, когда динамичность окружения проекта определяет невозможность использования детерминированного или вероятностного подхода. Вид используемых нечетких чисел трапециевидный, что соответствует учету пессимистических, оптимистических и наиболее вероятных оценок; наличие первичной «фильтрации» проектов; возможность отбора по одному или нескольким критериям − обеспечивают адекватность и универсальность разработанного метода отбора проектов.*

Ключевые слова*: проект, теория возможностей, метод, карта проекта.*

Метод відбору проектів на базі теорії можливостей

С.В. Руденко
д.т.н., професор, ректор

В.О. Андрієвська
к.т.н., доцент кафедри «Управління логістичними системами і проектами»

Одеський національний морський університет

Анотація. *Розроблено метод відбору проектів з використанням апарату теорії можливостей. Пропонований підхід відображає ситуацію, коли динамічність оточення проекту визначає неможливість використання детермінованого або імовірнісного підходу. Вид використовуваних нечітких чисел трапецієподібний, що відповідає обліку песимістичних, оптимістичних і найбільш ймовірних оцінок; наявність первинної «фільтрації» проектів; можливість відбору по одному або декільком критеріям − забезпечують адекватність і універсальність розробленого методу відбору проектів.*

Ключові слова*: проект, теорія можливостей, метод, карта проекту.*

UDC 656.614.3.076.3

Projects selection method based on the theory of possibility

Rudenko S.
Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector
rudsv@i.ua
Andrievska V.
Ph.D., Associate Professor of the Department «Management of Logistics Systems and Projects»
andri-vera@ukr.net

Odessa National Maritime University

Abstract. *A method for selecting projects based on the theory of possibilities is developed. The proposed approach reflects the situation when the dynamic nature of the project environment determines the impossibility of applying a deterministic or probabilistic approach.*

The method is based on the «project card», which, in the block form separated by content, unites the characteristics of the project, from which constraints and selection criteria of projects can be formed. This ensures the universality of the proposed approach.

The type of fuzzy numbers used is trapezoidal to match the pessimistic, optimistic and most probable estimates.

The developed selection procedure presupposes the «filtration» of projects by the given levels of reliability for the conditions under consideration. This reduces the volume of the information operated at subsequent stages. Also, within the framework of a scheme, the options for selecting projects according to one or more criteria are linked.

Keywords: *project, theory of possibilities, method, project card*.

Введение. Проекты развития коммерческих предприятий, как правило, реализуются в условиях нестабильности внешнего окружения. Специалисты по управлению проектами определяют такое состояние среды как «турбулентность» [1].

При оценке различных характеристик проекта закладываются прогнозы развития показателей состояния внешней среды и результаты предыдущего опыта реализации проектов. Поэтому можно утверждать, что найденные расчетным путем или с помощью мнений экспертов характеристики проектов не являются вполне достоверными, так как получены в условиях неполноты информации. Особенно это характерно для среднесрочных и долгосрочных проектов, в виду того, что используемая при их разработке информация относится к значительной перспективе.

Компании, работающие в транспортной сфере, являются коммерческими предприятиями, деятельность которых осуществляется в условиях среды с высокой степенью турбулентности, что можно установить на базе уровней турбулентности в соответствии с подходом И. Ансоффа [2]. Примером может служить анализ ситуации на рынке стивидорных услуг (рис. 1).

Рис. 1. Идентификация уровня турбулентности внешней среды украинских стивидорных компаний

С точки зрения сложности, рыночная среда украинских стивидорных компаний может быть классифицирована как «интенсивно развивающиеся глобальные рынки», что объясняется тем, что сегодня:

– отечественные портовые терминалы вовлечены в конкурентную борьбу с российскими и румынскими терминалами (из-за географической близости и глобализации транспортных рынков);

– в производственном секторе страны происходят значительные изменения, обусловленные политической и экономической ситуацией в стране;

– кроме того, на рынке стивидорных услуг происходит определенное перераспределение участников из-за наметившихся тенденций приватизации и создания концессионных соглашений.

Отметим, что изменения в среде происходят непрерывно, индикатором этого процесса является нестабильность политической и экономической ситуации в стране, приводящая к изменениям в рамках годового отрезка времени. Это, в свою очередь, сигнализирует о быстроте происходящих изменений, что также подтверждается сменой объемов и направлением грузопотоков, проходящих через украинские порты. В сложившихся условиях становится практически невозможным предсказание будущей ситуации, за исключением объемов грузопереработки в рамках заключенных договоров, но, в годовом отрезке времени, что не обеспечивает информационную базу для стратегического планирования.

Таким образом, для стивидорных компаний, как представителей транспортной сферы, обоснована невозможность использования детерминированных и вероятностных методов в сложившихся условиях для принятия решений по выбору проектов.

Аналогичные рассуждения могут быть проведены и для ситуации с оценкой проектов для других представителей транспортной сферы.

Таким образом, проблема отбора проектов в условиях неполноты информации является актуальной.

Анализ основных достижений и литературы. В современной научной литературе решению задачи отбора проектов посвящено значительное количество публикаций (например, [3-8]).

Теоретическая база принятия решений содержит группу специальных методов, ориентированных на неполноту информации. Так, в частности, в таких ситуациях успешно зарекомендовала себя теория возможностей Л. Заде [9] (нечеткий аналог теории вероятностей), которая позволяет разрабатывать решения в условиях отсутствия полной информации, а также статистической информации, которая традиционно используется для разработки решений с учетом вероятностного подхода.

В [5] приведена модель нечеткого выбора проектов в сфере образования; этот же автор разработал методику отбора проектов в портфель с помощью показателя интегрального вклада проекта в интегральный показатель стратегической цели. Интегральный показатель оценки иннова-ционных проектов представлен в [6]. В [7; 8] разработана модель формирования портфеля проектов в двух постановках: в детерминированном варианте [7] и в нечеткой постановке [8].

В [10] была изложена теория возможностей в современной интерпретации, в том числе, представлена модель формирования портфеля проектов. Но, не смотря на существование указанных методов и моделей отбора проектов в условиях отсутствия полноты информации, их нельзя считать универсальными, так как они ориентированы на специфические критерии оценки специфических проектов, программ или портфелей в определенных условиях.

Цель исследования. Целью исследования является разработка метода отбора проектов на базе теории возможностей.

Материалы исследования. В [11] предложен подход к отбору проектов на базе «карты проекта», которая в виде блоков, выделенных по содержанию, объединяет характеристики проекта, из которых могут быть сформированы ограничения и критерии отбора проектов.

В качестве методов исследования принята теория возможностей, изложенная в [9; 10].

Результаты исследования. Пусть в качестве компонент «карты проекта» выбраны следующие: ценность; экономическая эффективность; ресурсы; проектный потенциал; k – количество рассматриваемых характеристик ценности, r – экономической эффективности, m – ресурсов.

Для учета интервального значения каждой характеристики предлагается использовать нечеткие числа треугольного $A=(a_1,a_2,a_3)$ или трапециевидного $A=(a_1,a_2,a_3,a_4)$ вида. Для трапециевидных нечетких чисел функции принадлежности $\mu_A(x)$ имеют вид

$$\mu_A(x)=\begin{cases} 0, x<a_1\_или\_x>a_4, \\ \dfrac{x-a_1}{a_2-a_1}, a_1\le x\le a_2, \\ 1, a_2\le x\le a_3, \\ \dfrac{a_4-x}{a_4-a_3}, a_3<x<a_4, \end{cases} \tag{1}$$

где $a_1\le a_2\le a_3\le a_4$. При условии $a_2=a_3$ имеем треугольное число, $\mu_A(x)$ количественно характеризует возможность, с которой нечеткая величина A принимает значение x.

Треугольные и трапециевидные нечеткие числа позволяют задавать оптимистические, пессимистические и наиболее вероятные значения характеристик, в данном случае, проекта. Поэтому такой вид нечетких чисел принят в данном исследовании. Примем для дальнейшего исследования оценку характеристик проекта в виде трапециевидных нечетких чисел вида (1).

В терминах трапециевидных нечетких чисел карта проекта будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

В зависимости от структуры «карты проекта», формируется множество условий и критериев, которые могут быть также заданы в виде нечетких условий.

В теоретической базе [10] предлагается два вида нечетких ограничений, используемых при операциях с трапециевидными и треугольными нечеткими числами (рис. 3 *а*, *б*).

ПРОЕКТ *f*

ЦЕННОСТЬ

$$Ц_1^f = (Ц_{11}^f, Ц_{12}^f, Ц_{13}^f, Ц_{14}^f)$$
$$Ц_2^f = (Ц_{21}^f, Ц_{22}^f, Ц_{23}^f, Ц_{24}^f)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$Ц_k^f = (Ц_{k1}^f, Ц_{k2}^f, Ц_{k3}^f, Ц_{k4}^f)$$

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

$$Э_1^f = (Э_{11}^f, Э_{12}^f, Э_{13}^f, Э_{14}^f)$$
$$Э_2^f = (Э_{21}^f, Э_{22}^f, Э_{23}^f, Э_{24}^f)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$Э_r^f = (Э_{r1}^f, Э_{r2}^f, Э_{r3}^f, Э_{r4}^f)$$

РЕСУРСЫ

$$P_1^f = (P_{11}^f, P_{12}^f, P_{13}^f, P_{14}^f)$$
$$P_2^f = (P_{21}^f, P_{22}^f, P_{23}^f, P_{24}^f)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$P_m^f = (P_{m1}^f, P_{m2}^f, P_{m3}^f, P_{m4}^f)$$

ПРОЕКТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИЕ

$$П^f = (П_1^f, П_2^f, П_3^f, П_4^f)$$
$$П_1^f = (П_{11}^f, П_{12}^f, П_{13}^f, П_{14}^f)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$П_4^f = (П_{41}^f, П_{42}^f, П_{43}^f, П_{44}^f)$$

Рис. 2. «Карта проекта», заданная набором нечетких трапециевидных чисел

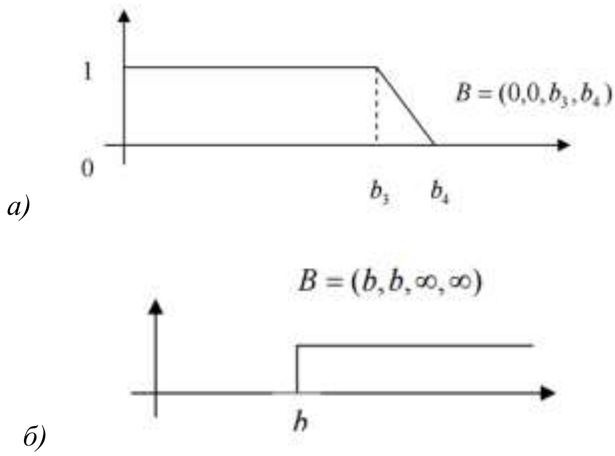

Рис. 3. Нечеткие ограничения сверху (а) и снизу (б)

Ограничения в виде нечеткого числа типа $B = (0, 0, b_3, b_4)$ соответствуют ограничениям сверху (иначе, бюджетным ограничениям, рис. 3 *а*) и характеризуют возможные границы использования ресурсов. $[b_3, b_4]$ – промежуток, который является допустимым для рассматриваемого ресурса, промежуток $[0, b_3)$ – желаемый (степень принадлежности равна 1).

Ограничения в виде нечеткого числа $B=(b, b, \infty, \infty)$ соответствуют ограничениям снизу (рис. 3 *б*), и позволяют описывать требования к эффективности, ценности, потенциалу.

Эти же нечеткие условия могут использоваться в виде критериев, направленных на минимизацию или максимизацию.

Теория возможностей оперирует понятием «уровень достоверности удовлетворения нечеткого числа А нечеткому условию В», и в качестве такого уровня достоверности выступает величина $0<\gamma<1$ (аналог вероятности в теории вероятностей), для которой справедливо

$$Pos(A \in \overline{B}) < 1-\gamma, \tag{2}$$

где $Pos(A \in B)$ – возможность события, состоящего в том, что нечеткое число A удовлетворяет ограничению B. Соответственно, $Pos(A \in \overline{B})$ – возможность события, состоящего в том, что нечеткое число A не удовлетворяет условию B. Согласно теории возможностей [10] (2) равносильно условию

$$N_A(B) = \min_y \max(1-\mu_A(y), \mu_B(y)) > \gamma, \tag{3}$$

где $N_A(B)$ – степень удовлетворения условию В.

Введем в рассмотрение множество условий $\{B\}$, соответствующих системе требований к проекту в виде ограничений и критериев, установленных на предыдущем этапе в соответствии со структурой «карты проекта». На данном этапе, с учетом специфики операций над нечеткими числами, критерии (критерий) и ограничения не разделяются и рассматриваются все как ограничения.

Таким образом, формируется «фильтр» для «карт» проектов, состоящий из системы требований, описанной нечеткими ограничениями и соответствующими уровнями достоверности.

В результате «карта» проекта «пропускается» через своеобразный «фильтр» системы нечетких условий $\{B\}=\{B^1\} \cup \{B^2\}$, при этом каждый блок характеристик «пропускается» через системы нечетких ограничений соответствующего вида:

- $\{B^1\}$ для ресурсов – типа $B_s^1=(0, 0, b_3^{1s}, b_4^{1s}), \overline{1, S}$,

где S – количество нечетких ограничений подмножества $\{B^1\}$;

- $\left\{B^2\right\}$ для экономической эффективности, ценности и потенциала (составляющих) – в виде

$$B_g^2 = (b^{2g}, b^{2g}, \infty, \infty), g = \overline{1, G},$$

где G – количество нечетких ограничений подмножества $\left\{B^2\right\}$.

Для каждого ограничения необходимо задать уровень достоверности, что предполагает введение в рассмотрение множеств $\left\{\gamma^1\right\}$ и $\left\{\gamma^2\right\}$, элементы которых, соответственно, $0 < \gamma_s^1 < 1$, $\overline{1, S}$ и $0 < \gamma_g^2 < 1$, $g = \overline{1, G}$.

Отметим, что получение нечеткого решения по нечеткому критерию (критериям) и ограничениям может осуществляться по единой процедуре (согласно подходу Беллмана-Заде [10]), то есть критерии используются как нечеткие ограничения. Поэтому на этапе «фильтрации» проектов, критерии могут быть использованы и в качестве ограничений (например, задается нижняя граница эффективности, фильтрацию проходят проекты, для которых это выполнено, а далее отбирается проект с максимальной эффективностью). Смысл данной процедуры – получение $\left\{N_{A^f}(B)\right\} = \{\ N_{A_s^f}(B_s^1)\ \} \cup \{\ N_{A_g^f}(B_g^2)\ \}$ – множества степеней удовлетворения условиям $\left\{B^1\right\}$ и $\left\{B^2\right\}$,
где

$$\begin{aligned} &A_g^f \in \{Ц_{j_k}^f\} \cup \{Э_{j_r}^f\} \cup \{П^f\} \cup \{П_j^f\}, \\ &f = \overline{1, F}, j_k = \overline{1, k}, j_r = \overline{1, r}, j = \overline{1, 4}, g = \overline{1, G} \end{aligned} . \tag{4}$$

где G – общее число рассматриваемых характеристик в «карте» проекта в блоках «ценность», «экономическая эффективность», «проектный потенциал», то есть для принятой выше структуры «карты проекта» справедливо $G = k + r + 5$.

Аналогично,

$$A_s^f \in \{P_{j_m}^f\}, f = \overline{1, F}, j_m = \overline{1, m}, s = \overline{1, S}\ , \tag{5}$$

где S – общее число рассматриваемых характеристик в «карте» проекта в блоке «ресурсы», то есть справедливо $S = m$.

Для элементов множества $\left\{N_{A^f}(B)\right\}$ выполнено

$$N_{A_s^f}(B_s^1) \geq \gamma_s^1, \tag{6}$$

$$N_{A_g^f}(B_g^2) \geq \gamma_g^2. \tag{7}$$

Так как рассматриваемые нечеткие ограничения (критерии) и нечеткие числа – характеристики проекта – имеют специальный вид, то условия (6) и (7) равносильны следующим условиям (преобразование выполнено на базе изложенного в [10; 11])

$$(1-\gamma_s^1)a_3 + \gamma_s^1 a_4 \leq \gamma_s^1 b_3^{1s} + (1-\gamma_s^1) b_4^{1s}, s = \overline{1,S}, \tag{8}$$

$$\gamma_g^2 a_1 + (1-\gamma_g^2) a_2 \geq b^{2g} \;\; , g = \overline{1,G}, \tag{9}$$

где в данном случае a_1, a_2, a_3, a_4– числа, соответствующие нечетким числам трапециевидного типа $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, а в качестве A выступают нечеткие числа – характеристики проекта из его «карты» (например,

$$Ц_k^f = (Ц_{k1}^f, Ц_{k2}^f, Ц_{k3}^f, Ц_{k4}^f),\ Э_r^f = (Э_{r1}^f, Э_{r2}^f, Э_{r3}^f, Э_{r4}^f),$$

$$P_m^f = (P_{m1}^f, P_{m2}^f, P_{m3}^f, P_{m4}^f).$$

Таким образом, в случае «истинности» системы выражений (8) и (9) для соответствующих характеристик проекта, делаем вывод о том, что проект прошел стадию «фильтрации», в противном случае (то есть в случае невыполнения условия хотя бы для одной характеристики) – проект не проходит на следующий этап для дальнейшего рассмотрения.

С учетом введенных ранее обозначений нечетких характеристик «карты проекта», (8) и (9) для каждого проекта $f = \overline{1,F}$ будут иметь вид (получено путем подстановки вместо $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ принятого ранее вида характеристик проекта)

$$\begin{cases} (1-\gamma_1^1)P_{13}^f + \gamma_1^1 P_{14} \leq \gamma_1^1 b_3^{11} + (1-\gamma_1^1) b_4^{11}, \\ (1-\gamma_2^1)P_{23}^f + \gamma_2^1 P_{24} \leq \gamma_2^1 b_3^{12} + (1-\gamma_2^1) b_4^{12}, \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ (1-\gamma_m^1)P_{m3}^f + \gamma_m^1 P_{m4} \leq \gamma_m^1 b_3^{1m} + (1-\gamma_m^1) b_4^{1m}, \end{cases} \tag{10}$$

$$\begin{cases} \gamma_1^2 Ц_{11}^f + (1-\gamma_1^2) Ц_{12}^f \geq b^{21}\ , \\ \gamma_2^2 Ц_{21}^f + (1-\gamma_2^2) Ц_{22}^f \geq b^{22}\ , \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ \gamma_k^2 Ц_{k1}^f + (1-\gamma_k^2) Ц_{k2}^f \geq b^{2k}\ , \\ \gamma_{k+1}^2 Э_{11}^f + (1-\gamma_{k+1}^2) Э_{12}^f \geq b^{2k+1}\ , \\ \gamma_{k+2}^2 Э_{21}^f + (1-\gamma_{k+2}^2) Э_{22}^f \geq b^{2k+2}\ , \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ \gamma_{k+r}^2 Э_{r1}^f + (1-\gamma_{k+r}^2) Э_{r2}^f \geq b^{2k+r}\ , \\ \gamma_{k+r+1}^2 П_1^f + (1-\gamma_{k+r+1}^2) П_2^f \geq b^{2k+r+1}\ , \\ \gamma_{k+r+2}^2 П_{11}^f + (1-\gamma_{k+r+2}^2) П_{12}^f \geq b^{2k+r+2}\ , \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ \gamma_{k+r+5}^2 П_{41}^f + (1-\gamma_{k+r+5}^2) П_{42}^f \geq b^{2k+r+5} \end{cases} \qquad (11)$$

Таким образом, системы условий (10) и (11) формируют «фильтр» для отбора на следующий этап тех проектов, которые удовлетворяют поставленным условиям. Результатом рассмотренного этапа является определение множества проектов, удовлетворяющих указанным условиям.

Дальнейшие процедуры связаны с предварительным решением по следующему вопросу – отбор проектов будет осуществляться по одному критерию или совокупности критериев. Таким образом, после первичного отбора подмножества проектов с помощью процедуры «фильтрации», дальнейшие рассуждения проходят для двух ситуаций:

1. Случай одного критерия отбора проектов.
2. Случай нескольких критериев отбора проектов.

В первом случае, для проектов, прошедших предварительный отбор, для выбранного критерия устанавливается «возможность» события, состоящего в том, что соответствующая характеристика проекта удовлетворяет условию (соответствующему принятому критерию), в терминах теории возможностей

$$Pos(A \in K) = \max_y \min(\mu_A(y), \mu_K(y))\ , \qquad (12)$$

где A – нечеткая характеристика проекта;

K – критерий;

y – действительные числа, на которых рассматриваются функции принадлежности числа A и критерия K.

Независимо от направленности критерия – максимум или минимум, окончательный выбор проекта осуществляется по условию

$$\max_f \{Pos\ (A^f \in K)\}\ , \qquad (13)$$

где A^f – рассматриваемая характеристика проекта f, $f=\overline{1,F'}$,

F' – количество проектов после «фильтрации». Таким образом, по условию (13) отбирается тот проект, для которого обеспечение поставленного в качестве критерия условия является максимально возможным.

Если (12) выполнено для нескольких проектов, то можно использовать следующую процедуру. В $\mu_K(y)$ итеративно увеличивать (уменьшать) ограничивающее значение. Например, если критерий направлен на максимизацию, то его нечеткое описание имеет вид $K=(k,k,\infty,\infty)$, поэтому следует увеличивать k на величину Δk и повторять процедуру (12) до тех порт, пока в итоге не отберем один проект. Если критерий направлен на минимизацию, то нечеткое описание критерия имеет вид $K=(0,0,k,k)$, или $K=(0,0,k_1,k_2)$. В этом случае k или k_1,k_2 следует уменьшить на величину Δk и выполнить описанную выше процедуру.

Отметим, что, так как целью управленческих процедур может являться отбор не одного, а нескольких перспективных проектов, то величина $Pos\ (A^f \in K)$ может служить основой для ранжирования проектов и в дальнейшем, в качестве перспективных проектов могут рассматриваться несколько «первых», с точки зрения рангов, проектов.

В случае, когда рассматривается несколько критериев отбора, как качественных, так и количественных, может быть применен подход, изложенный в [10]. В этой ситуации появляется необходимость в сведении набора полученных оценок к одной общей (интегральной) оценке.

Процесс сведения предполагает выполнение следующих действий [10]:

1) нахождение относительного веса для каждого показателя;

2) оценивание каждого показателя проекта нечётким числом;

3) нормировка количественных показателей;

4) агрегирование нечётких оценок проекта с заданными весами и получение общей оценки проекта.

Для весов $\alpha_v>0$, соответствующих критериям K_v справедливо

$$\sum_{v=1}^{V}\alpha_v=1,$$

где V – количество рассматриваемых критериев.

Нормирование используется для того, чтобы свести к единым безразмерным единицам характеристики проектов, соответствующих выбранному набору критериев. Для нормирования определяется верхняя граница значений критерия – обозначается N (например, если критерий – прибыль, то верхняя граница – максимально-возможная прибыль

N для подобной категории проектов). После нормирования, нечеткое число $A=(a_1,a_2,a_3,a_4)$ будет иметь вид

$$\overline{A}=(\frac{a_1}{N},\frac{a_2}{N},\frac{a_3}{N},\frac{a_4}{N}). \qquad (14)$$

Пусть $\overline{X}\,{}^f_v=(x^f_{v1},x^f_{v2},x^f_{v3},x^f_{v4})$ – нормированное нечеткое число, отражающее характеристику f -го проекта в соответствии с v-м критерием. Тогда общая интегральная нечеткая оценка проекта будет равна

$$X^f=(\sum_{v=1}^{V}\alpha_v x^f{}_{v1},\sum_{v=1}^{V}\alpha_v x^f{}_{v2},\sum_{v=1}^{V}\alpha_v x^f{}_{v3},\sum_{v=1}^{V}\alpha_v x^f{}_{v4}),\ f=\overline{1,F'}, \qquad (15)$$

Для окончательного выбора проекта или для ранжирования проектов (с целью отбора нескольких проектов) требуется получить их интегральную числовую оценку на базе интегральной нечеткой оценки (15). В специальной литературе описаны несколько методов, которые позволяет это сделать. Предлагается для получения интегральной оценки применять метод Чанга, который не является трудоемким и не предполагает (как многие другие методы) использование дополнительных параметров при получении оценки. По методу Чанга для каждого трапециевидного нечеткого числа $A=(a_1,a_2,a_3,a_4)$ вычисляется следующая величина [12]

$$ch(A)=\frac{a_3^2+a_3a_4+a_4^2-a_1^2-a_1a_2-a_2^2}{6}. \qquad (16)$$

Таким образом, вычисленные в соответствии с (16) $ch(X^f)$, позволяют выбрать лучший проект с точки зрения набора критериев (либо, их упорядочить – проранжировать)

$$\max_f\{ch(X^f)\}, \qquad (17)$$

Условие (17) обеспечивает многокритериальный выбор проекта.

Выводы. Таким образом, разработан метод отбора проектов с использованием аппарата теории возможностей. Предлагаемый подход отражает ситуацию, когда динамичность окружения проекта определяет невозможность использования детерминированного или вероятностного подхода. Вид используемых нечетких чисел (трапециевидный, что соответствует учету пессимистических, оптимистических и наиболее вероятных оценок), наличие первичной «фильтрации» проектов, возможность отбора по одному или нескольким критериям – обеспечивают адекватность и универсальность выполненной формализации процедуры отбора проектов.

Преимущества использования теории возможностей (теории нечетких множеств) заключается в том, что:

1) качественные и количественные показатели без дополнительных процедур могут использоваться одновременно для получения интегральных оценок проектов и выбора проектов по системе критериев и ограничивающих условий;

2) использование оптимистических, пессимистических и наиболее вероятных оценок значений различных характеристик проекта делает полученные результаты адекватными реальным условиям процессов реализации проектов;

3) процедура принятия решений на базе теории возможностей является достаточно нетрудоемкой и позволяет разрабатывать решения в условиях практического отсутствия полной информации.

Предлагаемые результаты могут быть использованы в теоретическом плане как база для формализации отбора проектов в специфических условиях. Практическое применение результатов распространяется на проекты различного содержания и масштаба для принятия менеджерами решения о реализации проектов. Предлагаемый подход является развитием существующих подходов по использовании теории возможностей для отбора проектов, благодаря увязке с «картой проекта», использованию процедуры «фильтрации» и возможности отбора в рамках единой схемы по одному или нескольким критериям.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бушуев С.Д. Модель гармонизации ценностей программ развития организаций в условиях турбулентности окружения / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, Р.Ф. Ярошенко // Управління розвитком складних систем. – 2012. – Вип. 10. – С. 9-13.*
2. *Ансофф, И. Стратегический менеджмент. Классическое издание: Учебн. пособие / И. Ансофф. – СПб.: Питер, 2011. – 344 с.*
3. *Матвеев А.А. Модели и метолы управления портфелями проектов [Текст] / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.*
4. *Онищенко С.П. Формирование оптимального состава программы развития предприятия / С.П. Онищенко, Е.С. Арабаджи // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 6/3. – С. 60-66.*

5. *Коляда О.П. Метод формування стратегічного портфелю проектів вищого навчального закладу / О.П. Коляда // Управління проектами та Розвиток виробництва: Зб. наук. праць. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – № 1 (33). – С. 161-172.*
6. *Кучинський В.А. Підвищення ефективності інноваційної діяльності на основі удосконалення підходу до оцінки та відбору інноваційних проектів [Текст] / В.А. Кучинський, Н.А. Коробка // Сб. научн. трудов «Вестник НТУ ХПИ»: Технічний прогрес та ефективність виробництва № 7. – Вестник НТУ «ХПИ», 2011.*
7. *Кононенко И.В. Модель и метод оптимизации портфелей проектов предприятия для планового периода / И.В. Кононенко, К.С. Букреева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 1/2(43). – 2010. – С. 9-11.*
8. *Кононенко И.В. Метод формирования портфеля проектов предприятия для планового периода при нечетких исходных данных / И.В. Кононенко, К.С. Букреева // Управління розвитком складних систем. – 2011. – Вип. 7. – С. 39-43.*
9. *Zadeh L.A. (1978) «Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility». Fuzzy Sets and Systems. − 1. −P. 3-28.*
10. *Аньшин В.М. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности / В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков. – М.: МАТИ. – 2007. – 117 с.*
11. *Руденко С.В. Разработка концепции отбора проектов и ее формализация в условиях отсутствия полноты информации / С.В. Руденко, В.А. Андриевская // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – № 2(3). – С. 4-10.*
12. *Chang D.Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP [Текст] // D.Y. Chang // European Journal of Operational Research. – 1996. – Vol. 95. – № 3. – P. 649-655.*

Стаття надійшла до редакції 28.03.2018