

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕГИОНЕ

В статье разработан новый подход к проектно-экологическому анализу инвестиционных проектов на этапе экологического скрининга, отличающийся от существующих (Дж. Уоллис) включением экономико-математических моделей в цепочку анализа обработки слабоструктурированных результатов экспертных оценок. Преимущество подхода состоит в возможности формального описания и использования знаний экспертов-профессионалов для оценки инвестиционных проектов в императивах экономико-экологического развития региона.

Ключевые слова: проектно-инвестиционный анализ, качественные характеристики, регион, экологический скрининг, экономико-экологического развитие региона.

В настоящее время развивается новое направление риск-менеджмента инвестиционных проектов на базе оценки экологических последствий их влияния на окружающую среду как важнейших факторов принятия хозяйственных решений и устойчивого развития экономики [1–3].

Процедура экологической оценки инвестиционных проектов состоит из следующих этапов [4]:

- экологический скрининг, на котором осуществляется предварительный обзор проекта и определяется его категория по степени воздействия на окружающую среду;
- первичный экологический анализ, нацеленный на получение характеристик основных экологических проблем, на решение которых направлен рассматриваемый инвестиционный проект; на этом этапе составляется техническое задание;
- детальная экологическая оценка, предусматривающая проведение исследований, направленных на подтверждение экологической эффективности инвестиционного проекта и возможности достижения планируемого экологического эффекта;
- согласование перечня экологических условий реализации инвестиционного проекта и включение его в юридические документы по проекту;
- экологический контроль над реализацией инвестиционного проекта;
- экологический анализ результатов инвестиционного проекта.

* © Бородин А.И., Стрельцова Е.Д., Ченцов А.С., 2014

Бородин Александр Иванович (aib-2004@yandex.ru), кафедра теории финансов Финансового университета при Правительстве РФ, 101000, Российская Федерация, г. Москва, Малый Златоустинский пер., 7.

Стрельцова Елена Дмитриевна (el_strel@mail.ru), кафедра электронных вычислительных машин Южно-Российского государственного технического университета (НПИ), 346428, Российская Федерация, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Ченцов Александр Сергеевич (chencovas@yandex.ru), кафедра менеджмента Балтийского федерального университета, 101000, Российская Федерация, г. Калининград, ул. Чернышевского, 56.

На этапе отбора потенциальными инвесторами инвестиционных проектов и принятия решений о включении их в программы финансирования особую роль играет первый этап, этап экологического скрининга. На этом этапе основной задачей является определение степени соответствия имеющихся в базе инвестиционных проектов экологическим критериям и установление их приоритетности [1–3]. Решение этой задачи осуществляется в условиях неопределенности, т. к. состояние окружающей среды в подавляющем большинстве случаев не поддается количественному описанию и приводит к необходимости обработки информации качественного характера. Экологический скрининг предполагает решение следующих задач [4]:

- классификацию инвестиционных проектов по степени воздействия на окружающую среду;
- установление соответствия инвестиционного проекта экологическим критериям;
- определение приоритетности инвестиционного проекта;
- подготовку меморандума об экологическом скрининге.

В статье, реализуя подход изменения экологической стратегии с природоохранной на предупреждающую, предложен инструментарий, осуществляющий двухэтапную процедуру проведения экологического скрининга. Первый этап предусматривает рассмотрение заявок на финансирование проекта с целью их классификации и установления соответствия экологическим критериям. Второй этап заключается в установлении приоритетности финансирования инвестиционных проектов, отобранных при реализации первого этапа. Предложенный инструментарий оценки экологической привлекательности (приемлемости) на этапе экологического скрининга представляет собой комплекс экономико-математических моделей $MOD = \langle M_1, M_2 \rangle$, где M_1 – модель определения соответствия инвестиционных проектов экологическим критериям, M_2 – модель определения приоритетности экологического проекта (рис. 1). Рассмотрим эти модели.

Модель определения соответствия инвестиционного проекта экологическим критериям

Модель M_1 производит оценку соответствия инвестиционных проектов экологическим критериям на основе классификации по степени воздействия на окружающую среду, а также на основе экологических критериев инвестора. В соответствии с классификацией, приведенной в [4], каждому инвестиционному проекту присваивается категория А, Б, В или Г (табл. 1).

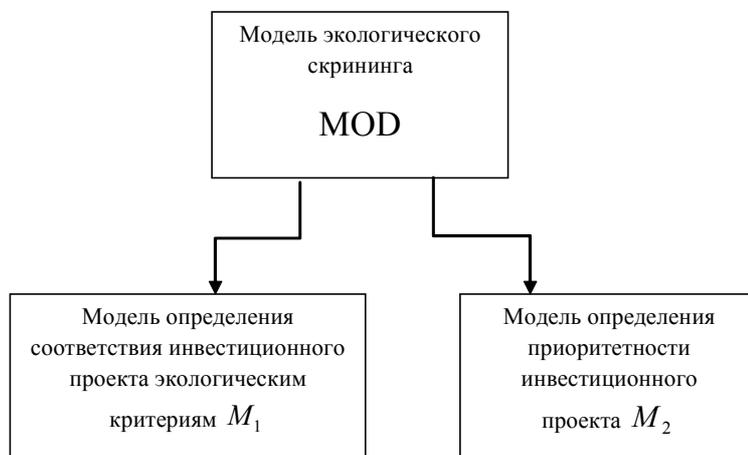


Рис. 1. Комплекс моделей для проведения экологического скрининга

Таблица 1

Классификация инвестиционных проектов по степени воздействия на окружающую среду

Категории инвестиционных проектов	Обозначение на модели	Критерии категорий инвестиционных проектов
А	<i>A</i>	Реализация инвестиционного проекта может привести к необратимым экологическим последствиям
Б	<i>B</i>	Реализация инвестиционного проекта может привести к неблагоприятному воздействию на окружающую среду (один природный компонент или более), однако эти воздействия легко узнаваемы, и их можно избежать, применив экологические, природоохранные или компенсационные меры
В	<i>W</i>	Реализация инвестиционного проекта не окажет неблагоприятного воздействия на окружающую среду и не приведет к каким-либо неблагоприятным воздействиям
Г	<i>G</i>	Инвестиционный проект не связан с промышленным производством и предусматривает улучшение состояния окружающей среды

Экологические критерии инвестора могут содержать следующие компоненты [4]:

- реализация инвестиционного проекта должна привести к ликвидации источника воздействия на окружающую среду;
- реализация инвестиционного проекта должна быть направлена на решение одной из нескольких экологических проблем:
 - загрязнения атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почв;
 - накопления опасных и иных отходов;
 - истощения или уничтожения природных ресурсов;
 - изменения традиционных видов землепользования;
 - изменения природных ландшафтов и др.;
- реализация инвестиционного проекта не должна приводить к возникновению неблагоприятного воздействия на окружающую среду за счет:
 - наращивания выпуска продукции;
 - коренного изменения основной технологии;
 - необходимости увеличения объемов используемого сырья, которым являются полезные ископаемые;
 - использования невозобновляемых природных ресурсов.

Как известно, информация, содержащаяся в заявке на финансирование проекта, во-первых, не полностью описывает его свойства, и, во-вторых, является слабо формализуемой. Необходимость формального описания слабоструктурированных знаний специалиста по экологической оценке инвестиционных проектов обусловила необходимость применения математического аппарата нечеткой алгебры и нечеткой логики при построении экономико-математической модели M_1 . Задача ставится следующим образом. Обозначим множество рассматриваемых инвести-

ционных проектов через $PR = \{PR_1, PR_2, \dots, PR_n\}$. Систему показателей, используемых для экологической оценки множества проектов PR , обозначим $\langle CLASS, SOOTW \rangle$, где $CLASS$ – система категорий, присваиваемых рассматриваемым проектам по степени воздействия на окружающую среду в соответствии с табл. 1, $SOOTW$ – характеристика соответствия проектов экологическим критериям. В статье предложено формальное описание системы показателей $\langle CLASS, SOOTW \rangle$ в виде лингвистических переменных

$$\langle CLASS, T(CLASS), U_{CLASS}, \mu_{CLASS} \rangle,$$

$$\langle SOOTW, T(SOOTW), U_{SOOTW}, \mu_{SOOTW} \rangle,$$

где $T(CLASS) = \{A_{CLASS}^i\}_{i=1}^{\delta}$, $T(SOOTW) = \{A_{SOOTW}^i\}_{i=1}^{\delta}$ – множества термов лингвистических переменных соответственно $CLASS, SOOTW$;

U_{CLASS}, U_{SOOTW} – их универсумы;

$\mu_{CLASS} = \{\mu_{A_{CLASS}^i}\}_{i=1}^{\delta}$, $\mu_{SOOTW} = \{\mu_{A_{SOOTW}^i}\}_{i=1}^{\delta}$ – функции принадлежности термов

$A_{CLASS}^i \in T(CLASS)$ и $A_{SOOTW}^i \in T(SOOTW)$, $i = \overline{1, \delta}$.

Термы $A_{CLASS}^i \in T(CLASS)$ и $A_{SOOTW}^i \in T(SOOTW)$ представлены нечеткими множествами

$$A_{CLASS}^i = \int_{U_{CLASS}} \mu_{CLASS}^i / x, \quad A_{SOOTW}^i = \int_{U_{SOOTW}} \mu_{SOOTW}^i / y,$$

которые формально описывают качественные экологические характеристики представленных проектов. Функции принадлежности $\mu_{A_{CLASS}^i} \in \mu_{CLASS}$ и $\mu_{A_{SOOTW}^i} \in \mu_{SOOTW}$ представляют собой семантику нечетких множеств $\mu_{A_{CLASS}^i} : U_{CLASS} \rightarrow [0,1]$, $\mu_{A_{SOOTW}^i} : U_{SOOTW} \rightarrow [0,1]$, ставящих в соответствие элементам $x \in U_{CLASS}$ и $y \in U_{SOOTW}$ некоторое действительное число $\mu_{A_{CLASS}^i}(x) \in [0,1]$, $\mu_{A_{SOOTW}^i}(x) \in [0,1]$.

Зададим терм-множество лингвистической переменной $CLASS$ таким образом, что в роли его элементов $A_{CLASS}^i \in T(CLASS)$ будут выступать категории А, Б, В и Г из табл. 2, т. е. $T(CLASS) = \{A, B, W, G\}$:

$$A_{CLASS}^1 = A; \quad A_{CLASS}^2 = B; \quad A_{CLASS}^3 = W; \quad A_{CLASS}^4 = G.$$

В качестве элементов $A_{SOOTW}^i \in T(SOOTW)$ терм-множества лингвистической переменной $SOOTW$ выберем качественные показатели степени соответствия инвестиционных проектов экологическим критериям

$$T(SOOTW) = \{LIW, REP, ND\};$$

$$A_{SOOTW}^1 = LIW; \quad A_{SOOTW}^2 = REP; \quad A_{SOOTW}^3 = ND.$$

Описание переменных множества $T(SOOTW)$ приведено в табл. 2. В таблице 2 характеристики термов взяты из пособия по экологической оценке инвестиционных проектов [4].

Таблица 2

Терм-множество лингвистической переменной $SOOTW$

Обозначение термина	Характеристика термина
LIW	Реализация инвестиционного проекта должна привести к ликвидации источника воздействия на окружающую среду
REP	Реализация инвестиционного проекта должна быть направлена на решение одной из нескольких экологических проблем: <ul style="list-style-type: none"> • загрязнения атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почв; • накопления опасных и иных отходов; • истощения или уничтожения природных ресурсов; • изменения традиционных видов землепользования; • изменения природных ландшафтов и др.
ND	Реализация инвестиционного проекта не должна приводить к возникновению неблагоприятного воздействия на окружающую среду за счет: <ul style="list-style-type: none"> • наращивания выпуска продукции; • коренного изменения основной технологии; • необходимости увеличения объемов используемого сырья, которым являются полезные ископаемые; • использования невозобновляемых природных ресурсов

Для формального представления результатов оценки соответствия рассматриваемого проекта экологическим критериям автором предложено ввести лингвистическую переменную «Уровень соответствия», представляющую собой $\langle URS, T(URS), U_{URS}, \mu_{URS} \rangle$,

где URS – название лингвистической переменной; $T(URS) = \{A_{URS}^i\}_{i=1}^{\delta}$ – терм-множество; U_{URS} – универсальное множество, на котором задана семантика $\mu_{URS} = \{\mu_{A_{URS}^i}\}_{i=1}^{\delta}$ с набором функций принадлежности $\mu_{A_{URS}^i} : U_{URS} \rightarrow [0,1]$.

Элементы $A_{URS}^i \in T(URS)$ представляют собой качественные показатели степени соответствия представленных проектов экологическим критериям и описываются следующими нечеткими переменными $A_{URS}^1 = \text{"соответствует"}$, $A_{URS}^2 = \text{"не полностью соответствует"}$, $A_{URS}^3 = \text{"не соответствует"}$, описываемые

нечеткими множествами $A_{URS}^i = \int_{U_{URS}} \mu_{URS}^i / z$. Введем обозначения $A_{URS}^1 = S$,

$A_{URS}^2 = NPS$, $A_{URS}^3 = NS$, в связи с чем значения лингвистической переменной URS представляют собой множество термов $T(URS) = \{S, NPS, NS\}$.

Задача ставится таким образом, чтобы для любых заданных экспертами значений $x \in U_{CLASS}$ и $y \in U_{SOOTW}$ лингвистических переменных $CLASS$ и $SOOTW$ определить степень соответствия $z \in U_{URS}$ представленного в заявке на финансирование проекта экологическим критериям (рис. 2).

Модель M_1 должна помочь пользователю установить численное значение степени соответствия представленного к финансированию проекта PR_i , $i = \overline{1, n}$ экологическим критериям.

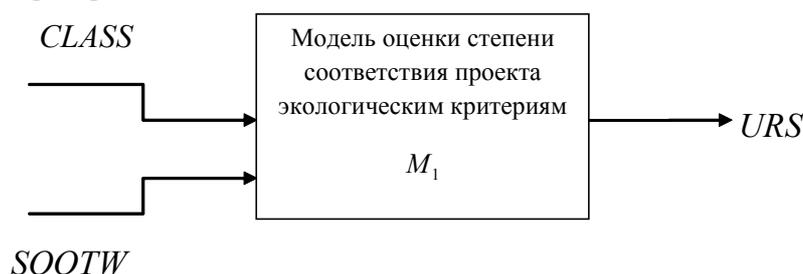


Рис. 2. Схема нечеткой модели оценки степени соответствия представленного для финансирования проекта экологическим критериям

Оперируя представлениями экспертов-профессионалов, сформированными ими на базе знаний и опыта, примем, что задача о соответствии проекта PR_i экологическим критериям может быть описана следующими предложениями естественного языка:

- если реализация проекта PR_i может привести к необратимым экологическим последствиям (класс А), то проект не соответствует экологическим критериям;
- если реализация проекта PR_i в соответствии с классификацией по степени воздействия на окружающую среду относится к категории Б и одновременно в соответствии с экологическими критериями – к категории REP (табл. 2), то следует считать, что проект не полностью соответствует экологическим критериям;
- если реализация проекта PR_i по классификации степени воздействия на окружающую среду относится к категории Б и одновременно по принятым экологическим критериям – к категории LIW (табл. 2), то делается вывод о его несоответствии экологическим критериям;
- при рассмотрении проекта PR_i , относящегося к классу В или относящегося к категории LIW , REP или ND по табл. 2, принимается заключение о соответствии проекта экологическим критериям;
- если представленный в заявку на финансирование проект PR_i не связан с промышленным производством и предусматривает улучшение состояния окружающей среды (категория Г), то при соответствии любому экологическому критерию LIW , REP или ND принимается заключение о соответствии проекта экологическим критериям.

Зададим семантику нечетких множеств $A_{CLASS}^i \in T(CLASS)$ в виде функций принадлежности $\mu_{CLASS} = \{\mu_{A_{CLASS}^i}\}_{i=1}^{\delta}$ трапецеидального вида, полагая, что их универсу-

мы представляются отрезками $U_{CLASS} = [0,10]$: $\mu_{CLASS}^A(x, 0, 0, 2, 10)$, $\mu_{CLASS}^B(x, 0, 3, 5, 10)$, $\mu_{CLASS}^W(x, 0, 6, 8, 10)$; $\mu_{CLASS}^G(x, 0, 9, 10, 10)$. Введенные функции принадлежности имеют следующий вид:

$$\mu_{CLASS}^A(x, 0, 0, 2, 10) = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ 1, & 0 < x < 2; \\ \frac{10-x}{8}, & 2 \leq x \leq 10; \\ 0, & x > 10. \end{cases} \quad \mu_{CLASS}^B(x, 0, 3, 5, 10) = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ \frac{x}{3}, & 0 \leq x \leq 3; \\ 1, & 3 < x < 5; \\ \frac{10-x}{5}, & 5 \leq x \leq 10; \\ 0, & x > 10; \end{cases}$$

$$\mu_{CLASS}^W(x, 0, 6, 8, 10) = \begin{cases} 0, & x < 0; \\ \frac{x}{6}, & 0 \leq x \leq 6; \\ 1, & 6 < x \leq 8; \\ \frac{10-x}{2}, & 8 < x \leq 10; \\ 0, & x > 10; \end{cases} \quad \mu_{CLASS}^G(x, 0, 9, 10, 10) = \begin{cases} 0, & x > 0; \\ \frac{x}{9}, & 0 \leq x \leq 9; \\ 1, & 9 < x \leq 10; \\ 0, & x > 10. \end{cases}$$

Семантика нечетких множеств $A_{SOOTW}^i \in T(SOOTW)$, $i = \overline{1,3}$ задана посредством трапецевидных функций принадлежности $\mu_{SOOTW}^{LIW}(y, 0, 0, 1, 5)$, $\mu_{SOOTW}^{REP}(y, 0, 2, 3, 5)$, $\mu_{SOOTW}^{ND}(y, 0, 4, 5, 5)$. Принимая их универсумы в виде отрезков $U_{SOOTW} = [0,5]$, можно записать аналитические выражения этих функций:

$$\mu_{SOOTW}^{LIW}(x, 0, 0, 2, 10) = \begin{cases} 0, & y < 0; \\ 1, & 0 < y < 1; \\ \frac{5-y}{4}, & 1 \leq y \leq 5; \\ 0, & y > 5. \end{cases} \quad \mu_{SOOTW}^{REP}(y, 0, 2, 3, 5) = \begin{cases} 0, & y < 0; \\ \frac{y}{2}, & 0 \leq y \leq 2; \\ 1, & 2 < y < 3; \\ \frac{5-y}{2}, & 4 \leq y \leq 5; \\ 0, & y > 5; \end{cases}$$

$$\mu_{SOOTW}^{ND}(y, 0, 4, 5, 5) = \begin{cases} 0, & y > 0; \\ \frac{y}{4}, & 0 \leq y \leq 4; \\ 1, & 4 < y \leq 5; \\ 0, & x > 5. \end{cases}$$

Функции принадлежности $\mu_{URS} = \{\mu_{A_{URS}^i}\}_{i=1}^{\delta}$ нечетких множеств $T(URS) = \{A_{URS}^i\}_{i=1}^{\delta}$, составляющих лингвистическую переменную URS , опишем в виде аналитических выражений, графики которых имеют треугольный вид $\mu_{URS}^{NS}(z, 0, 0, 3)$, $\mu_{URS}^{NPS}(z, 0, 1, 5, 3)$,

$\mu_{URS}^S(z,0,3,3)$. Полагая, что представленные к финансированию инвестиционные проекты оцениваются по трехбалльной шкале, т. е. $U_{URS} = [0,3]$, запишем аналитические выражения функций принадлежности:

$$\mu_{URS}^{NS}(z,0,0,3) = \begin{cases} 0, & z < 0; \\ \frac{3-z}{3}, & 0 \leq z \leq 3; \\ 0, & z > 3; \end{cases} \quad \mu_{URS}^{NPS}(z,0,1,5,3) = \begin{cases} 0, & z < 0; \\ \frac{z}{1,5}, & 0 \leq z \leq 1,5; \\ \frac{3-z}{1,5}, & 1,5 \leq z \leq 3; \\ 0, & z \geq 10; \end{cases}$$

$$\mu_{URS}^S(z,0,3,3) = \begin{cases} 0, & z < 0; \\ \frac{z}{3}, & 0 \leq z \leq 3; \\ 0, & z > 3. \end{cases}$$

Запишем вербальную форму системы правил вывода, сформированной на основе знаний и опыта экспертов профессионалов:

- If CLASS is A then URS is NPS;
- If CLASS is B and SOOTW is REP then URS is NPS;
- If CLASS is B and SOOTW is LIW then URS is NS;
- If CLASS is W or SOOTW is LIW then URS is S;
- If CLASS is W or SOOTW is REP then URS is S;
- If CLASS is W or SOOTW is ND then URS is S;
- If CLASS is G or SOOTW is LIW then URS is S;
- If CLASS is G or SOOTW is REP then URS is S;
- If CLASS is G or SOOTW is ND then URS is S.

Представленные к финансированию инвестиционные проекты, отнесенные к классу S и NPS, проходят процедуру определения их приоритетности. Следует отметить, что модель M_1 способна адаптироваться к изменению правил логического вывода, основанных на знаниях экспертов.

Библиографический список

1. Бородин А.И., Стрельцова Е.Д. Оценка инвестиционной привлекательности инновационных проектов на основе нечеткой логики // Прикладная информатика. 2013. № 4(46). С. 19–28.
2. Бородин А.И., Киселева Н.Н. Региональные экономические системы и их устойчивость // Вестник Удмуртского университета. 2011. № 2–4. С. 3–7.
3. Бородин А.И., Сорочайкин А.Н. Особенности методов стохастической оптимизации в социально-экономических системах // Экономические науки. 2013. № 4(101). С. 151–156.
4. Уоллис Дж. Экологическая оценка инвестиционных проектов и программ. Содержание и приемы // Институт экономического развития мирового банка. 1989.

References

1. Borodin A.I., Strel'tsova E.D. Estimate of investment attractiveness of innovative projects on the basis of fuzzy logic // *Prikladnaya informatika*. 2013. № 4 (46). P. 19–28.
2. Borodin A.I., Kiseleva N.N. Regional economic systems and their stability // *Vestnik Udmurtskogo universiteta*. 2011. № 2–4. P. 3–7.
3. Borodin A.I., Sorochaikin A.N. Peculiarities of methods of stochastic optimization in social and economic systems // *Ekonomicheskie nauki*. 2013. № 4 (101). P. 151–156.
4. Wallis G. Ecological estimate of investment projects and programs. Content and methods // *Institut ekonomicheskogo razvitiya mirovogo banka*. 1989.

*A.I. Borodin, E.D. Strel'tsova, A.S. Chentsov**

METHODICAL APPROACHES AT ASSESSMENT OF RESOURCE EFFICIENCY OF INVESTMENTS IN THE REGION

In the article the new approach to design and ecological analysis of investment projects at a stage of ecological screening, differing from existing (G. Wallace) by the inclusion of economic and mathematical models in a chain of analysis of processing of weakly structured results of expert estimates is developed. Advantage of an approach consists in possibilities of formal description and use of knowledge of professional experts for an assessment of investment projects in the imperatives of economic and ecological development of the region.

Key words: project and investment analysis, qualitative characteristics, region, ecological screening, economic and ecological development of the region.

* *Borodin Alexander Ivanovich* (aib-2004@yandex.ru), the Dept. of Theory of Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 101000, Russian Federation.

Strel'tsova Elena Dmitrievna (el_strel@mail.ru), the Dept. of Electronic Computers, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, 346428, Russian Federation.

Chentsov Alexander Sergeevich (chencovas@yandex.ru), the Dept. of Management, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, 236041, Russian Federation.