

МОДЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Стрельцова Е.Д.¹, Богомягкова И.В.¹, Стрельцов В.С.¹

¹ Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова (НПИ), Новочеркасск, Россия (346400, Новочеркасск, ул. Просвещения, 132), e-mail: el_strel@mail.ru

В статье предложен подход изменения экологической стратегии с природоохранной на предупреждающую, в аспекте которого разработан инструментарий, осуществляющий процедуру проведения экологического скрининга. При этом поставлена задача определения степени соответствия имеющихся в портфеле инвестиционных проектов экологическим критериям и установление их приоритетности. В связи с тем, что состояние окружающей среды не поддаётся количественному описанию, решение поставленной задачи осуществляется в условиях неопределённости. Оценка инвестиционных проектов развития региона базируется на применении нечёткой алгебры к формальному описанию знаний экспертов и использованию нечёткой логики в процессе формулирования заключений в императивах эколого-экономического развития региона. Изложены результаты создания комплекса экономико-математических моделей, позволяющих вводить в базу знаний правила логического вывода при оценке соответствия инвестиционных проектов экологическим критериям по степени воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: природоохранная стратегия, экономико-математические модели, нечёткая алгебра, нечёткая логика, база знаний, логический вывод.

MODEL ASSESSMENT TOOL INVESTMENT DEVELOPMENT PROJECTS IN THE REGION

Streltsova E.D.¹, Bogomyagkova I.V.¹, Streltsov V.S.¹

¹ South-Russian state technical University n.a. M.I. Platov (NPI), Novochoerkassk, Russia (346400, Novochoerkassk, Ul. of Education, 132), e-mail: el_strel@mail.ru

This paper proposes an approach changes in environmental strategy environmental warning, the aspect which has a Toolkit implementing the procedure for environmental screening. While the task of determining the extent to which existing portfolio investment-investment projects environmental criteria and determination of their priority. Due to the fact that the environment is not amenable to quantitative description, the solution of this problem is carried out in conditions of uncertainty. Evaluation of investment projects development of the region is based-upon the application of fuzzy algebra to the formal description of the knowledge of experts and the use of fuzzy logic in the formulation of the conclusions in the imperatives of ecological-economic development of the region. The results of creation of a complex of economic-mathematical models, enabling you to enter into the knowledge base rules logical conclusion when assessing the compliance of investment projects ecological criteria for the degree of impact on the environment.

Keywords: environmental strategy, economic-mathematical models, fuzzy algebra, fuzzy logic, knowledge base, inference.

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 региона. На этапе отбора потенциальными инвесторами инвестиционных проектов и принятия решений о включении их в программы финансирования особую роль играет этап экологического скрининга. При этом основной задачей является определение степени соответствия имеющихся в базе инвестиционных проектов экологическим критериям и установление их приоритетности. Решение этой задачи осуществляется в условиях неопределённости, т.к. состояние окружающей среды в подавляющем большинстве случаев не поддаётся

количественному описанию и приводит к необходимости обработки информации качественного характера. В статье предложен подход изменения экологической стратегии с природоохранной на предупреждающую, в аспекте которого разработан инструментарий, осуществляющий процедуру проведения экологического скрининга. Предложенный инструментарий оценки экологической привлекательности (приемлемости) на этапе экологического скрининга представляет собой экономико-математическую модель M_1 определения соответствия инвестиционных проектов экологическим критериям, производящую оценку соответствия инвестиционных проектов экологическим критериям на основе классификации по степени воздействия на окружающую среду [1], а также на основе экологических критериев инвестора [1]. В соответствии с классификацией, приведённой в [1], каждому инвестиционному проекту присваивается категория А, Б, В, Г. К категории А относятся инвестиционные проекты, которые могут привести к необратимым экологическим последствиям, к категории Б - проекты, реализация которых 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, к категории В- проекты, реализация которых не окажет неблагоприятного воздействия на окружающую среду и не приведёт к каким-либо неблагоприятным воздействиям, к категории Г - инвестиционные проекты, не связанные с промышленным производством и предусматривающие улучшение состояния окружающей среды. 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 нечёткой алгебры и нечёткой логики при построении экономико-математической модели M_1 . Задача ставится следующим образом. Обозначим множество рассматриваемых инвестиционных 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, $SOOTW$ – характеристика соответствия проектов экологическим критериям. В диссертационной работе 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 нечёткими множествами $A_{CLASS}^i = \int_{U_{CLASS}} \mu_{CLASS}^i / x$,

$A_{SOOTW}^i = \int_{U_{SOOTW}} \mu_{SOOTW}^i / y$, 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 нечётких 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 $y \in U_{SOOTW}$ неко-

торое действительное число $\mu_{A_{CLASS}^i}(x) \in [0,1]$, $\mu_{A_{SOOTW}^i}(y) \in [0,1]$. 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, обозначаемые в дели перемен-

ными A, B, W, G , т.е. $T(CLASS) = \{A, B, W, G\}$: $A_{CLASS}^1 = A$; $A_{CLASS}^2 = B$; $A_{CLASS}^3 = W$;

$A_{CLASS}^3 = G$. В качестве элементов $A_{SOOTW}^i \in T(SOOTW)$ терм-множества лингвистической

переменной $SOOTW$ выберем качественные показатели степени соответствия инвестицион-

ных проектов экологическим критериям $T(SOOTW) = \{LIW, REP, ND\}$: $A_{SOOTW}^1 = LIW$;

$A_{SOOTW}^2 = REP$; $A_{SOOTW}^3 = ND$, где LIW - реализация инвестиционного проекта должна при-

вести к ликвидации источника воздействия на окружающую среду. Переменной REP обо-

значена реализация инвестиционного проекта должна быть направлена на решение одной из

нескольких экологических проблем: загрязнения атмосферного воздуха, подземных и по-

верхностных вод, почв; накопления опасных и иных отходов; истощения или уничтожения

природных ресурсов; изменения традиционных видов землепользования; изменения при-

родных ландшафтов и др. Переменной ND обозначена реализация инвестиционного проекта

не должна приводить к возникновению неблагоприятного воздействия на окружающую сре-

ду за счёт: наращивания выпуска продукции; коренного изменения основной технологии;

необходимости увеличения объёмов используемого сырья, которым являются полезные ис-

копаемые; использования невозобновляемых природных ресурсов. Для формального представления результатов оценки соответствия рассматриваемого проекта экологическим критериям автором предложено ввести лингвистическую переменную «Уровень соответствия», в виде кортежа $\langle URS, T(URS), U_{URS}, \mu_{URS} \rangle$, 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 нечёткими переменными $A_{URS}^1 = \text{соответствует}$, $A_{URS}^2 = \text{не полностью соответствует}$, $A_{URS}^3 = \text{"не соответствует"}$,

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

$A_{URS}^2 = NPS$, $A_{URS}^3 = NS$, в связи с чем значения лингвистической переменной URS представляет 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. Модель M_1 должна помочь пользователю установить численное значение степени соответствия представленного к финансированию проекта PR_i , $i = \overline{1, n}$ экологическим критериям. Опираясь на представления экспертов-профессионалов, сформированных 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 относится к категории REP (таблица 2.2), то следует считать, что проект PR_i 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 относится к категории LIW , 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 таблице 2.2., 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

нечётких множеств $A_{CLASS}^i \in T(CLASS)$ в виде функций принадлежности $\mu_{CLASS} = \{\mu_{A_{CLASS}^i}\}_{i=1}^{\delta}$ трапецидального вида, полагая, что их универсумы представляют собой отрезки $U_{CLASS} = [0,10]$: $\mu_{CLASS}^A(x, 0, 0, 2, 10)$, $\mu_{CLASS}^B(x, 0, 3, 5, 10)$, $\mu_{CLASS}^W(x, 0, 6, 8, 10)$; $\mu_{CLASS}^G(x, 0, 9, 10, 10)$. Введённые 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 нечётких множеств $A_{SOOTW}^i \in T(SOOTW)$, $i = \overline{1,3}$ задана посредством трапециевидных 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:

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

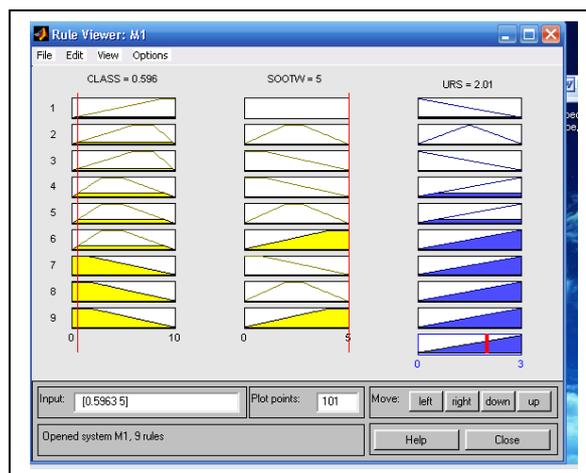
Функции принадлежности $\mu_{URS} = \{\mu_{A_{URS}}^i\}_{i=1}^{\delta}$ нечётких множеств $T(URS) = \{A_{URS}^i\}_{i=1}^{\delta}$, составляющих лингвистическую переменную URS , опишем в виде аналитических выражений, графики которых имеют треугольный вид $\mu_{URS}^{NS}(z, 0, 0, 3)$, $\mu_{URS}^{NPS}(z, 0, 1, 5, 3)$, $\mu_{URS}^S(z, 0, 3, 3)$. Полагая, что представленные к финансированию инвестиционные проекты оцениваются по трёх-бальной шкале, т.е. $URS = [0, 3]$, запишем аналитические выражения функций принадлежности:

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

Модель, осуществляющая оценку степени соответствия представленного к финансированию инвестиционного проекта $M_1: CLASS \times SOOTW \rightarrow URS$, построена в диссертационной работе на основе использования инструментального средства MATLAB пакета Fuzzy Logic Toolbox. В модели применяется алгоритм нечёткого вывода типа MAMDANI. Представимая в системе MATLAB вербальная форма системы правил вывода, сформированная на основе знаний и опыта экспертов профессионалов, имеет вид:

- 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.

На рис. приведена графическая форма функционирования модели M_1 .



Результат функционирования модели M_1

Рисунок показывает, что для проекта класса А ($CLASS = 0,596$), степень соответствия экологическому критерию которого оценивается качественным показателем ND ($SOOTW = 5$) устанавливается показатель уровня соответствия экологическим критериям $URS = 2,01$.

Выводы

В статье получены следующие результаты, обладающие научной новизной.

1. Разработан новый подход к проектно-экологическому анализу инвестиционных проектов на этапе экологического скрининга, отличающийся от существующих 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.
2. Разработан комплекс экономико-математических моделей проектно-инвестиционного анализа на этапе экологического скрининга, отличающийся от существующих применением математического аппарата нечёткой алгебры и нечёткой логики. Преимущество моделей заключается в возможности количественной обработки информации качественного характера, отражающей слабоструктурированные знания специалистов.

Список литературы

1. Стрельцова Е.Д., Богомягкова И.В., Стрельцов В.С. Агентно-ориентированные модели в системе поддержки принятия решений по управлению межбюджетным регулированием// Экономічний вісник Національного гірничного університету.-2014.-№2.-С.108-113.
2. Стрельцова Е.Д., Богомягкова И.В., Стрельцов В.С. Алгебра множеств и территориальный бюджет// Экономико-организационные проблемы проектирования и применения информационных систем: Материалы IX Междунар. науч.практ.конф. Кисловодск, 2008.-С. 272-275.
3. Стрельцова Е.Д., Богомягкова И.В., Стрельцов В.С. Формирование оптимального поведения сложных систем// Математические методы в технике и технологиях. ММТТ-19: Сб. тр.20 Междунар. конф. Ярославль, 2007. - Том 8, секц.8.-С.80-82.
4. Стрельцова Е.Д., Богомягкова И.В., Стрельцов В.С. Универсальные алгебры и территориальный бюджет// Математические методы в технике и технологиях. ММТТ-19: Сб. тр.19 Междунар. конф. Казань, 2006. - Том 7, секц.7.-С.87-89.

5. Стрельцова Е.Д., Богомягкова И.В., Стрельцов В.С. Совершенствование инструментария стратегического управления межбюджетным регулированием// Вестник удмуртского университета.-2014.-выпуск 3.-С.112-115.
6. Стрельцова Е.Д., Богомягкова И.В., Стрельцов В.С. Модель поведения автоматов в переключаемых случайных средах для принятия решений по межбюджетному регулированию// Вектор науки Тольяттинского государственного университета серия Экономика и управление.-2014.-№1(16).-С. 71-74.
7. Стрельцова Е.Д., Матвеева Л.Г., Рожков В.А. Стратегический подход к капитализации ресурсов предприятий электроэнергетики на базе нечёткой логики// Международный журнал экспериментального образования.-2014.-№8.-С. 132-134.

Рецензенты:

Чернова О.А., д.э.н., профессор кафедры «Информационная экономика» Южного Федерального университета, г. Ростов-на-Дону;

Щербаков С.М. д.э.н., профессор кафедры Информационных систем и прикладной информатики Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), г. Ростов-на-Дону.