



ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ INVESTMENT AND INNOVATIONS

УДК 615.035.4

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF DETERMINATION OF PRIORITY OF THE INVESTMENT PROJECT

Е.Д. Стрельцова, А.И. Бородин
E.D. Streltsova, A. I. Borodin

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ),
им. М.И. Платова, г. Новочеркасск
Plekhanov Russian University of Economics, Moscow

Российский Экономический Университет им. Г.В. Плеханова, Москва
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

E-mail: aib-2004@yandex.ru

Аннотация

В статье предложен новый подход к проектно-экологическому анализу инвестиционных проектов на этапе экологического скрининга, основной задачей которого является определение степени соответствия имеющихся в базе инвестиционных проектов экологическим критериям и установление их приоритетности. Этот подход заключается в формальном описании слабоструктурированных результатов экспертных оценок инвестиционных проектов с точки зрения их экологической привлекательности, построении на этой основе экономико-математических моделей и включения их в процесс проектно-экологического анализа. В аспекте реализации этого подхода авторами построен комплекс экономико-математических моделей, позволяющих формализовывать и накапливать знания экспертов-профессионалов на базе применения математического аппарата нечёткой алгебры и нечёткой логики. Модель производит оценку соответствия инвестиционных проектов экологическим критериям на основе классификации по степени воздействия на окружающую среду, а также на основе экологических критериев инвестора.

Abstract

In article new approach to project ecologically analysis of investment projects at a stage of ecological screening which main objective is determination of degree of compliance of the investment projects which are available in base to ecological criteria and establishment of their priority is offered. This approach consists in the formal description of semistructured results of expert evaluations of investment projects from the point of view of their ecological appeal, creation on this basis of economic-mathematical models and their inclusion in process of the project and ecological analysis. In aspect of implementation of this approach by authors the complex of the economic-mathematical models allowing to formalize and accumulate knowledge of professional experts based on application of a mathematical apparatus of indistinct algebra and fuzzy logic is constructed. The model makes assessment of conformity of investment projects to ecological criteria on the basis of classification by extent of impact on the environment, and also on the basis of ecological criteria of the investor.



Ключевые слова: проектно-инвестиционный анализ, качественные характеристики, регион, экологический скрининг, экономико-экологическое развитие региона, нечеткая алгебра

Keywords: the project and investment analysis, quality characteristics, the region, ecological screening, economical and ecological development of the region, indistinct algebra

Введение

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.

Процедура экологической оценки инвестиционных проектов состоит из следующих этапов [1]:

- 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.

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. 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. Экологический скрининг предполагает решение следующих задач [1]:

- классификация инвестиционных проектов по степени воздействия на окружающую среду;
- установление соответствия инвестиционного проекта экологическим критериям;
- определение приоритетности инвестиционного проекта;
- подготовка 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). В данной статье рассмотрим модель определения приоритетности инвестиционного проекта.

Основная часть

Приоритетность финансирования информационных проектов можно установить по объекту неблагоприятного воздействия, на преодоление которого направлена реализация ИП (табл.1.) [2];

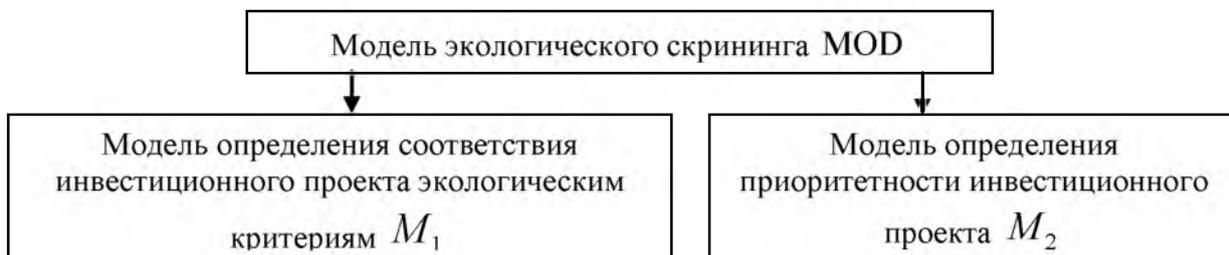


Рис. 1. Комплекс моделей для проведения экологического скрининга
 Fig. 1. A complex of models for carrying out ecological screening

- экологическая ситуация на территории реализации ИП (табл. 2);
- вид снижаемого (предотвращаемого) воздействия на окружающую среду (табл. 3).

Масштаб воздействия инвестиционного проекта на окружающую среду оценивается по семибалльной шкале и представлен таблицей 1. Из таблицы видно, что масштаб воздействия проектов на окружающую среду оценивается по семибалльной шкале [2].

Таблица 1
Table 1

**Масштаб воздействия инвестиционного проекта на окружающую среду
 Scale of impact of the investment project on the environment**

Масштаб	Баллы	Обозначение
Национальный: охватывает экономические регионы России (например, Центр, Западная Сибирь, Урал и т. д.) или территорию субъекта Российской Федерации	7	Naz
Региональный: охватывает город, регион	5	Reg
Местный: охватывает территорию микрорайона, села, муниципалитета	3	Mes
Локальный: охватывает промышленную зону предприятия	2	Loc

Характеристика воздействия инвестиционных проектов на окружающую среду приведена в таблице 2. При этом экологическая ситуация на территории оценивается по девятибалльной шкале [3].

Таблица 2
Table 2

**Объекты воздействия на окружающую среду
 Objects of impact on the environment**

Характеристика объекта воздействия	Баллы	Обозначение
Крайне неблагоприятная: экологическое бедствие, чрезвычайная ситуация, территория особой природной чувствительности, особо охраняемая и т. д.	9	BEZ
Здоровье населения: сложившийся уровень загрязнения на территории представляет определенную угрозу	6	Zdor
Отдельные природные компоненты и экосистемы (подземные и поверхностные воды, атмосферный воздух, почвы, растительный и животный мир и т. д.)	5	Otd
Природные ресурсы	3	Prir



Характеристику экологической ситуации предложено оценивать по девятибалльной шкале [3] (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Характеристика экологической ситуации на территории реализации инвестиционного проекта
The characteristic of an ecological situation in the territory of realization investment project

Характеристика ситуации	Баллы	Обозначение
Крайне неблагоприятная: экологическое бедствие, чрезвычайная ситуация, территория особой природной чувствительности, особо охраняемая и т. д.	9	Knbl
Неблагоприятная: территория с высокой плотностью населения, городские агломерации, высокая степень антропогенной нагрузки на окружающую среду	5	Nbl
В целом благоприятная, хотя существуют отдельные источники значительного загрязнения окружающей среды	2	Bl

Вид снижаемого (предотвращаемого) воздействия на окружающую среду в результате реализации инвестиционного проекта (табл. 4) предложено оценивать по девятибалльной шкале [3].

Таблица 4
Table 4

Вид снижаемого (предотвращаемого) воздействия на окружающую среду в результате реализации инвестиционного проекта
Type of the reduced (prevented) impact on the environment as a result of implementation of the investment project

Вид воздействия на окружающую среду	Баллы	Обозначения
Загрязнение атмосферного воздуха	9	Zaw
Загрязнение, забор поверхностных вод, загрязнение твёрдыми отходами	6	Zto
Загрязнение почвы	3	Zp
Шум, вибрация, запахи	1	Wib

Как указывалось ранее, для определения приоритетности инвестиционных проектов, отнесённых на предыдущем этапе моделью M_1 к классам S и NPS , в статье модель M_2 , задача определения приоритетности ставится следующим образом. Обозначим множество инвестиционных проектов, отнесённых к классам S и NPS через $Prog = \{Prog_1, Prog_2, \dots, Prog_n\}$. Систему входных переменных, на базе которых осуществляется экспертная оценка приоритетности инвестирования проектов $Prog$, обозначим $\langle Masht, Wozd, Es, Wid \rangle$, где $Masht$ – масштаб воздействия на окружающую среду в соответствии с таблицей 1, $Wozd$ – объекты неблагоприятного воздействия, на преодоление которого направлена реализация инвестиционного проекта (табл. 2), Es – показатели экологической ситуации на территории реализации инвестиционного проекта (табл. 3), Wid – характеристика вида снижаемого (предотвращаемого) воздействия на окружающую среду (табл. 4).



Задача ставится таким образом, чтобы для любых комбинаций значений входных переменных $\langle Masht, Wozd, Es, Wid \rangle$, поставленных экспертами, определить уровень приоритетности *Prioritet* инвестиционного проекта (рис. 1).

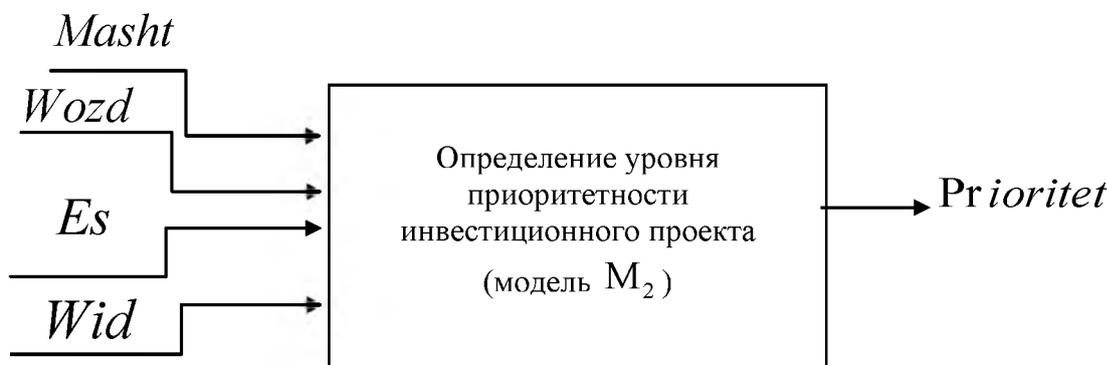


Рис. 2 Схема нечёткой модели оценки приоритетности инвестиционных проектов
 Fig. 2 Scheme of Indistinct Model of an Assessment of Priority of Investment Projects

Модель M_2 разработана на применении математического аппарата нечёткой алгебры и нечёткой логики. Система входных параметров $\langle Masht, Wozd, Es, Wid \rangle$ и выход *Prioritet* модели M_2 рассматриваются в статье как лингвистические переменные. Опишем их в классе математического аппарата лингвистических переменных, представляющих собой кортежи.

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

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

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

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

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

В приведённых кортежах компоненты $T(Masht) = \{A_{Masht}^i\}_{i=1}^\alpha$, $T(Wozd) = \{A_{Wozd}^i\}_{i=1}^\alpha$, $T(Es) = \{A_{Es}^i\}_{i=1}^\alpha$, $T(Wid) = \{A_{Wid}^i\}_{i=1}^\alpha$, $T(Prioritet) = \{A_{Prioritet}^i\}_{i=1}^\alpha$ представляют собой множества термов лингвистических переменных, $U_{Masht}, U_{Wozd}, U_{Es}, U_{Wid}, U_{Prioritet}$ – универсальные множества, на которых заданы функции принадлежности $\mu_{Masht} = \{\mu_{A_{Masht}^i}\}_{i=1}^\alpha$,

$$\mu_{Wozd} = \{\mu_{A_{Wozd}^i}\}_{i=1}^\alpha, \mu_{Es} = \{\mu_{A_{Es}^i}\}_{i=1}^\alpha, \mu_{Wid} = \{\mu_{A_{Wid}^i}\}_{i=1}^\alpha,$$

$\mu_{Prioritet} = \{\mu_{A_{Prioritet}^i}\}_{i=1}^\alpha$ их термов, рассматриваемых как нечёткие множества

$$A_{Masht}^i = \int_{U_{Masht}} \mu_{A_{Masht}^i} / u, A_{Wozd}^i = \int_{U_{Wozd}} \mu_{A_{Wozd}^i} / u, A_{Es}^i = \int_{U_{Es}} \mu_{A_{Es}^i} / u,$$

$$A_{Wid}^i = \int_{U_{Wid}} \mu_{A_{Wid}^i} / u, A_{Prioritet}^i = \int_{U_{Prioritet}} \mu_{A_{Prioritet}^i} / u. \text{ Обозначения термов}$$

лингвистических переменных $Masht, Wozd, Es, Wid$ приведены в таблицах 3, 4, 5, 6.

Для выходной лингвистической переменной *Prioritet* предложено множество термов,



характеризующих уровень приоритетности представленных к финансированию инвестиционных проектов $A_{Prioritet}^1 = N$, $A_{Prioritet}^2 = S$, $A_{Prioritet}^3 = W$, означающих соответственно уровни приоритетности «низкий», «средний», «высокий» и оцениваемые по трехбалльной шкале $U_{Prioritet} \in [0,3]$. Универсальные множества U_{Masht} , U_{Wozd} , U_{Es} , U_{Wid} , $U_{Prioritet}$ соответствуют шкалам оценок, принятым в [4] и приведённым в таблицах 3, 4, 5, 6.

Зададим семантику нечётких множеств лингвистической переменной *Masht* в виде треугольных функций принадлежности:

$$\mu_{Masht}^{Naz}(u, 0, 7, 7) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{7}, & 0 \leq u \leq 7; \\ 0, & u > 7; \end{cases} \quad \mu_{Masht}^{Reg}(u, 0, 5, 7) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{5}, & 0 \leq u \leq 5; \\ \frac{7-u}{2}, & 5 \leq u \leq 7; \\ 0, & u \geq 7; \end{cases}$$

$$\mu_{Masht}^{Mes}(u, 0, 3, 7) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{3}, & 0 \leq u \leq 3; \\ \frac{7-u}{4}, & 3 \leq u \leq 7; \\ 0, & u \geq 7; \end{cases} \quad \mu_{Masht}^{Loc}(u, 0, 2, 7) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{2}, & 0 \leq u \leq 2; \\ \frac{7-u}{5}, & 2 \leq u \leq 7; \\ 0, & u \geq 7; \end{cases}$$

В системе MATLAB пакета Fuzzy Logic Toolbox эти функции принимают вид, представленный на рис. 3.

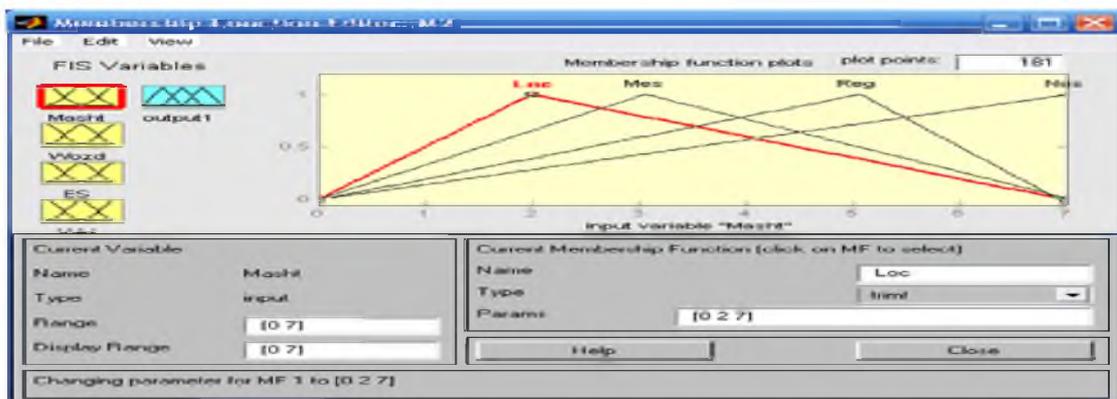


Рис. 3. Функции принадлежности нечётких множеств лингвистической переменной *Masht*

Fig. 3. Functions of indistinct sets of linguistic variable Masht

Функции принадлежности нечёткой переменной *Wozd* также выбраны треугольного вида и представлены аналитическими выражениями:

$$\mu_{Wozd}^{Bez}(u, 0, 9, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{9}, & 0 \leq u \leq 9; \\ 0, & u > 9; \end{cases} \quad \mu_{Wozd}^{Zdor}(u, 0, 6, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{6}, & 0 \leq u \leq 6; \\ \frac{9-u}{3}, & 6 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9; \end{cases}$$



$$\mu_{Wozd}^{Old}(u, 0, 5, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{5}, & 0 \leq u \leq 5; \\ \frac{9-u}{4}, & 5 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9; \end{cases} \quad \mu_{Wozd}^{Prir}(u, 0, 5, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{3}, & 0 \leq u \leq 3; \\ \frac{9-u}{6}, & 3 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9; \end{cases}$$

Графики этих функций, изображённые в среде системы MATLAB пакета Fuzzy Logic Toolbox, имеют вид, представленный на рис. 4.

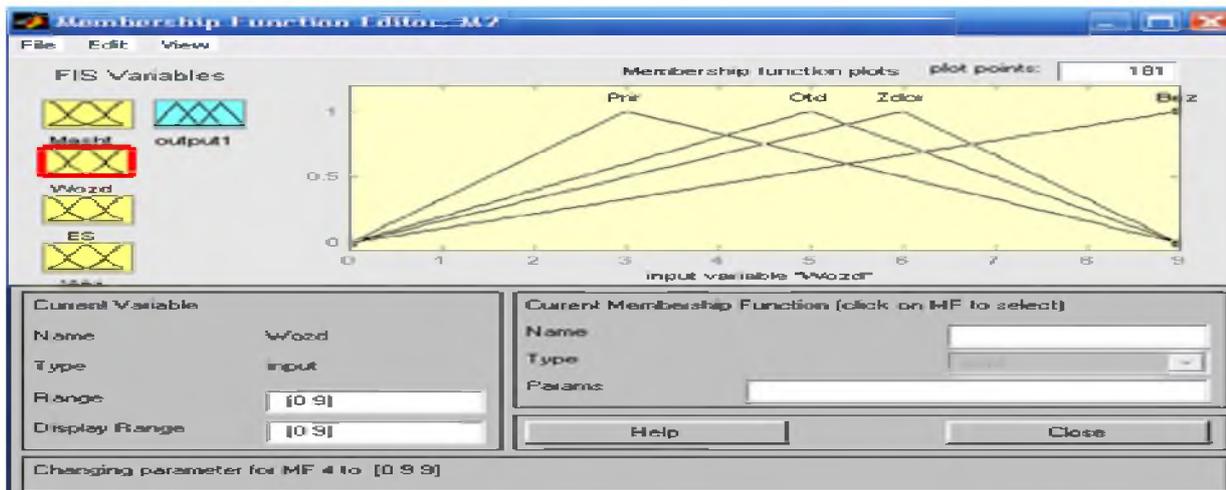


Рис. 4. Функции принадлежности нечётких множеств лингвистической переменной *Wozd*
 Fig. 4. Functions of accessory of indistinct sets of a linguistic variable *Wozd*

Запишем аналитические выражения функций принадлежности нечёткой переменной *ES*, имеющие треугольный вид (графики представлены на рис. 4):

$$\mu_{Es}^{Knbl}(u, 0, 9, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{9}, & 0 \leq u \leq 9; \\ 0, & u > 9; \end{cases} \quad \mu_{Es}^{Nbl}(u, 0, 5, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{5}, & 0 \leq u \leq 5; \\ \frac{9-u}{3}, & 6 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9; \end{cases}$$

$$\mu_{Es}^{Bl}(u, 0, 2, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{2}, & 0 \leq u \leq 2; \\ \frac{9-u}{7}, & 2 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9. \end{cases}$$

Лингвистическая переменная *Wid* изображена треугольными функциями принадлежности, графики которых в системе MATLAB пакета Fuzzy Logic Toolbox представлены на рис. 6.



$$\mu_{Wid}^{Zav}(u, 0, 9, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{9}, & 0 \leq u \leq 9; \\ 0, & u > 9; \end{cases} \quad \mu_{Wid}^{Zto}(u, 0, 6, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{6}, & 0 \leq u \leq 6; \\ \frac{9-u}{3}, & 6 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9; \end{cases}$$

$$\mu_{Wid}^{Zp}(u, 0, 3, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{3}, & 0 \leq u \leq 3; \\ \frac{9-u}{6}, & 5 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9; \end{cases} \quad \mu_{Wid}^{Wib}(u, 0, 1, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{1}, & 0 \leq u \leq 1; \\ \frac{9-u}{8}, & 1 \leq u \leq 9; \\ 0, & u \geq 9; \end{cases}$$

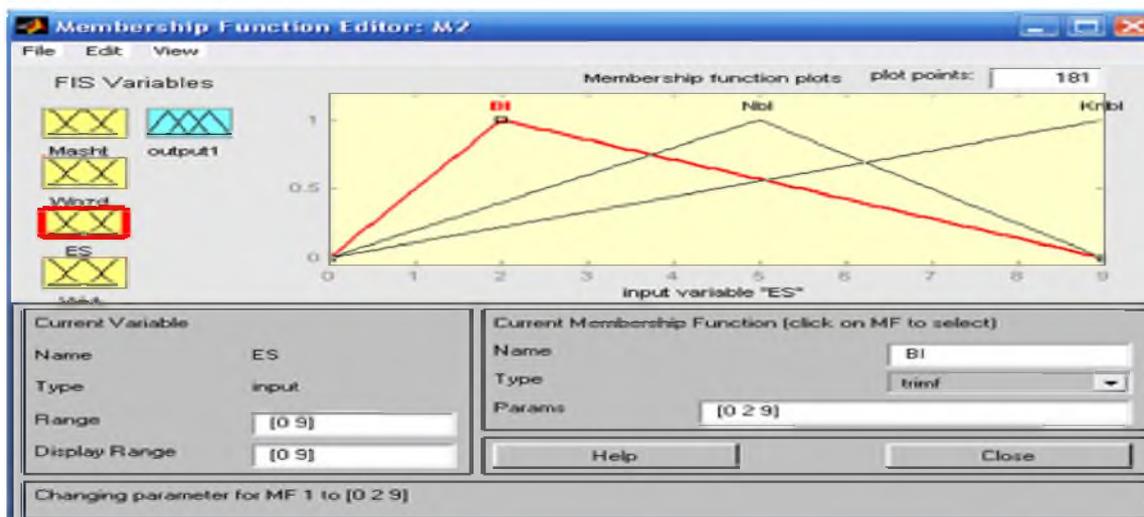


Рис. 5. Функции принадлежности нечётких множеств лингвистической переменной *Es*
 Fig. 5. Functions of accessory of indistinct sets of a linguistic variable *Es*

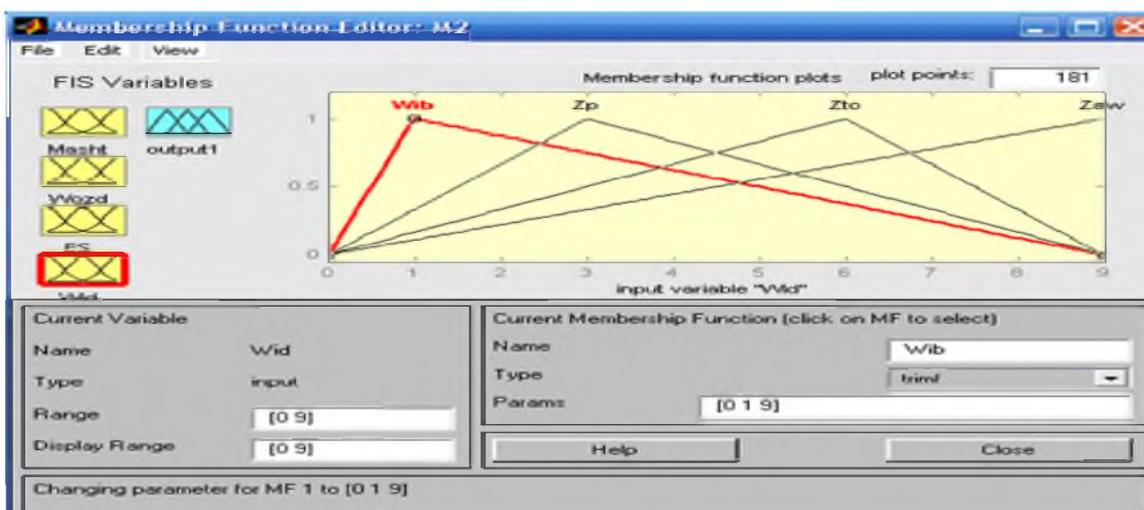


Рис. 6. Функции принадлежности нечётких множеств лингвистической переменной
 Fig. 6. Functions of accessory of indistinct sets of a linguistic variable



Аналитические выражения функций принадлежности нечётких множеств, включённых в лингвистическую переменную *Prioritet*, имеют вид:

$$\mu_{Prioritet}^N(u, 0, 9, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{9}, & 0 \leq u \leq 9; \\ 0, & u > 9; \end{cases} \quad \mu_{Prioritet}^S(u, 0, 5, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{u}{1,5}, & 0 \leq u \leq 1,5; \\ \frac{9-u}{1,5}, & 1,5 \leq u \leq 3; \\ 0, & u \geq 3; \end{cases}$$

$$\mu_{Prioritet}^W(u, 0, 2, 9) = \begin{cases} 0, & u < 0; \\ \frac{3-u}{7}, & 0 \leq u \leq 3; \\ 0, & u \geq 3; \end{cases}$$

Графики функций представлены на рис. 7.

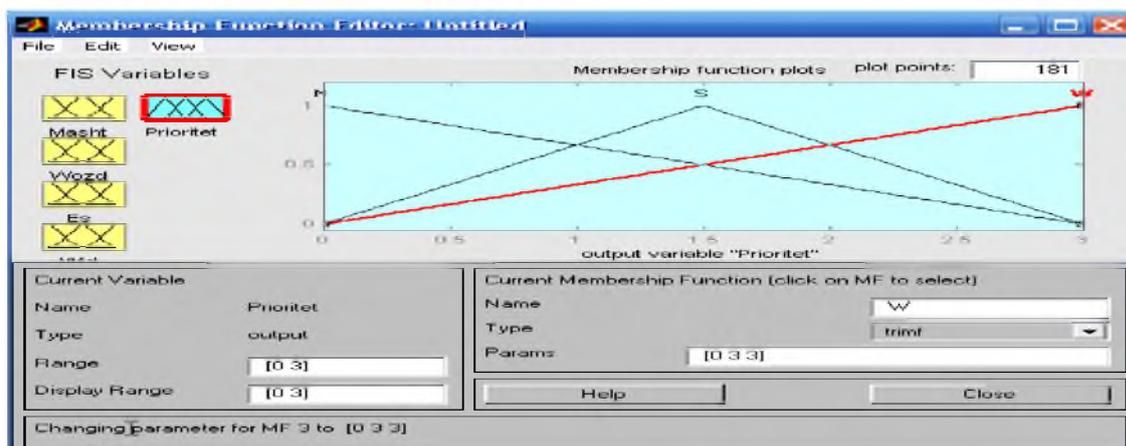


Рис. 7. Функции принадлежности нечётких множеств выходной лингвистической переменной *Prioritet*

Fig. 7. Functions of accessory of indistinct sets of output linguistic variable *Prioritet*

На основе знаний экспертов-профессионалов опишем задачу определения приоритетности инвестиционных проектов следующими предложениями естественного языка:

- если масштаб воздействия инвестиционного проекта на окружающую среду является национальным (в наших обозначениях это $Mfsht = Naz$), региональным ($Mfsht = Re g$), местным ($Mfsht = Mes$) или локальным ($Mfsht = Loc$), реализация инвестиционного проекта направлена на преодоление безопасности населения ($Wozd = Bez$) и экологическая ситуация на территории крайне неблагоприятная ($Es = Knb$), то представленному к финансированию инвестиционному проекту присваивается высокий уровень приоритетности ($Prioritet = W$);

- если реализация инвестиционного проекта направлена на снижение загрязнения подземных вод, снижение загрязнения твёрдыми отходами ($Wid = Zto$) и



экологическая ситуация на территории крайне неблагоприятная ($Es = Knbl$) или неблагоприятная ($Es = Nbl$), то инвестиционный проект относят к высокому уровню приоритетности ($Prioritet = W$);

- если экологическая ситуация на территории в целом благоприятная ($Es = Bl$) и реализация проекта не снижает неблагоприятного воздействия на окружающую среду ($Wid = not(Zto)$ или $Wid = not(Zaw)$ или $Wid = not(Zp)$ или $Wid = not(Wib)$), то инвестиционный проект следует отнести к низкому уровню приоритетности ($Prioritet = N$);

- если масштаб воздействия проекта на окружающую среду локальный ($Mfsht = Loc$), обстановка на территории в целом благоприятная ($Es = Bl$), и реализация проекта предотвращает шум, вибрацию ($Wid = Wib$), то инвестиционный проект относится к среднему уровню приоритетности ($Prioritet = S$).

Является очевидным, что список правил принятия решений можно дополнять и редактировать. На основе сформулированных экспертами предложений запишем правила вывода в вербальной форме:

- If $Mfsht$ is Naz and $Wozd$ is Bez and Es is $Knbl$ then $Prioritet$ is N ;
 If $Mfsht$ is Reg and $Wozd$ is Bez and Es is $Knbl$ then $Prioritet$ is N ;
 If $Mfsht$ is Mes and $Wozd$ is Bez and Es is $Knbl$ then $Prioritet$ is N ;
 If $Mfsht$ is Loc and $Wozd$ is Bez and Es is $Knbl$ then $Prioritet$ is N ;
 If Es is $Knbl$ and Wid is Zto then $Prioritet$ is W ;
 If Es is Nbl and Wid is Zto then $Prioritet$ is W ;
 If Es is Bl and Wid is $not(Zto)$ then $Prioritet$ is N ;
 If Es is Bl and Wid is $not(Wib)$ then $Prioritet$ is N ;
 If Es is Bl and Wid is $not(Zp)$ then $Prioritet$ is N ;
 If Es is Bl and Wid is $not(Zaw)$ then $Prioritet$ is N ;

На рис. 8, 9, 10 приведены эти правила в вербальной, символической и индексной форме системы MATLAB пакета Fuzzy Logic Toolbox.

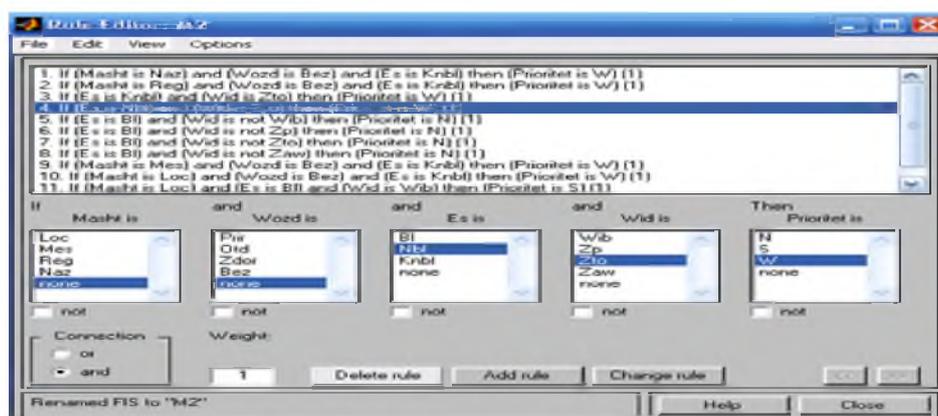


Рис. 8. Правила вывода модели M_2 в вербальной форме

Fig. 8. Rules of a conclusion of model in a verbal form

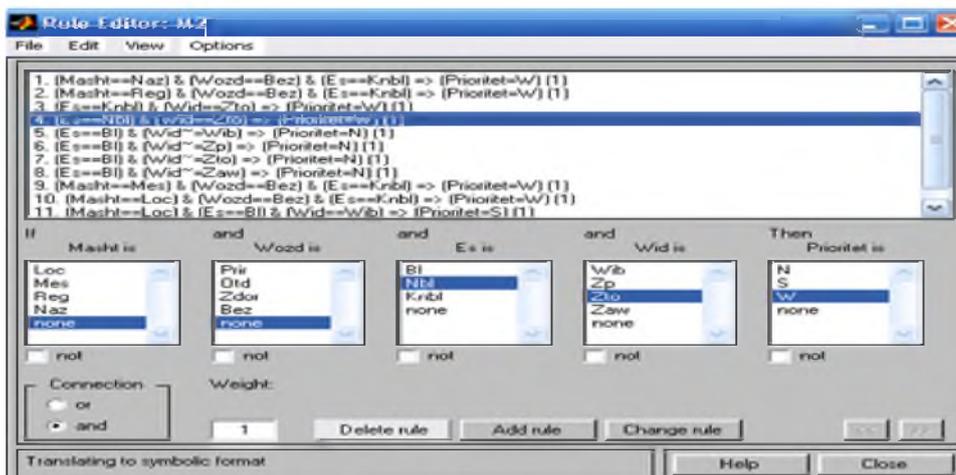


Рис. 9. Правила вывода модели M_2 в символической форме
 Fig. 9. Rules of a conclusion of model in a symbolical form



Рис. 10. Правила вывода модели M_2 в индексной форме
 Fig. 10. Rules of a conclusion of model in an index form

Общий вид модели M_2 в системе MATLAB пакета Fuzzy Logic Toolbox представлен на рис.11.

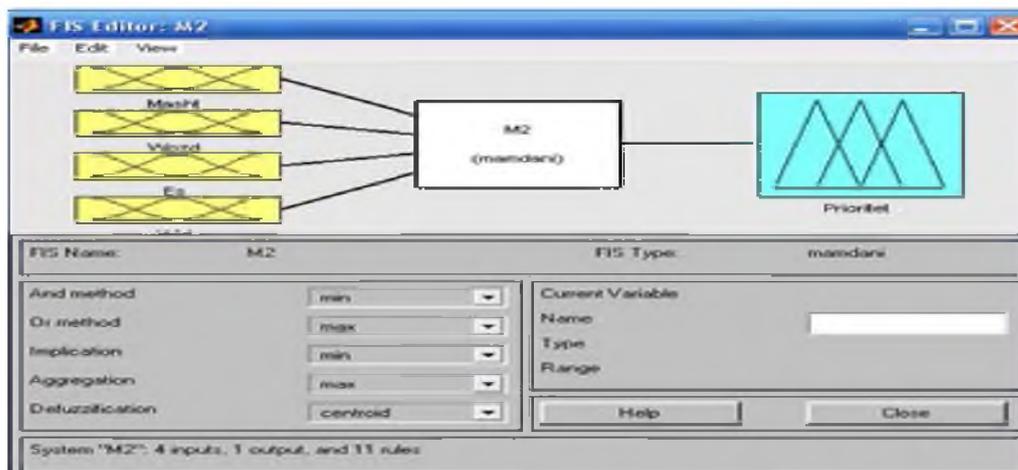


Рис. 11. Общий вид модели M_2
 Fig. 11. General view of model



Результат функционирования модели M_2 приведён на рис. 13.

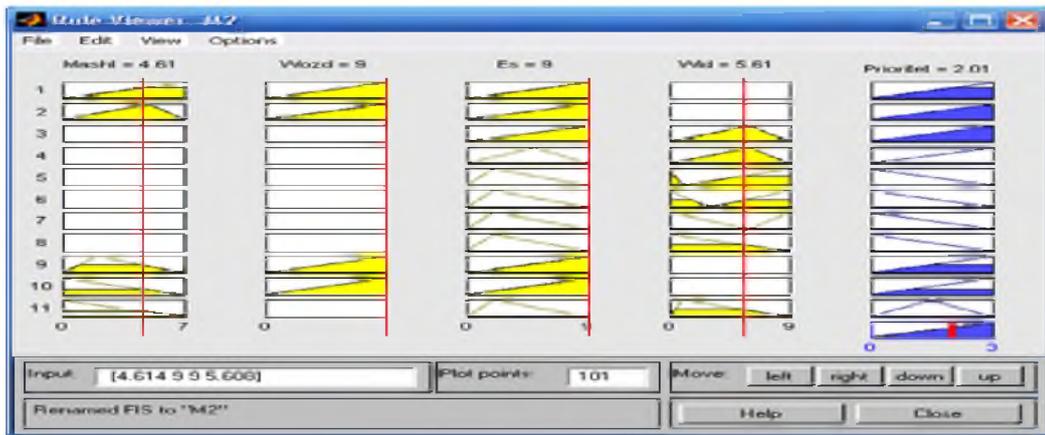


Рис. 12. Результат функционирования модели M_2

Fig. 12. Result of functioning of model

Рисунок 14 демонстрирует, что некоторому инвестиционному проекту $Progi$, получившему при опросе группы экспертов характеристики $Masht = 4,61$, $Wozd = 9$, $ES = 9$, $Wid = 5,61$ присваивается уровень приоритетности $Prioritet = 2,01$.

На рисунках 15, 16, 17, 18,19, 20 приведены графики зависимости выходной переменной $Prioritet$ от входных: $Prioritet (Masht, Wozd)$, $Prioritet (Masht, Es)$, $Prioritet (Masht, ES)$, $Prioritet (ES, Wid)$, $Prioritet (Masht, Wid)$, $Prioritet (Wozd, Wid)$.

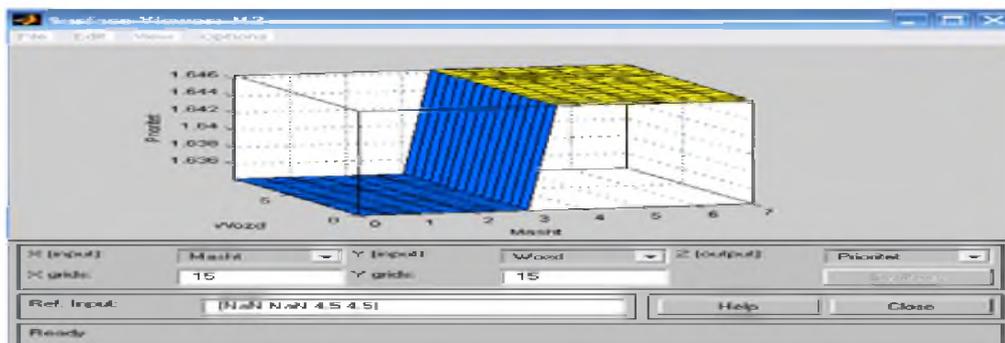


Рис. 13. График зависимости $Prioritet (Masht, Wozd)$

Fig. 13. Schedule of dependence

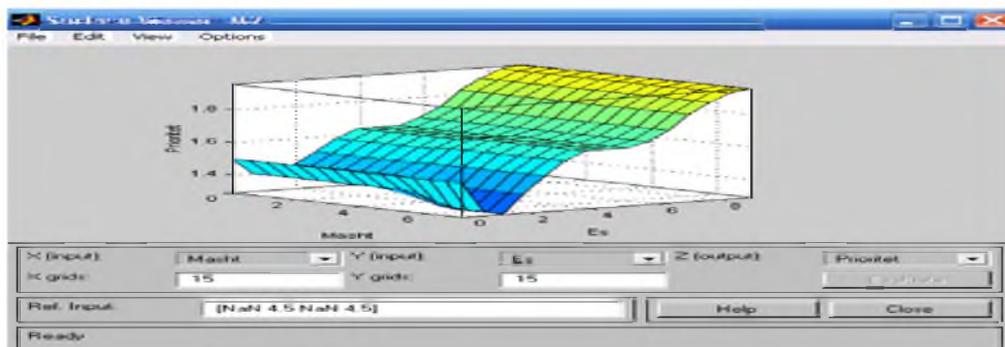


Рис. 14. График зависимости $Prioritet (Masht, ES)$

Fig. 14. Schedule of dependence $Prioritet (Masht, ES)$

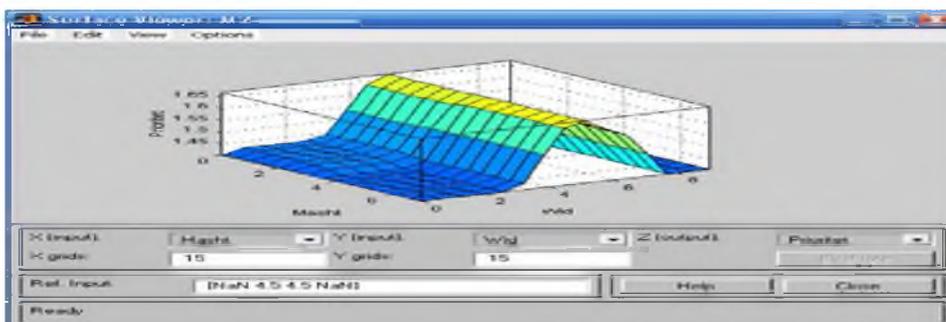


Рис. 15. График зависимости *Priority* (*Masht, Wid*)
 Fig. 15. Schedule of dependence *Priority* (*Masht, Wid*)

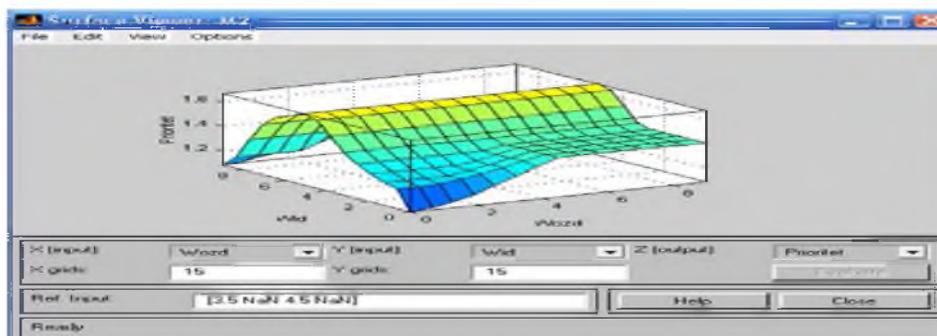


Рис. 16. График зависимости *Priority* (*Wozd, Wid*)
 Fig. 16. Schedule of dependence *Priority* (*Wozd, Wid*)

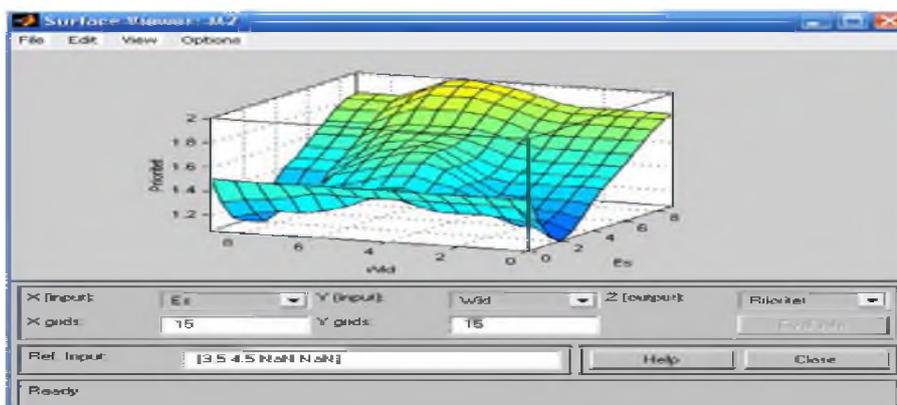


Рис. 17. График зависимости *Priority* (*ES, Wid*)
 Fig. 17. Schedule of dependence *Priority* (*ES, Wid*)

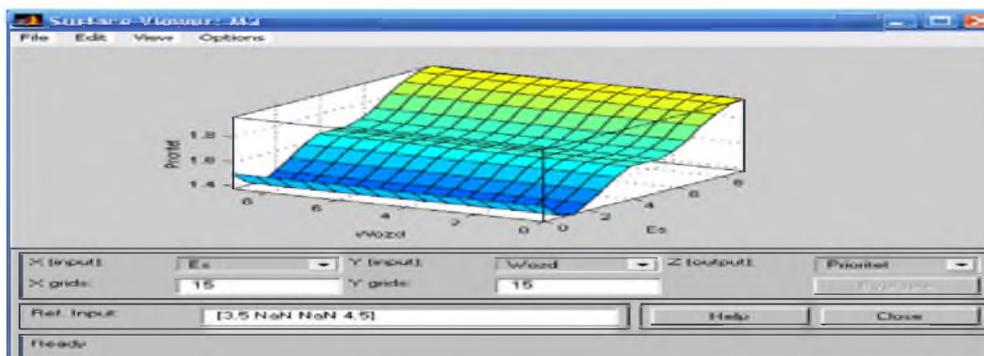


Рис. 18. График зависимости *Priority* (*ES, Wosd*)
 Fig. 18. Schedule of dependence *Priority* (*ES, Wosd*)



Разработанная модель M_2 позволяет изменять правила логического вывода, основанные на знаниях экспертов. Результаты функционирования моделей M_1 и M_2 служат исходными данными для подготовки Меморандума об экологическом скрининге.

Основные выводы

Представленные к финансированию инвестиционные проекты, отнесённые 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. 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 References

1. Стрельцова Е.Д., Богомякова И.В., Стрельцов В.С. Модельный инструментарий оценки инвестиционных проектов развития регионов // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1-1 - С.496.

Streltsova E. D., Bogomyakova I. V., Streltsov V. S. Model tools of an assessment of investment projects of development of regions//Modern problems of science and education. - 2015. - No. 1-1 - Page 496.

2. Ченцов А.С., Бородин А.И. Модель проектно-инвестиционного анализа на основе качественных характеристик // Вестник Удмуртского государственного университета. Серия Экономика и право.-2016.-№4.-С.11-19.

Chentsov A. S., Borodin A. I. Model of the design and investment analysis on the basis of qualitative characteristics//the Bulletin of the Udmurt state university. Economy series and right.-2016.-№4. - Page 11-19.

3. Ченцов А.С., Бородин А.И., Стрельцова Е.Д. Методические подходы при оценке ресурсной эффективности инвестиций в регионе // Вестник Самарского государственного университета. Гуманитарная серия. - 2014. - № 1(63) - С.175-178.

Chentsov A. S., Borodin A. I., Streltsova E. D. Methodical approaches at an assessment of resource efficiency of investments in the region//the Bulletin of the Samara state university. Humanitarian series. - 2014. - No. 1(63) - Page 175-178.

4. Borodin A. I., Ilina I., Zharova E. Assessing the Effectiveness of Public Investment in Research and Development of the Federal Executive Bodies in Russia // Olsztyn Economic Journal. 2016. No. 11(4). P. 399-410.

Borodin A. I., Ilina I., Zharova E. Assessing the Effectiveness of Public Investment in Research and Development of the Federal Executive Bodies in Russia//Olsztyn Economic Journal. 2016. No. 11(4). P. 399-410.