

УДК 004.942:658.27:338.45

КУЧЕРОВА Г. Ю.,  
КУЛЬКО-ЛАБИНЦЕВА І. В.  
Класичний приватний університет, м. Запоріжжя

## НЕЧІТКА МОДЕЛЬ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ІНСТРУМЕНТІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

*У статті побудована і реалізована нечітка модель багатокритеріального вибору інструментів забезпечення функціонування основних засобів промислових підприємств на основі композиційного правила агрегування описів альтернатив. В основу вибору інструментів належить пріоритетний критерій - доступність. Виділено наступні критерії вибору: фінансові обмеження, організаційні обмеження, розширення можливостей функціонування основних засобів, забезпечує безперервність виробництва, тимчасові обмеження, критерій задовільності альтернативи - доцільність в застосуванні. Доведено, що саме реінжиніринг бізнес процесів є найкращим інструментом забезпечення функціонування основних засобів ЗАТ «ЗАЗ».*

*Ключові слова: нечітка модель, багатокритеріальний вибір, інструменти, основні засоби, промислове підприємство, доступність.*

KUCHEROVA H.,  
KULKO-LABINTSEVA I.  
Classic Private University, Zaporizhia

## FUZZY MODEL OF MULTI-CRITERIA SELECTION OF INSTRUMENTS FOR THE FUNCTIONING OF FUNDAMENTALS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

*Abstract – in the article the fuzzy model of multicriteria choice of tools for ensuring the functioning of fixed assets of industrial enterprises is based on the compositional rule of aggregation of alternatives descriptions. The choice of tools is based on the priority criterion - accessibility. The following selection criteria are set out: financial constraints, organizational constraints, expansion of the possibilities of functioning of fixed assets, ensures continuity of production, time constraints, criterion of satisfaction of an alternative - expediency in application. The fuzzy model during implementation allows to multiply and integrate numerous expert evaluations according to various parameters into a single quantitative value for simplification and increase of efficiency of making managerial decisions on maintenance of functioning of fixed assets of industrial enterprises. According to the results of the implementation of the fuzzy model, it has been proved that it is precisely reengineering of business processes that is the best tool for ensuring the functioning of fixed assets, in second place by value - financial leasing and promissory notes, crowdsourcing and outsourcing at third and fourth place, respectively, insignificant value demonstrated by such instruments as long-term loans and participation in the industrial park. The proposed approach to the multicriteria choice of alternatives based on the rule of fuzzy logic output allows us to generalize a multitude of expert evaluations on various parameters. Integrate them into a single quantitative value to simplify and increase the effectiveness of making managerial decisions to ensure the functioning of fixed assets of industrial enterprises. To account for the specifics of a specific industrial enterprise, a component component in the model act as a set of tools, criteria and rules of choice. However, in the fuzzy model, basic tools and a logically justified priority criterion - their availability as the basis for the choice.*

*Key words: fuzzy model, multi-criteria choice, tools, fixed assets, industrial enterprise, accessibility.*

**Постановка проблеми.** Сучасні соціально-економічні процеси дедалі більше характеризуються неформальною стороною їх протікання, що обумовило поширення суб'єктивних методів управління, передбачення та оцінювання. Основні засоби промислових підприємств не стали винятком. Так, зокрема, суб'єктивізм присутній при прийнятті рішень щодо забезпечення їх функціонування, здійснення експертного оцінювання з різних причин, ведення облікової документації в частині достовірності інформації про стан основних засобів тощо. Таким чином, досліджувати функціонування системи основних засобів промислового підприємства тільки з точки зору об'єктивного підходу є обмеженим та малоефективним. Такий підхід лише частково та однобоко розкриває суть реального становища. Суб'єктивний підхід є досить поширеним у застосування в сфері маркетингу та менеджменту, економіко-математичному моделюванні (когнітивне моделювання, експертні методи, нечітка логіка тощо). Тільки синтез суб'єктивного та об'єктивного підходів дають вичерпні результати досліджень. Враховуючи складні питання в обліку та управлінні основними засобами промислових підприємств, доцільно розшири межі науково-практичних досліджень за рахунок залучення інструментарію суб'єктивних методів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемними питаннями основних засобів промислових підприємств займалися такі провідні вчені як: О. Амоша, В. Андрійчук, Б. Андрушків, Б. Бачевський, Т. Бень, М. Гацалов, Л. Городянська, П. Гарасим, Н. Довгалюк, А. Єлькін [1], Н. Кулікова, В. Круш, А. Михайлов, О. Наумчук, Ю. Неміш [2], І. Пиріг, В. Подвігіна, Г. Савицька, Г. Семенов, С. Салига, П. Хомин та ін. Проте, саме виявлення суб'єктивної складової в сфері функціонування системи основних засобів обумовила актуальність та своєчасність дослідження.

**Метою статті** є розробка та реалізація нечіткої моделі багатокритеріального вибору інструментів забезпечення функціонування основних засобів машинобудівних підприємств на основі композиційного правила агрегування описів альтернатив.

**Виклад основного матеріалу.** Прийняття рішень щодо вибору інструменту забезпечення функціонування системи основних засобів є складним та вирішальним питанням, оскільки неадекватне обґрунтування вибору призведе до додаткових втрат або зниження ефективності. Існуюча система прийняття рішень на промислових підприємств загалом базується на методології експертних досліджень, суб'єктивізм яких обумовлює сукупність супутніх ризиків  $R_e$  в частині застосування безпосередньо самої

методології  $\sum_{i=1}^n r_i^m$  та окремо суб'єктів, що її застосовують  $\sum_{j=1}^k r_j^s$ . Для уникнення або зниження даних

ризиків ( $R_e = \sum_{i=1}^n r_i^m + \sum_{j=1}^k r_j^s \rightarrow \min$ ) пропонується застосувати методологію нечіткої логіки, що дає змогу

трансформувати експертні дані в багатокритеріальних завданнях у інтегровані висновки.

За [3] припустимо, що  $U$  – множина інструментів забезпечення функціонування основних засобів, тоді  $A$  – нечітка підмножина, ступінь належності інструментів до якої є число з  $[0;1]$ . Підмножини  $A_j$  є значеннями лінгвістичної змінної  $X$ . Множина рішень визначається сукупністю критеріїв  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , що є лінгвістичними змінними, які задаються на базових множинах  $u_1, u_2, \dots, u_p$ . Певним чином визначена сукупність критеріїв з певним чином визначених їх значень формує правило визначення особою альтернативи. Змінна  $Y$  є лінгвістичною та характеризує доцільність застосування інструменту. Таким чином, висловлювання  $d_i$  загалом визначається:  $d_i$ : «Якщо  $x_1 = A_{1i}$  та  $x_2 = A_{2i}$  та  $x_p = A_{pi}$  то  $D = B_i$ ».

Перетинання через  $x = A_i$  представимо наступним чином [3]:  $x_1 = A_{1i} \cap x_2 = A_{2i} \cap \dots \cap x_p = A_{pi}$ . За операціями з перетину нечітких множин знаходять мінімум їх функцій приналежності [3]:  $\mu_{A_i}(v) = \min_{v \in V} (\mu_{A_{1i}}(u_1), \mu_{A_{2i}}(u_2), \dots, \mu_{A_{pi}}(u_p))$ , де  $V = U_1 \times U_2 \times \dots \times U_p$ ;  $v = (u_1, u_2, \dots, u_p)$ ;  $\mu_{A_j}(u_j)$  –

значення приналежності емітента  $u_j$  нечіткій множині  $A_j$ . Таким чином,  $d_i$ : «Якщо  $x = A_i$ , то  $Y = B_i$ ».

Отже, обґрунтування вибору інструментів забезпечення функціонування основних засобів промислових підприємств із доступних альтернатив пропонується здійснити на основі наступних правил:

$d_1$ : «Якщо інструмент фінансово та організаційно доступний, розширює можливості функціонування основних засобів, то він доцільний у застосуванні»;

$d_2$ : «Якщо інструмент фінансово та організаційно доступний, розширює можливості функціонування основних засобів та забезпечує безперервність виробництва, то він більше ніж доцільний у застосуванні»;

$d_3$ : «Якщо інструмент фінансово та організаційно доступний, розширює можливості функціонування основних засобів, забезпечує безперервність виробництва, має часові обмеження, то він ідеальний»;

$d_4$ : «Якщо інструмент фінансово доступний та організаційно не доступний, розширює можливості функціонування основних засобів, то він не доцільний у застосуванні»;

$d_5$ : «Якщо інструмент фінансово не доступний, організаційно доступний, розширює можливості функціонування основних засобів, то він не доцільний у застосуванні з фінансової точки зору»;

$d_6$ : «Якщо інструмент фінансово та організаційно доступний, не розширює можливості функціонування основних засобів, то він не перспективний для розширеного відтворення основних засобів».

Критерії, за якими обираються інструменти забезпечення функціонування основних засобів, визначаються відповідно до галузевої специфіки та результатів попередніх досліджень [4], за якими визначальною ознакою доцільності застосування того чи іншого інструменту є доступність у всіх її проявах та форматах.

Доступність інструментів забезпечення функціонування основних засобів є на думку В.А. Шаповал та О.В. Горпинич обмеженням [5] в контексті їх ресурсного забезпечення: стримування у діях; заборону щодо використання; форма регулювання; впроваджені у виробничий процес певні процедури та правила [5]. За результатами дослідження «доступності» як обмеження виокремлено наступні відповідні критерії:  $x_1$  – фінансові обмеження,  $F$ ;  $x_2$  – організаційні обмеження,  $O$ ;  $x_3$  – розширення можливостей функціонування основних засобів,  $M$ ;  $x_4$  – забезпечує безперервність виробництва  $B$ ;  $x_5$  – часові обмеження,  $T$ ;  $Y$  – доцільність у застосуванні. Можливі значення лінгвістичних даних наведено далі:

$$x_i \in [0;1] \quad x_1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{значні,} \\ \text{допустимі,} \\ \text{не значні.} \end{array} \right\}; \quad x_2 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{повні,} \\ \text{часткові,} \\ \text{відсутні.} \end{array} \right\}; \quad x_3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{забезпечує,} \\ \text{частково,} \\ \text{не забезпечує.} \end{array} \right\}; \quad x_4 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{забезпечує,} \\ \text{частково,} \\ \text{не забезпечує.} \end{array} \right\};$$

$$x_5 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{передбачені механізмом реалізації,} \\ \text{періодичні,} \\ \text{відсутні.} \end{array} \right\}; Y \in \left\{ \begin{array}{l} \text{ідеальний} \\ \text{більше ніж доцільний,} \\ \text{доцільний у застосуванні,} \\ \text{менш ніж доцільний у застосуванні,} \\ \text{не доцільний,} \\ \text{не перспективний.} \end{array} \right\}.$$

Правила сформуємо відповідно певним значенням лінгвістичних змінних  $X_i$ ,  $Y$ , які застосовуватимуться для оцінювання інструментів:

$d_1$  : Якщо  $X_1 = \text{«допустимі»}$ ,  $X_2 = \text{«часткові»}$ ,  $X_3 = \text{«забезпечує»}$  то  $Y = \text{«доцільний у застосуванні»}$ ;

$d_2$  : Якщо  $X_1 = \text{«допустимі»}$ ,  $X_2 = \text{«відсутні»}$ ,  $X_3 = \text{«забезпечує»}$ ,  $X_4 = \text{«забезпечує»}$ , то  $Y = \text{«більше ніж доцільний у застосуванні»}$ ;

$d_3$  : Якщо  $X_1 = \text{«допустимі»}$ ,  $X_2 = \text{«відсутні»}$ ,  $X_3 = \text{«забезпечує»}$ ,  $X_4 = \text{«забезпечує»}$ ,  $X_5 = \text{«передбачені механізмом реалізації»}$ , то  $Y = \text{«ідеальний»}$ ;

$d_4$  : Якщо  $X_1 = \text{«допустимі»}$ ,  $X_2 = \text{«повні»}$ ,  $X_3 = \text{«забезпечує»}$  то  $Y = \text{«не доцільний у застосуванні»}$ ;

$d_5$  : Якщо  $X_1 = \text{«значні»}$ ,  $X_2 = \text{«відсутні»}$ ,  $X_3 = \text{«забезпечує»}$  то  $Y = \text{«не доцільний у застосуванні (з фінансової точки зору)»}$ ;

$d_6$  : Якщо  $X_1 = \text{«допустимі»}$ ,  $X_2 = \text{«часткові»}$ ,  $X_3 = \text{«не забезпечує»}$  то  $Y = \text{«не перспективний (для розширеного відтворення основних засобів)»}$ .

Змінна  $Y$  задається на множині  $J = \{0; 0,1; 0,2, \dots, 1\}$ . Значення змінної  $Y$  задані за допомогою таких функцій приналежності:

$$D^{++} = \text{«ідеальний»} \quad \mu_Y(x) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } x \in [0,9; 1] \\ 0, \text{ якщо } x < 0,9. \end{cases}$$

$$D^+ = \text{«більше ніж доцільний у застосуванні»} \quad \mu_Y(x) = x^2, x \in J;$$

$$D = \text{«доцільний у застосуванні»} \quad \mu_Y(x) = x, x \in J;$$

$$MND = \text{«менш ніж доцільний у застосуванні»} \quad \mu_{MV}(x) = \sqrt{x}, x \in J;$$

$$ND = \text{«не доцільний у застосуванні»} \quad \mu_{NV}(x) = 1 - \sqrt{x}, x \in J;$$

$$NP = \text{«не перспективний»} \quad \mu_{NV}(x) = 1 - x, x \in J.$$

Вибір здійснюється з 8 інструментів забезпечення функціонування основних засобів, вибір яких здійснено за критерієм доступності для ПАТ «ЗАЗ» на звітний період: фінансовий лізинг; аутсорсинг; вексельні кредити; довгострокові кредити; краудсорсинг; краудфайдинг; реінженіринг; участь в індустріальному парку) на множині  $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8\}$ .

Оцінки інструментам задаються наступними нечіткими множинами на основі попередніх експертних даних:

Доцільність у застосуванні:

$$\text{- фінансові обмеження: } F = \{0,2/u_1; 0,3/u_2; 0,2/u_3; 0,4/u_4; 0,2/u_5; 0,7/u_6; 0,8/u_7; 0,3/u_8\};$$

$$\text{- організаційні обмеження: } O = \{0,1/u_1; 0,5/u_2; 0,1/u_3; 0,3/u_4; 0,5/u_5; 0,7/u_6; 0,8/u_7; 0,9/u_8\};$$

$$\text{- розширення можливостей: } M = \{0,4/u_1; 0,1/u_2; 0,2/u_3; 0,5/u_4; 0,2/u_5; 0,5/u_6; 0,8/u_7; 0,6/u_8\};$$

- забезпечує безперервність виробництва:

$$B = \{0,4/u_1; 0,1/u_2; 0,4/u_3; 0,8/u_4; 0,1/u_5; 0,2/u_6; 0,2/u_7; 0,3/u_8\};$$

$$\text{- часові обмеження: } T = \{0,5/u_1; 0,5/u_2; 0,8/u_3; 0,3/u_4; 0,9/u_5; 0,8/u_6; 0,2/u_7; 0,5/u_8\}.$$

З урахуванням ведених даних правила  $d_1$ - $d_6$  матимуть наступний вигляд:  $d_1$  : Якщо  $X = F$  та  $O$  та  $M$ , то  $Y = D$ ;  $d_2$  : Якщо  $X = F$  та  $O$  та  $M$  та  $B$ , то  $Y = DD$ ;  $d_3$  : Якщо  $X = F$  та  $O$  та  $M$  та  $B$  та  $T$ , то  $Y = DDD$ ;  $d_4$  : Якщо  $X = F$ , не  $O$  та  $M$ , то  $Y = ND$ ;  $d_5$  : Якщо  $X = \text{не } F, O \text{ та } M$ , то  $Y = MND$ ;  $d_6$  : Якщо  $X = F$  та  $O$  не  $M$ , то  $Y = NP$ .

Проведемо розрахунки функцій приналежності  $\mu_{M_i}$  для лівих частин сформованих правил:

$$\text{для } d_1 : \mu_{M_1}(u) = \min(\mu_F(u), \mu_O(u), \mu_M(u));$$

$$M_1 = \{0,1/u_1, 0,1/u_2, 0,1/u_3, 0,3/u_4, 0,2/u_5, 0,5/u_6, 0,8/u_7, 0,3/u_8\};$$

для  $d_2$ :  $\mu_{M_2}(u) = \min(\mu_F(u), \mu_O(u), \mu_M(u), \mu_B(u))$ ;

$$M_2 = \{0,1/u_1, 0,1/u_2, 0,1/u_3, 0,3/u_4, 0,1/u_5, 0,2/u_6, 0,2/u_7, 0,3/u_8\}$$

для  $d_3$ :  $\mu_{M_3}(u) = \min(\mu_F(u), \mu_O(u), \mu_M(u), \mu_B(u), \mu_T(u))$ ;

$$M_3 = \{0,1/u_1, 0,1/u_2, 0,1/u_3, 0,3/u_4, 0,1/u_5, 0,2/u_6, 0,2/u_7, 0,3/u_8\}$$

для  $d_4$ :  $\mu_{M_4}(u) = \min(\mu_F(u), 1 - \mu_O(u), \mu_M(u))$ ;

$$M_4 = \{0,2/u_1, 0,1/u_2, 0,2/u_3, 0,4/u_4, 0,2/u_5, 0,3/u_6, 0,2/u_7, 0,1/u_8\}$$

для  $d_5$ :  $\mu_{M_5}(u) = \min(1 - \mu_F(u), \mu_O(u), \mu_M(u))$ ;

$$M_5 = \{0,1/u_1, 0,1/u_2, 0,1/u_3, 0,3/u_4, 0,2/u_5, 0,3/u_6, 0,2/u_7, 0,6/u_8\}$$

для  $d_6$ :  $\mu_{M_6}(u) = \min(\mu_F(u), \mu_O(u), 1 - \mu_M(u))$ ;

$$M_6 = \{0,1/u_1, 0,3/u_2, 0,1/u_3, 0,3/u_4, 0,2/u_5, 0,5/u_6, 0,2/u_7, 0,3/u_8\}$$

Запишемо правила наступним чином:  $d_1$  : Якщо  $X = M_1$ , то  $Y = D$ ;  $d_2$  : Якщо  $X = M_2$ , то  $Y = DD$ ;  $d_3$  : Якщо  $X = M_3$ , то  $Y = DDD$ ;  $d_4$  : Якщо  $X = M_4$ , то  $Y = ND$ ;  $d_5$  : Якщо  $X = M_5$ , то  $Y = MND$ ;  $d_6$  : Якщо  $X = M_6$ , то  $Y = NP$ .

Далі застосуємо імплікацію Лукасевича [3]  $\mu_D(i, j) = \min_{u \in U} (1, (1 - \mu_M(u) + \mu_Y(j)))$  для

$(u, j) \in U \times J$ . В результаті отримаємо наступні нечіткі відношення на  $U \times J$ , табл. 1-6.

Таблиця 1

Нечіткі ідношення для правила  $d_1$

		J	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Y=D	u1		0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u2		0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u3		0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u4		0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u5		0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u6		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u7		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0
	u8		0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 2

Нечіткі відношення для правила  $d_2$

		J	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Y=DD	u1		0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u2		0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u3		0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u4		0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u5		0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u6		0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u7		0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u8		0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 3

Нечіткі відношення для правила  $d_3$

		J	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Y=DDD	u1		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
	u2		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
	u3		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
	u4		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0
	u5		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
	u6		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0

Продовження табл. 3

u7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0
u8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0

Таблиця 4

Нечіткі відношення для правила d<sub>4</sub>

Y=ND	J	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	u1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
	u2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
	u3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
	u4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
	u5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
	u6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
	u7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
	u8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 5

Нечіткі відношення для правила d<sub>5</sub>

Y=MND	J	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	u1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u2	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u3	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u4	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u5	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u6	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	u8	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 6

Нечіткі відношення для правила d<sub>6</sub>

Y=NP	J	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
	u1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
	u2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
	u3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
	u4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
	u5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8
	u6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	u7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8
	u8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Джерело: розрахунки автора

Загальне функціональне рішення D отримаємо в результаті перетину відношень D<sub>1</sub>,...,D<sub>6</sub>.

Таблиця 7

## Нечітке загальне функціональне рішення D

J	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
	u1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
	u2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7
	u3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
	u4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
	u5	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
	u6	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5
	u7	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	u8	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Джерело: розрахунки автора

Далі необхідно розрахувати задовільність кожної з окремих альтернатив за правилом композиційного виведення у нечіткій середі [3]:  $E_k = G_k \circ D$ ,  $E_k$  - ступінь задоволення альтернативи  $k$ ;  $G_k$  - відображення альтернативи  $k$  у вигляді нечіткої підмножини  $U$ ;  $D$  - загальне функціональне рішення.

У результаті маємо [3]:  $\mu_{E_k} = \max_{u \in U} (\min(\mu_{G_k}(u), \mu_D(u)))$ . Крім того,  $\mu_{G_k}(u) = 0$ , якщо  $u \neq u_k$ ,  $\mu_{G_k}(u) = 1$ , якщо  $u = u_k$ , маємо:  $\mu_{E_k}(i) = \mu_D(u_k, i)$ . Дане правило використаємо для порівняння нечітких підмножин в одиночному інтервалі з метою визначення найкращого результату-рішення на базі точкових оцінок.

Розраховуємо рівневі множини  $E_{j_\alpha}$  та середнє значення елементів множини  $M(E_\alpha)$  наступним чином [3]:  $M(E_\alpha) = \sum_{j=1}^n \frac{i_j}{n}; i_j \in E_\alpha, E_\alpha \in \{a \leq i \leq b\}$ .

Див. табл. 8-15. При цьому, вагомість рівневих множин визначається наступним чином:  $0 < \alpha_1 \leq 0,5, d\alpha_1 = 0,5$ ;  $0,5 < \alpha_2 \leq 0,6, d\alpha_2 = 0,1$ ;  $0,6 < \alpha_3 \leq 0,7, d\alpha_3 = 0,1$ ;  $0,7 < \alpha_4 \leq 0,8, d\alpha_4 = 0,1$ ;  $0,8 < \alpha_5 \leq 0,9, d\alpha_5 = 0,1$ ;  $0,9 < \alpha_6 \leq 1, d\alpha_6 = 0,1$ .

Таблиця 8

Рівневі множини  $E_{1_\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J												$M(E_\alpha)$
$E_{1_{\alpha_1}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{1_{\alpha_2}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{1_{\alpha_3}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{1_{\alpha_4}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{1_{\alpha_5}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8			0,4
$E_{1_{\alpha_6}}$												0

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 9

Рівневі множини  $E_{2_\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J												$M(E_\alpha)$
$E_{2_{\alpha_1}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{2_{\alpha_2}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{2_{\alpha_3}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{2_{\alpha_4}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		0,45
$E_{2_{\alpha_5}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8			0,4
$E_{2_{\alpha_6}}$												0

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 10

Рівневі множини  $E_{3_\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J												$M(E_\alpha)$
$E_{3_{\alpha_1}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{3_{\alpha_2}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{3_{\alpha_3}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5

Продовження таб. 10

$E_{3\alpha 4}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5
$E_{3\alpha 5}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8			0,40
$E_{3\alpha 6}$												0,00

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 11

Рівневі множини  $E_{4\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J													$M(E_\alpha)$
$E_{4\alpha 1}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5	
$E_{4\alpha 2}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5	
$E_{4\alpha 3}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8			0,4	
$E_{4\alpha 4}$												0	
$E_{4\alpha 5}$												0	
$E_{4\alpha 6}$												0	

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 12

Рівневі множини  $E_{5\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J													$M(E_\alpha)$
$E_{5\alpha 1}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5	
$E_{5\alpha 2}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5	
$E_{5\alpha 3}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5	
$E_{5\alpha 4}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5	
$E_{5\alpha 5}$		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8			0,45	
$E_{5\alpha 6}$													

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 13

Рівневі множини  $E_{6\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J													$M(E_\alpha)$
$E_{6\alpha 1}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,5	
$E_{6\alpha 2}$		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		0,5	
$E_{6\alpha 3}$			0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8			0,5	
$E_{6\alpha 4}$				0,3	0,4	0,5	0,6	0,7				0,5	
$E_{6\alpha 5}$												0	
$E_{6\alpha 6}$												0	

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 14

Рівневі множини  $E_{7\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J												$M(E_\alpha)$
$E_{7\alpha_1}$			0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,65
$E_{7\alpha_2}$				0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,7
$E_{7\alpha_3}$					0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,75
$E_{7\alpha_4}$						0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,8
$E_{7\alpha_5}$												0,00
$E_{7\alpha_6}$												0,00

Джерело: розрахунки автора

Таблиця 15

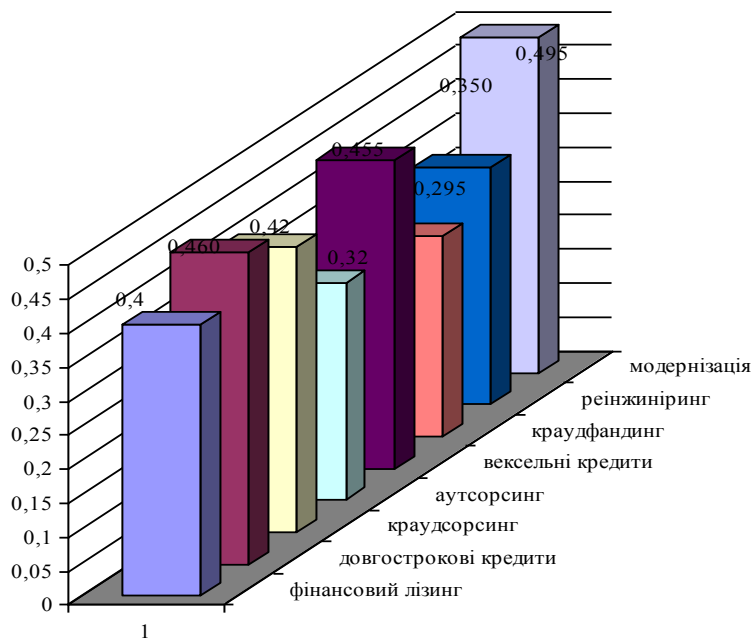
Рівневі множини  $E_{8\alpha}$  та середнє значення елементів множин  $M(E_\alpha)$ 

J												$M(E_\alpha)$
$E_{8\alpha_1}$			0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,65
$E_{8\alpha_2}$				0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,7
$E_{8\alpha_3}$					0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,75
$E_{8\alpha_4}$						0,6	0,7	0,8	0,9	1		0,8
$E_{8\alpha_5}$												0,00
$E_{8\alpha_6}$												0,00

Джерело: розрахунки автора

За наступною формулою розрахуємо точкові оцінки [3], а результати представимо на рис.1:

$$F(E) = \frac{1}{\alpha_{\max}} \int_0^{\alpha_{\max}} M(E_\alpha) d\alpha, \text{ де } \alpha_{\max} - \text{максимальне значення в множині E.}$$

Рис. 1. Точкові оцінки  $F(E)$ . Джерело: розрахунки автора



**Висновки.** У підсумку зазначимо, за правилом обрання найкращої оцінки за її максимальним значенням встановлено, що саме реінжиніринг бізнес процесів є найкращим інструментом забезпечення не тільки функціонування основних засобів ПАТ «ЗАЗ» на необхідному виробничтві рівні, а і стане запорукою розвитку системи. Крім того зауважимо, такі інструменти як фінансовий лізинг та вексельні кредити мають однакове значення точкових оцінок, а саме: 0,44. Дані інструменти достатньо популярні та вже себе зарекомендували на ринках багатьох товарів та послуг, проте, їх оцінки би різнилися, якщо б замість вексельних кредитів було б широко застосовуваним кредитування від виробника, яке має значно кращі параметри. До того ж, краудсорсинг та аутсорсинг також близькі за значенням - 0,445 та 0,435 відповідно. І це не дивно, оскільки реінжиніринг бізнес-процесів передбачає акумулювання інтелектуального капіталу не тільки із внутрішнього середовища підприємства, а і ззовні засобами та технологіями краудсорсингу. Одночасно механізм аутсорсингу дасть змогу знизити тиск на виробничу систему для виокремлення періоду та ресурсів на її модернізацію. Низькі оцінки продемонстрували такі інструменти як довгострокові кредити – 0,34, що пояснюється складністю довгострокового кредитування в Україні, та участь в індустріальному парку – 0,385, в результаті недостатньої розвиненості механізму.

Таким чином, використаний підхід багатокритеріального вибору альтернатив на основі правила нечіткого логічного висновку дає змогу множині експертних оцінок за різними параметрами узагальнити та інтегрувати в єдине кількісне значення для спрощення та підвищення ефективності прийняття управлінських рішень щодо забезпечення функціонування основних засобів промислових підприємств. Для врахування особливостей конкретного промислового підприємства змінною компонентною у моделі виступатимуть множина інструментів  $U$ , критерії вибору  $X$  та правила  $d$ . Проте, у нечіткій моделі закладено базові інструменти та логічно обґрунтований пріоритетний критерій – їх доступність.

### Література

1. Єлькін А.В. Ефективність використання основних виробничих фондів на підприємствах: дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04. Запоріжжя, 2017. 218 с.
2. Неміш Ю.В. Формування основних засобів та управління ними у м'ясопереробних підприємствах : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04. Львів, 2015. 214 с.
3. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование, решений в экономике: Учебное издание. – М.: «ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА», 2000. – 203 с.
4. Кулько-Лабінцева І.В. Зміст, суть та значення категорії доступності в сфері функціонування основних засобів /І.В. Кулько-Лабінцева // Науково-практичний журнал «Причорноморські економічні студії». – № 3. – 2016. – с. 149-155.
5. Шаповал В. А. Оновлення основних засобів гірничих підприємств: стратегія, фінансування, проектний підхід / В. А. Шаповал, О. В. Горпинич // Економічний вісник НГУ. – 2016. – Т. 54. – №. 54. – С. 82–90.

### References

1. Ielkin A.V. Efektyvnist vykorystannia osnovnykh vyrobnychkh fondiv na pidpriemstvakh: dys. ... kand. ekon. nauk : 08.00.04. Zaporizhzhia, 2017. 218 s.
2. Nemish Yu. V. Formuvannia osnovnykh zasobiv ta upravlinnia nymy u miasopererobnykh pidpriemstvakh : dys. ... kand. ekon. nauk : 08.00.04. Lviv, 2015. 214 s.
3. Andreichikov A.V., Andreichikova O.N. Analiz, syntezy, planirovaniye, resheniya v ekonomyke: Uchebnoye yzdanye. – M.: «FYNANSY I STATYSTYKA», 2000. – 203 s.
4. Kulko-Labintseva I.V. Zmist, sut ta znachennia katehorii dostupnosti v sferi funktsionuvannia osnovnykh zasobiv /I.V. Kulko-Labintseva // Naukovo-praktychnyi zhurnal «Prychornomorski ekonomichni studii». – № 3. – 2016. – s. 149-155.
5. Shapoval V. A. Onovlennia osnovnykh zasobiv hirnychkh pidpriemstv: stratehiia, finansuvannia, proektnyi pidkhid / V. A. Shapoval, O. V. Horpynych // Ekonomichniy visnyk NHU. – 2016. – T. 54. – №. 54. – S. 82–90.

Рецензія/Peer review : 02.05.2018

Надрукована/Printed : 06.06.2018

Рецензент: д. е. н., проф. Ковальчук С. В.