

М. Г. Луцький, д-р техн. наук, професор
 Національний авіаційний університет
 orcid.org/0000-0003-1678-3196
 e-mail: lutskiy.maksym@npp.nau.edu.ua;

В. М. Сидоренко, канд. техн. наук, доцент
 Національний авіаційний університет
 orcid.org/0000-0002-5910-0837
 e-mail: v.sydorenko@ukr.net;

С. В. Яроцький
 Національний авіаційний університет
 orcid.org/0000-0003-3934-4647
 e-mail: sv@npp.nau.edu.ua

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ІТ-ПРОЄКТІВ

Вступ

Позитивний для України перебіг подій з опору рашистським загарбникам робить все більш привабливим для іноземних інвесторів відродження на взаємовигідних умовах зруйнованих промислових об'єктів та об'єктів інфраструктури, а також модернізацію діючих. І хоча більш привабливі для інвестицій галузі та сектори економіки визначені [1], актуальним залишається розроблення нових та вдосконалення існуючих експертних системно-інформаційних науково-обґрунтованих інформаційних технологій (ІТ). Крім того, особливої важливості сьогодні набуває розробка саме ІТ-проектів спрямованих на створення, розвиток, інтеграцію та підтримку інформаційно-комунікаційних систем, мереж, ресурсів та інформаційно-комунікаційних технологій, які виконуються як складові Національної програми інформатизації та передбачають надання додаткового фінансування [2]. Все це свідчить про наявність наукового завдання щодо повноцінного і всебічного дослідження потенційних об'єктів експертизи (ОЕ) для оцінки ступеня інвестиційної привабливості (СП) особливо в ІТ-сфері.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В сучасному світі широкого спектру досліджень набули питання вивчення впливу людського чинника (ЛЧ) на прийняття рішень (ПР) в різних гуманістичних системах, зокрема: освітніх [3–4], економічних [5–7], транспортних ерготичних (авіаційних [8–11] і морських) [12]), технічних тощо. Таким чином, показники впливу ЛЧ на ПР вважатимемо універсальними, а їх структура в експертних системах визначає ставлення фахівців до СП ОЕ (рис. 1).



Рис. 1. Систематизація складників ЛЧ, що впливають на ПР експертом

В контексті цієї публікації розглядатимемо блок 4 рис. 1 («Системи переваг (СП)») експертів на показниках і характеристиках ОЕ. Під СП розумітимемо обґрунтований упорядкований ряд (ранжування) показників і характеристик ОЕ, що досліджуються фахівцем в процесі підготовки висновку-рішення щодо СП цього об'єкту: від більш значущих (прийнятних, привабливих тощо), – до менш значущих, що визначається через відповідні ранги.

Зрозуміло, що існують індивідуальні СП (ІСП) і групові СП (ГСП) експертів. Теоретичні основи побудови ІСП і ГСП добре відомі і відображені у працях [2, 11, 13–14].

Сформувавши перелік з $n=18$ рис інвестиційної привабливості (РІП) або точніше характеристик РІП (ХРІП) ОЕ (табл. 1) і залучивши до випробувань $m=90$ експертів, було отримано відповідні ІСП [15]. Застосувавши до отриманих результатів технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок [11, 16–18], а також усунення «систематичної похибки того, хто вижив»

[18–19], з вихідної вибірки було виокремлено чотири підгрупи, чисельністю: $m_C=30$ осіб, $m_H=12$ осіб, $m_M=11$ осіб, $m_T=6$ осіб, в яких внутрішньо групова узгодженість думок задовольняє спектру запропонованих критеріїв [20], причому на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha=1\%$

Таблиця 1

ХРІП ОЕ

РІП _i	Зміст риси	РІП _i	Зміст риси
РІП ₁	Співвласники бізнесу	РІП ₁₀	Термін окупності
РІП ₂	Перспективність ОЕ	РІП ₁₁	Правова захищеність
РІП ₃	Ризики	РІП ₁₂	Конкурентне середовище
РІП ₄	План повернення коштів інвестору	РІП ₁₃	Менеджмент, персонал
РІП ₅	Соціально-економічний ефект	РІП ₁₄	Маркетинг
РІП ₆	Інвестиційний план	РІП ₁₅	Гарантії повернення коштів інвестору
РІП ₇	Вартість пропозиції	РІП ₁₆	Життєвий цикл
РІП ₈	Ринок споживачів	РІП ₁₇	Договірні взаємовідносини
РІП ₉	Стадія впровадження	РІП ₁₈	Чистий прибуток

Вищенаведене й дозволило побудувати ГСП зазначених підгруп m_C, m_H, m_M, m_T , у вигляді табл. 2.

Таблиця 2

ГСП експертів з внутрішньо груповою узгодженістю думок щодо значущості РІП ОЕ

Підгрупа m_k	ГСП експертів на множині РІП ОЕ
1	2
$m_C=30$	$PIP_{15} \succ_{m_C} PIP_5 \succ_{m_C} PIP_4 \succ_{m_C} PIP_{17} \succ_{m_C} PIP_3 \succ_{m_C} PIP_{18} \succ_{m_C} PIP_8 \succ_{m_C} PIP_2 \succ_{m_C} PIP_{11} \succ_{m_C} PIP_7 \succ_{m_C} PIP_{10} \succ_{m_C} PIP_{13} \succ_{m_C} PIP_{14} \succ_{m_C} PIP_6 \succ_{m_C} PIP_{16} \succ_{m_C} PIP_1 \succ_{m_C} PIP_{12} \succ_{m_C} PIP_9$
$m_H=12$	$PIP_{15} \succ_{m_H} PIP_5 \succ_{m_H} PIP_4 \succ_{m_H} PIP_{18} \succ_{m_H} PIP_3 \succ_{m_H} PIP_{17} \succ_{m_H} PIP_{11} \succ_{m_H} PIP_{16} \succ_{m_H} PIP_{14} \succ_{m_H} PIP_2 \succ_{m_H} PIP_{13} \succ_{m_H} PIP_9 \succ_{m_H} PIP_{10} \succ_{m_H} PIP_1 \succ_{m_H} PIP_{12} \succ_{m_H} PIP_8 \succ_{m_H} PIP_7 \succ_{m_H} PIP_6$
$m_M=11$	$PIP_{15} \succ_{m_M} PIP_4 \succ_{m_M} PIP_5 \succ_{m_M} PIP_{17} \succ_{m_M} PIP_3 \succ_{m_M} PIP_{18} \succ_{m_M} PIP_8 \succ_{m_M} PIP_2 \succ_{m_M} PIP_7 \succ_{m_M} PIP_{14} \succ_{m_M} PIP_6 \succ_{m_M} PIP_{13} \succ_{m_M} PIP_1 \succ_{m_M} PIP_{16} \succ_{m_M} PIP_{12} \succ_{m_M} PIP_{11} \succ_{m_M} PIP_{10} \succ_{m_M} PIP_9$
$m_T=6$	$PIP_4 \succ_{m_T} PIP_5 \succ_{m_T} PIP_3 \succ_{m_T} PIP_2 \succ_{m_T} PIP_{15} \succ_{m_T} PIP_{17} \succ_{m_T} PIP_{18} \succ_{m_T} PIP_{11} \succ_{m_T} PIP_{10} \succ_{m_T} PIP_9 \succ_{m_T} PIP_8 \succ_{m_T} PIP_{14} \succ_{m_T} PIP_7 \succ_{m_T} PIP_{16} \succ_{m_T} PIP_6 \succ_{m_T} PIP_{12} \succ_{m_T} PIP_1 \succ_{m_T} PIP_{13}$
Примітка: \succ, \approx – позначка відповідно переваги та адекватності РІП ОЕ у відповідній ГСП m_k, m_k	

Однак, представлені в табл. 2 ГСП членів різних підгруп випробуваних експертів, що були виокремлені з вихідної вибірки $m=90$ експертів і члени яких мають високий статистично-вірогідний збіг думок щодо значущості РІП ОЕ, не можна вважати остаточними, оскільки як витікає з робіт [2, 6, 11, 21-23] вони можуть бути більш всебічно і детально опрацьовані та оптимізовані за допомогою класичних критеріїв ПР (ККПР) та медіани Кемені.

Постановка задачі дослідження

Виходячи з проведених аналітичних досліджень вважаємо, що розвитком експертної методології побудови і аналізу СП фахівців на множині ХРІП ОЕ має стати, у тому числі, й застосування ККПР. Отже, **метою даної статті** є розробка та експериментальне дослідження моделі оцінювання СП ІТ-проектів. При цьому оскільки кількісний склад підгрупи m_C відповідно у 2,5, 2,73 та 5 разів більший за чисельний

склад інших підгруп m_H , m_M та m_T (табл. 2), то відповідно, й надійність результатів, отриманих саме для підгрупи m_C буде вище. На що й будемо орієнтуватися в межах цієї публікації.

Модель оцінювання СП ІТ-проектів

Розроблена авторами модель оцінювання СП ІТ-проектів представлена у вигляді трьох послідовних етапів, які розглянемо більш детально.

Етап 1. Вибір ККПР, що відповідають цілям проекту та побудова матриці рішень для кожного з обраних ККПР.

Аналізуючи множину ККПР [2, 11, 18, 21-22], автори дійшли висновку, що цілям дослідження більш відповідають чотири з них: Вальда, Севиджа, Байеса-Лапласа, Гурвиця. Для їх застосування ІСП випробуваних на множині ХРПІ ОЕ організуються у спеціальну матрицю рішень (МР) за зразком, поданим у табл. 3.

Таблиця 3

Загальний вид МР $\parallel r_{ij} \parallel$

OE_i	Експерти, j						$r_{PIPI,k}$
	1	2	...	j	...	m	
1	2	3	...	$j+1$...	$m+1$	$m+2$
OE_1	a_{11} r_{11}	a_{12} r_{12}	...	a_{1j} r_{1j}	...	a_{1m} r_{1m}	a_{1k} r_{1k}
OE_2	a_{21} r_{21}	a_{22} r_{22}	...	a_{2j} r_{2j}	...	a_{2m} r_{2m}	a_{2k} r_{2k}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
OE_i	a_{i1} r_{i1}	a_{i2} r_{i2}	...	a_{ij} r_{ij}	...	a_{im} r_{im}	a_{ik} r_{ik}
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots	\vdots
OE_n	a_{n1} r_{n1}	a_{n2} r_{n2}	...	a_{nj} r_{nj}	...	a_{nm} r_{nm}	a_{nk} r_{nk}

Примітка: r_{ij} – ранг, що був наданий i -ій РПІ ОЕ в ранжуванні j -го випробуваного; a_{ij} – показник ризику («штрафу, жалю»).

Загальне розв’язання МР відбувається таким чином. Спочатку за певним правилом, визначеним конкретним ККПР, у кожному її рядку вибирається найкращий показник, а потім з їх сукупності (стовпчик $m+2$ табл. 3) вибирається найкращий. Відповідні ітерації здійснюються, поки не будуть упорядковані усі досліджувані ХРПІ ОЕ.

Розглянемо технологію застосування перелічених вище ККПР.

Критерій Вальда є загально визнаним критерієм крайнього (граничного) песимізму (обережності), оскільки сприяє отриманню гарантованого результату в ГСП експертів на множині РПІ ОЕ. Відповідні процедури припускають, що в кожному рядку МР (табл. 3) в якості показника $r_{PIPI,k}$ буде вибраний найбільший за абсолютною величиною (найгірший) ранг з їх сукупності, визначеної експертами в ІСП. Формально наведене можна подати так:

$$r_{PIPI,k} = \max_j r_{PIPI,j}. \tag{1}$$

Далі показники $r_{PIPI,k}$ мінімізуються по останньому стовпчику ($m+2$) табл. 3:

$$Z_W = \min_i r_{PIPI,k} = \min_i \max_j r_{PIPI,j}. \tag{2}$$

Саме таким чином й знаходиться найбільш значуща ХРПІ ОЕ, яка отримує 1-й ранг у ГСП. Виключивши цю рису з подальшого розгляду у встановленій їх сукупності, аналогічна процедура застосовується вже до $(n-1)$ РПІ. І вже найбільш значуща з них отримує вже 2-й ранг в ГСП. Відповідні ітерації здійснюються, поки не будуть упорядковані за значущістю усі n досліджуваних РПІ ОЕ.

Критерій Вальда доцільно застосовувати за таких умов:

- 1) рішення реалізується усього один раз;
- 2) необхідно виключити будь-який ризик (помилку у висновках щодо значущості ХРПІ ОЕ);
- 3) нічого не відомо про компетентність експертів і про можливість залучення в експертну групу більш досвідчених фахівців, однак таку можливість слід все ж враховувати.

Критерій Севиджа розвиває і вдосконалює критерій Вальда і вважається найбільш демократичним при побудові ГСП, оскільки враховує думки як більшості, так і меншості членів експертної групи. У відповідності з цим критерієм найбільш вагомою буде вважатися така РПІ з їх сукупності, що відповідає мінімальній величині відхилення (ризiku, штрафу, суму) від думок усіх експертів в найбільш несприятливій ситуації.

Застосовуючи критерій Севиджа, спочатку визначають відхилення думок кожного з експертів в ситуації, коли більш значущою в ГСПП буде вважатися не та ХРІП ОЕ, якій він віддав більшу перевагу в ІСП, а будь-яка з інших. Саме таким чином й здійснюється перехід від елементів r_{ij} вихідної МР (табл. 3) до наступної матриці ризику («жалю», «штрафів» тощо) з елементами a_{PPIj} :

$$a_{PPIj} = \left| \min_j r_{PPIj} - r_{PPIj} \right|. \quad (3)$$

Далі по рядках табл. 3 (дані, подані у правому верхньому куточку кожної клітинки) вибирається найбільший «жаль» для кожної РІП_{*i*}:

$$a_{PPI,k} = \max_i a_{PPIj} = \max_i \left| \min_j r_{PPIj} - r_{PPIj} \right|. \quad (4)$$

У стовпчику ($m+2$) табл. 3 проводиться мінімізація максимальних відхилень, що відповідає такому формальному запису:

$$\begin{aligned} Z_S &= \min_i \max_j a_{PPIj} = \\ &= \min_i \max_j \left| \min_j r_{PPIj} - r_{PPIj} \right|. \end{aligned} \quad (5)$$

Отже, спочатку визначається більш значуща РІП з рангом 1, а потім процедура застосування критерію Севиджа повторюється вже с МР, скороченої на один елемент й т.д. Зазначимо, що з точки зору МР $\|r_{PPIj}\|$ критерій Севиджа пов'язаний з ризиком, а ось з позицій МР $\|a_{PPIj}\|$ він від ризику вільний. Тому застосування критерію Севиджа для ПР щодо формування ГСПП має відбуватися за тих самих умов і вимог, що було сформульовано для критерію Вальда.

Критерій Байєса–Лапласа зводиться до отримання показника $r_{PPI,k}$ шляхом усереднення рангів по рядках МР. А далі з їх сукупності вибирається найменше значення, що й відповідає більш значущій РІП. Інші $(n-1)$ РІП, що залишилися після цієї процедури, також упорядковуються у порядку зростання відповідного їм середнього значення рангів, отриманих з ІСП експертів. Наведене відповідає такому виразу:

$$Z_{B-L} = \min_i \bar{r}_{PPI} = \min_i \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m r_{PPIj} \right), \quad (6)$$

де \bar{r}_{PPI} – усереднений ранг i -ї ХРІП ОЕ.

Застосування критерію Байєса–Лапласа доцільно за таких умов:

1) імовірності думок експертів про ХРІП ОЕ (їх рангів) відомі і не змінюються у часі;

2) рішення реалізується (теоретично) безліч разів;

3) якщо до випробувань було залучено невелику кількість експертів, допускається деякий ризик, який має бути оцінений.

Критерій Байєса–Лапласа є більш оптимістичним в порівнянні з критерієм Вальда, однак приводить до надійного рішення за умов високого рівня інформованості експертів. При цьому він фактично дублює ГСПП, отриману за допомогою такої стратегії ПР, як підсумовування та усереднення рангів, результати застосування якої представлено в табл. 2.

Критерій Гурвиця виходить з необхідності зайняти більш урівноважену позицію стосовно інших критеріїв, що були розглянуті. Його оціночна функція має такий вид:

$$O\Phi_{PPI} = \alpha \cdot \min_j r_{PPIj} + (1-\alpha) \cdot \max_j r_{PPIj}, \quad (7)$$

де α – коефіцієнт відносного оптимізму – песимізму: $0 \leq \alpha \leq 1$.

Тоді більш значуща РІП ОЕ згідно критерію *HW* знаходиться так:

$$\begin{aligned} Z_{HW} &= \min_i O\Phi_{PPI,k} = \\ &= \min_i \left[\alpha \cdot \min_j r_{PPIj} + (1-\alpha) \cdot \max_j r_{PPIj} \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Якщо $\alpha = 1$, то *HW*-критерій Гурвиця перетворюється на *W*-критерій Вальда. Для $\alpha = 0$ – він перетворюється на критерій азартного гравця. При цьому на значення $\alpha = 0,5$ зазвичай орієнтуються як на показник деякої «середньої» точки зору. Його варіації інтерпретуються як співвідношення зазначеного оптимізму – песимізму.

HW-критерій Гурвиця доцільно застосовувати за таких умов:

– нічого не відомо про ймовірності (шанси) виникнення зовнішніх станів λ_j ;

– з можливістю виникнення зазначених зовнішніх станів λ_j слід рахуватися;

– реалізується невелика кількість рішень;

– припускається певний ризик.

Можуть виникнути ситуації, коли для того самого спектру РІП ОЕ в залежності від специфіки застосування критерію, кращими можуть виявитися різні ГСПП. Або, навпаки, незалежно від діючих умов і специфіки застосування критерію, кращою може виявитися та сама ГСПП.

Етап 2. Визначення ефективності ККІПР для ІТ-проекту при аналізі СП на множині ХРІП ОЕ.

Реалізуючи вищенаведене, організуємо ІСП експертів-членів підгрупи m_C у відповідну МР (табл. 4).

Розв'язання зазначеної МР почнемо з застосування ККПР Вальда. Для цього згідно формули (1) у кожному рядку табл. 4 з сукупності думок

усіх 30 випробуваних експертів, які утворюють підгрупу m_C , знаходиться найгірший (максимальний за абсолютною величиною) ранг (стовпчик 32 табл. 4). Далі відповідно до виразу (2) дані стовпчика 32 мінімізуються (стовпчик 33) та упорядковуються.

Таблиця 4

Застосування ККПР для аналізу СП експертів-членів підгрупи m_C (фрагмент)

РП _i	ІСП експертів-членів підгрупи m_C, j											W		S		B-L		HW		
	E5	E8	E9	E14	E22	E25	E26	E29	E30	...	E82	E83	$\max_j r_{ij}$	r_i^W	$a_{PIP,j}^{\max}$	r_i^S	$\sum_{j=1}^{m_C=30} r_{ij}$	r_i^{B-L}	OF_{PIP_i}	r_i^{HW}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
РП ₁	7 ⁶	8 ^{5,5}	9 ⁷	10 ⁹	11,5 ¹⁰	12 ¹¹	12 ¹¹	12 ¹	12 ¹¹	...	18 ¹⁷	18 ¹⁶	18	15,5	17	15,5	425	16	14,7	16
РП ₂	15 ¹⁴	11,5 ⁹	9 ⁷	8 ⁷	7,5 ⁶	4 ³	7 ⁶	7 ⁶	10 ⁹	...	7 ⁶	11 ⁹	15	7,5	14	7,5	278	8	11,7	7
РП ₃	5 ⁴	5 ^{2,5}	2 ⁰	5 ⁴	6 ^{4,5}	6 ⁵	4 ³	4 ³	6 ⁵	...	5 ⁴	2 ⁰	10	6	9	6	148	5	7,6	6
РП ₄	2 ¹	2,5 ⁰	2 ⁰	5 ⁴	5 ^{3,5}	6 ³	4 ³	4 ³	4 ³	...	2 ²	2 ⁰	6	1,5	5	2	96,5	3	4,5	2
РП ₅	4 ³	2,5 ⁰	2 ⁰	5 ⁵	1,5 ⁰	6 ⁵	4 ³	4 ³	5 ⁴	...	3,5 ^{2,5}	2 ⁰	6	1,5	5	2	93	2	4,45	1
РП ₆	12 ¹¹	16 ^{13,5}	18 ¹⁶	11,5 ^{10,3}	17 ^{15,5}	13 ¹²	18 ¹⁷	18 ¹⁷	13 ¹²	...	17 ¹⁶	13,5 ^{11,5}	18	15,5	17	15,5	417	14	14,4	12
РП ₇	13 ¹²	11,5 ⁹	9 ⁷	11,5 ^{10,5}	16 ^{14,5}	10 ⁹	9 ⁸	9 ⁸	11 ¹⁰	...	13 ¹²	13,5 ^{11,5}	16	9	14,5	9	321,5	10	13	10
РП ₈	9 ⁸	9,5 ⁷	13 ¹¹	9 ⁸	14 ^{12,5}	2 ¹	11 ¹⁰	11 ¹⁰	9 ⁸	...	16 ¹⁵	9 ⁷	17	10,5	15	10	275	7	12,5	9
РП ₉	14 ¹³	17 ^{14,5}	16 ¹⁴	17 ¹⁶	18 ^{16,5}	16 ¹⁵	17 ¹⁶	17 ¹⁶	17 ¹⁶	...	12 ¹¹	16 ¹⁴	18	15,5	17	15,5	483,5	18	16,2	18
РП ₁₀	10,5 ^{9,5}	13 ^{10,5}	11,5 ^{9,5}	16 ¹⁵	13 ^{11,5}	10 ⁹	9 ⁸	9 ⁸	8 ⁷	...	8 ⁷	7,5 ^{5,5}	17	10,5	16	11,5	330	11	14	11
РП ₁₁	8 ⁷	9,5 ⁷	11,5 ^{9,5}	15 ¹⁴	7,5 ⁶	10 ⁹	9 ⁸	9 ⁸	7 ⁶	...	10 ⁹	7,5 ^{5,5}	15	7,5	14	7,5	288,5	9	12,3	8
РП ₁₂	16,5 ^{15,5}	18 ^{15,5}	14 ¹²	18 ¹⁷	9,5 ⁸	16 ¹⁵	16 ¹⁵	16 ¹⁵	16 ¹⁵	...	15 ¹⁴	15 ¹³	18	15,5	17	15,5	452,5	17	14,7	16
РП ₁₃	10,5 ^{9,5}	15 ^{13,5}	7 ⁵	7 ⁶	9,5 ⁸	18 ¹⁷	13,5 ^{12,5}	13,5 ^{12,5}	18 ¹⁷	...	14 ¹³	12 ¹⁰	18	15,5	17	15,5	378,5	12	14,7	16
РП ₁₄	16,5 ^{15,5}	14 ^{11,5}	17 ¹⁵	13 ¹²	11,5 ¹⁰	16 ¹⁵	13,5 ^{12,5}	13,5 ^{12,5}	15 ¹⁴	...	9 ⁸	10 ⁸	17,5	12	16	11,5	390	13	14,5	12
РП ₁₅	1 ⁰	6,5 ⁴	5 ³	1 ⁰	3 ^{1,5}	1 ⁰	1 ⁰	1 ⁰	1 ⁰	...	1 ⁰	4 ²	6,5	3	5	2	56,5	1	4,85	3
РП ₁₆	18 ¹⁷	6,5 ⁴	13 ¹³	14 ¹³	15 ^{13,5}	14 ¹³	15 ¹⁴	15 ¹⁴	14 ¹³	...	11 ¹⁰	17 ¹⁵	18	15,5	17	15,5	418	15	14,55	14
РП ₁₇	3 ²	2,5 ⁰	4 ²	3 ²	1,5 ⁰	3 ²	2 ¹	2 ¹	2 ¹	...	3,5 ^{2,5}	5 ³	7	4	6	4	108,5	4	5,35	4
РП ₁₈	6 ³	2,5 ⁰	6 ⁴	2 ¹	4 ^{2,5}	8 ⁷	6 ³	6 ³	3 ²	...	6 ³	6 ⁴	9	5	8	5	170	6	6,6	5

Примітка: показник ступеня у кожній клітинці таблиці стовпчики 2–31 відповідає значенню; 1) заливкою помічені найбільш значущі риси інвестиційної привабливості ОЕ в ГСП, встановленої за допомогою відповідного критерію.

З наведеного витікає, що більш значущими в ГСП, побудованої за допомогою ККПР Вальда є РП₄ («План повернення коштів інвестору») і РП₅ («Соціально-економічний ефект»), які адекватні за вагомістю, тому в ГСП мають посісти на найкращі 1–2 рангові місця.

Інші РП у стовпчику 33 табл. 4 також упорядковуються у порядку зростання відповідних їм показників стовпчика 32. Таким чином, за допомогою ММК Вальда було побудовано таку ГСП:

$$\begin{aligned}
 & R_{P4} \underset{m_C}{\succ} R_{P5} \underset{m_C}{\succ} R_{P15} \underset{m_C}{\succ} R_{P17} \underset{m_C}{\succ} R_{P18} \underset{m_C}{\succ} \\
 & R_{P3} \underset{m_C}{\succ} R_{P2} \underset{m_C}{\approx} R_{P11} \underset{m_C}{\succ} R_{P7} \underset{m_C}{\succ} R_{P8} \underset{m_C}{\approx} \\
 & R_{P10} \underset{m_C}{\succ} R_{P14} \underset{m_C}{\succ} R_{P1} \underset{m_C}{\approx} R_{P6} \underset{m_C}{\approx} R_{P9} \underset{m_C}{\approx} \\
 & R_{P12} \underset{m_C}{\approx} R_{P13} \underset{m_C}{\approx} R_{P16}
 \end{aligned} \quad (9)$$

де \succ, \approx – позначки відповідно переваги та адекватності за значущістю РП ОЕ у ГСП експертів-членів підгрупи m_C , побудованої за допомогою критерію Вальда (W).

В отриманій ГСП підгрупи m_C виду (9), на відміну від її ж ГСП, представленої в табл. 2, з'явилися пов'язані (міddl) ранги: три пари РП виявилися адекватними за значущістю: $R_{P4} \approx R_{P5}$, $R_{P2} \approx R_{P11}$, $R_{P8} \approx R_{P10}$. Такими ж самими нерозрізненими і адекватними виявилися відразу ж шість РП: $R_{P1} \approx R_{P6} \approx R_{P9} \approx R_{P12} \approx R_{P13} \approx R_{P16}$. Цей результат вказує на обережність ГСП (9), отриманої за допомогою ККПР Вальда. Що, до речі, й відповідає принципу граничної обережності в рішеннях, на яку він власне і орієнтований.

Для застосування ККПР Севиджа у стовпчику 2 табл. 4 вибираємо, наприклад, для експерта E_5 більш високий (найменший за абсолютною величиною) ранг 1, який має РП₁₅ («Гарантія повернення коштів інвестору»): $r_{R_{P15}5} = 1$. Тоді, якщо в ГСП саме цій РП ОЕ буде віддана перевага і саме вона очолить упорядкований ряд $r_{R_{P15}5} = r_{R_{P15g}} = 1$, то «жаль» цього експерта відповідно до формули (3) буде дорівнювати нулю: $a_{R_{P15}5} = |r_{R_{P15}5} - r_{R_{P15g}}| = 1 - 1 = 0$.

Якщо ж в ГСП на чільне місце буде поставлено якусь іншу РП, то виникає відхилення від думок експерта E_5 і його «жалі» складуть такі величини:

$$\begin{aligned}
 a_{P\Pi_{15}} &= |r_{P\Pi_{15}} - r_{P\Pi_{155}}| = 7 - 1 = 6 \\
 a_{P\Pi_{25}} &= |r_{P\Pi_{25}} - r_{P\Pi_{155}}| = 15 - 1 = 14 \\
 a_{P\Pi_{35}} &= |r_{P\Pi_{35}} - r_{P\Pi_{155}}| = 5 - 1 = 4 \\
 & \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\
 a_{P\Pi_{155}} &= |r_{P\Pi_{155}} - r_{P\Pi_{155}}| = 1 - 1 = 0 \\
 a_{P\Pi_{165}} &= |r_{P\Pi_{165}} - r_{P\Pi_{155}}| = 18 - 1 = 17 \\
 a_{P\Pi_{175}} &= |r_{P\Pi_{175}} - r_{P\Pi_{155}}| = 3 - 1 = 2 \\
 a_{P\Pi_{185}} &= |r_{P\Pi_{185}} - r_{P\Pi_{155}}| = 6 - 1 = 5.
 \end{aligned}$$

Отримані в наведений спосіб величини ризику $a_{P\Pi_{i5}}$ й утворюють дані стовпчика 2 табл. 4, в якій вони подаються як показник ступеня базового рангу $r_{P\Pi_{i5}}$. За аналогією було обчислено значення жалу $a_{P\Pi_{i5}}$ для інших 29-х експертів, що наочно ілюструють стовпчики 3–31 табл. 4.

Далі відповідно згідно формули (4) по рядках табл. 4 вибирають максимальні відхилення $\max_i a_{P\Pi_{ij}}$. Наприклад, для РП₁ («Співвласники бізнесу») матимемо: $a_{P\Pi_1} = \max_j a_{P\Pi_{1j}} = a_{P\Pi_{182}} = 17$.

Отримане значення $a_{P\Pi_1} = 17$ представлено у стовпчику 34 табл. 4. За аналогією у кожному рядку цієї табл. 4 було виявлено показники $\max_i a_{P\Pi_{ij}}$ і також представлені у відповідному стовпчику цієї таблиці. Мінімізація значень показників $\max_i a_{P\Pi_{ij}}$, представлених у стовпчику 34 табл. 4 відбувалась за допомогою формули (5), що призвело до такої ГСП (стовпчик 35 табл. 4):

$$\begin{aligned}
 R\Pi_4 \approx_{m_C} R\Pi_5 \approx_{m_C} R\Pi_{15} >_{m_C} R\Pi_{17} >_{m_C} R\Pi_{18} >_{m_C} \\
 R\Pi_3 >_{m_C} R\Pi_2 \approx_{m_C} R\Pi_{11} >_{m_C} R\Pi_7 >_{m_C} R\Pi_8 >_{m_C} \\
 R\Pi_{10} \approx_{m_C} R\Pi_{14} >_{m_C} R\Pi_1 \approx_{m_C} R\Pi_6 \approx_{m_C} R\Pi_9 \approx_{m_C} \\
 R\Pi_{12} \approx_{m_C} R\Pi_{13} \approx_{m_C} R\Pi_{16}
 \end{aligned} \quad (10)$$

де $\underset{m_C}{>}$, $\underset{m_C}{\approx}$ – позначки переваги та адекватності за значущістю РПі ОЕ у ГСП членів підгрупи m_C , побудованої за допомогою критерію Севиджа (S).

Зі стовпчика 34 табл. 4 та з виразу (10) витікає, що ГСП, отримана за допомогою ККПР Севиджа, близька до результатів, отриманих за допомогою ММК Вальда. А саме, хоча ГСП (10) й очолюють, на відміну від ГСП (9) вже три адекватно значущі альтернативи $R\Pi_4 \approx R\Pi_5 \approx R\Pi_{15}$, однак, з них дві перші дублюють чільні місця в ГСП (9). З двох адекватних за значущістю пар альтернатив $R\Pi_2 \approx R\Pi_{11}$ і $R\Pi_{10} \approx R\Pi_{14}$ перша пара дублює рангові місця в ГСП (9). Шість нерозрізнених альтернатив $R\Pi_1 \approx R\Pi_6 \approx R\Pi_9 \approx R\Pi_{12} \approx R\Pi_{13} \approx R\Pi_{16}$ замикають ГСП (10) також, як і у випадку ГСП (9).

Підсумовуючи аналіз ГСП (10) зауважимо, що остаточний висновок щодо її дійсно оптимізаційного характеру можна буде зробити тільки після побудови ще двох ГСП за допомогою ККПР Байєса-Лапласа і Гурвиця і комплексного порівняльного аналізу усіх ГСП, отриманих за допомогою ККПР.

Застосування ККПР Байєса-Лапласа має відбуватися за допомогою формули (6). І оскільки зазначений критерій адекватний стратегії підсумовування та усереднення рангів (див. табл. 2 та стовпчики 36, 37 табл. 4), вважаємо недоцільним ще раз представляти відповідну ГСП.

Для застосування ККПР Гурвиця після відповідних консультацій з експертами приймаємо, що коефіцієнт оптимізму дорівнює: $\alpha = 0,3$. Тоді коефіцієнт песимізму складатиме: $1 - \alpha = 0$. І оскільки застосування ККПР Гурвиця орієнтується одночасно на граничний оптимізм / песимізм, то далі в кожному рядку табл. 4, що відповідає певній РПі ОЕ, вибираємо найкращий і найгірший показник, тобто відповідно з мінімальним і максимальним абсолютним значенням рангу, що отримала ця риса в думках (ІСП) експертів-членів підгрупи m_C . Зокрема, для $R\Pi_1$ матимемо:

$$\begin{aligned}
 r_{R\Pi_1}^{\min} &= r_{P\Pi_{15}} = 7, \\
 r_{R\Pi_1}^{\max} &= r_{P\Pi_{177}} = r_{P\Pi_{178}} = r_{P\Pi_{182}} = r_{P\Pi_{183}} = 18.
 \end{aligned}$$

Тоді відповідно до формули (7) показник $O\Phi_{R\Pi_1}$ дорівнюватиме: $O\Phi_{R\Pi_1} = \alpha \cdot r_{R\Pi_1}^{\min} + (1 - \alpha) \cdot r_{R\Pi_1}^{\max} = 0,3 \cdot 6 + (1 - 0,3) \cdot 18 = 14,7$.

За аналогією було обчислено й представлено у стовпчику 38 табл. 4 показники $O\Phi_{R\Pi_i}$ для інших сімнадцяти РПі. Мінімізація та упорядкування показників $O\Phi_{R\Pi_i}$ проводилося у стовпчику 39 табл. 4 за допомогою виразу (8), що й призвело до отримання такої ГСП:

$$\begin{aligned}
 & R\Pi_5^{HW} > R\Pi_4^{HW} > R\Pi_{15}^{HW} > R\Pi_{17}^{HW} > R\Pi_{18}^{HW} > \\
 & R\Pi_3^{HW} > R\Pi_2^{HW} > R\Pi_{11}^{HW} > R\Pi_8^{HW} > R\Pi_7^{HW} > \\
 & R\Pi_{10}^{HW} > R\Pi_6^{HW} > R\Pi_{14}^{HW} > R\Pi_{16}^{HW} > R\Pi_1^{HW} \approx \\
 & R\Pi_{12}^{HW} \approx R\Pi_{13}^{HW} > R\Pi_9^{HW}
 \end{aligned} \quad (11)$$

де $>$, \approx – позначки відповідно переваги та адекватності за значущістю РПі ОЕ у ГСП експертів-членів підгрупи m_C , побудованої за допомогою критерію Гурвиця (НВ).

У ГСП виду (11), отриманій з застосуванням ККПР Гурвиця, спостерігаємо усього чотири нерозрізних за значущістю альтернативи $R\Pi_1 \approx R\Pi_{12} \approx R\Pi_{13} \approx R\Pi_{16}$, що займають останні місця у груповому ранжуванні. До речі, перелічені альтернативи також нерозрізнені в ГСП (9), отриманій за допомогою ККПР Вальда, і в ГСП (10), отриманій за допомогою ККПР Севиджа. Хоча, як зазначалося вище, в них на останньому місці розташовані аж шість нерозрізних альтернатив.

Етап 3. Порівняння отриманих ГСП та вибір оптимально ефективного ККПР для оцінювання СІІ ІТ-проектів.

Порівняння ГСП, ілюстрованих для підгрупи m_C у табл. 2 та виразами (9)–(11) за допомогою коефіцієнту рангової кореляції Спірмена, призвело до результатів, представлених в табл. 5.

Таблиця 5

Порівняння ГСП експертів-членів підгрупи m_C , отриманих за допомогою різних ККПР

Класичний критерій	W	S	$B-L$	HW	$\bar{R}_S^{(k)}$
1	2	3	4	5	6
W		0,9969	0,9515	0,9732	0,9739
S			0,9561	0,9727	0,9752
$B-L$				0,9618	0,9565
HW					0,9692

Примітка: мінімально прийнятне статистично-вірогідне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дорівнює величині: $R_{S \min} \geq 0,5897$

Спираючись на усереднені показники коефіцієнту $\bar{R}_S^{(k)}$ (стовпчик 6 табл. 5), уявляється можливим та упорядкувати за ефективністю ГСП, отримані з застосуванням ККПР:

$$\begin{aligned}
 & \bar{R}_S^S > \bar{R}_S^W > \bar{R}_S^{HW} > (\bar{R}_S^{m_C} = \bar{R}_S^{B-L}) \Leftrightarrow ГСП_S > \\
 & > ГСП_W > ГСП_{HW} > (ГСП_{m_C} = ГСП_{B-L}).
 \end{aligned} \quad (12)$$

Як бачимо зі стовпчика 6 табл. 5 та виразу (12), більш ефективним з досліджуваних ККПР є критерій Севиджа, оскільки ГСП (10), побудована з його застосуванням, має найбільший збіг з іншими ГСП виду (9), (11), що були побудовані з застосуванням інших ККПР (Вальда, та Гурвиця та представленою у табл. 2, що одночасно ілюструє і застосування ККПР Байєса-Лапласа, і такої стратегії групових рішень, як підсумовування та усереднення рангів). Що дозволяє вважати, що ГСП виду (10) дійсно має оптимізаційний характер. При цьому невелику відмінність за абсолютною величиною показників $\bar{R}_S^{(k)}$ можна не брати до уваги, оскільки йдеться про детальне дослідження і оптимізацію ГСП вже попередньо узгодженої на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$.

Висновки

Таким чином, в роботі було проведено аналітичне дослідження застосування існуючих ККПР для оцінювання СІІ, яке показало, що цілям дослідження відповідають чотири з них: Вальда, Севиджа, Байєса-Лапласа, Гурвиця. Розроблено модель оцінювання СІІ ІТ-проектів, яка за допомогою побудови МР на множині ХРПі ОЕ та комплексного порівняльного аналізу усіх отриманих ГСП, дозволяє зробити вибір оптимально ефективного ККПР для оцінювання СІІ ІТ-проектів на незвичайно високому для досліджень ЛЧ рівні значущості $\alpha = 1\%$.

Крім того, експериментальне дослідження запропонованої моделі оцінювання СІІ ІТ-проектів встановило, більшу, стосовно інших ККПР, ефективність критерію Севиджа, оскільки він має оптимізаційний зміст, тобто мінімізує у ГСП відхилення в думках як більшості, так і меншості випробуваних. Що й вилилося у максимальне узагальнене значення збігу з ГСП, що було побудовано за допомогою інших методів (ККПР). Однак, з іншого боку у ККПР Севиджа вплинув на появу у ГСП пов'язаних рангів.

Перспективою подальших досліджень стане розвиток моделі оцінювання СПП в наступних напрямках (не ранжуючи):

- обґрунтування «компромівів» у визначенні ступеня виразності РПП ОЕ;
- визначення нормованих коефіцієнтів значущості РПП ОЕ;
- встановлення «еталонної» ГСП фахівців на множині ХРПП ОЕ;
- розвитку диференційного методу визначення частини сумарної значущості порівнюваних альтернатив при побудові СП РПП ОЕ тощо.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Відбудова України: принципи та політика / за ред. Юрія Городніченка, Ілони Сологуб, Беатріс Ведер ді Мауро Паризький звіт І. – Center Economic Policy Reserche. Е-ресурс https://cepr.org/system/files/2022-12/reconstruction%20book_Ukrainian_0.pdf. (дата звернення 15.07.2023)
- [2] Про Національну програму інформатизації, Закон України № 2807-IX від 01.12.2022, Україна.
- [3] Рева О. М., Камишин В. В., Радецька С. В., Малиновшевська А. В., Бурдельна Є. А., Липчанська Л. М. Методи і моделі кваліметрії синергетичного ефекту у дидактиці: монографія, Київ: ІОД НАПН України, 2019. 235 с.
- [4] Рева О. М., Камишин В. В., Сагановська Л. А., Яроцький С. В. Теоретичні основи моделювання «компромісу» у вимогах до всебічного розвитку обдарованості тих, хто навчається. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*: Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України. 2022. № 3 (86). С. 20–27.
- [5] Рева, О. М., Суворова І. М. Методи розпізнавання образів у оцінюванні компетентності викладачів щодо пріоритетності індикаторів мотивів їхньої праці. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. К.: НТУ, 2009. Вип. 6. С. 208–216.
- [6] Рева, О. М., Амірсеїдова Л. М. Медіана Кемені у встановленні групової системи переваг експертів на множині чинників інвестиційних рішень. *Актуальні проблеми економіки*. К.: НАУ, 2011. № 3. С. 87–94.
- [7] Рева, О. М., Амірсеїдова Л. М. Пріоритети інвесторів на множині чинників, що впливають на прийняття рішень. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. К.: НТУ «КП», 2012. № 9. С. 353–360.
- [8] Рева О. М., Камишин В. В., Шульгін В. А., Недбай С. В. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування: монографія, Рівне: Овід, 2010. 106 с.
- [9] Рева, О. М., Борсук С. П., Шульгін В. А. Сучасні проблеми людського чинника в авіації: навч. посіб. К.: Укр ІНТЕІ, 2018. 124 с.
- [10] Рева О. М., Борсук С. П., Камишин В. В., Шульгін В. А., Пархоменко В. Д., Липчанський В. О. Системно-інформаційна методологія проактивної кваліметрії впливу людського чинника на прийняття рішень в аеронавігаційних системах: монографія, Київ: УкрІНТЕІ, 2019. 166 с.
- [11] Рева О. М., Камишин В. В., Борсук С. П., Невиніцин А. М., Шульгін В. А. Людський чинник: Методологія проактивної кваліметрії загроз помилок авіадиспетчерів: монографія, Київ: УкрІНТЕІ, 2020, 126 с.
- [12] Рева, О. М. Бень А. П., Ляшенко В. Г. Системні основи кваліметрії впливу людського чинника на прийняття рішень у судноводінні. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT – 2019): збірка матеріалів XI Міжнародної науково-практичної конференції, (Херсон, 28–30 травня 2019 року). Херсон: ХДМА, 2019. С. 69–72.
- [13] Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. Експертні технології прийняття рішень: монографія, К.: ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.
- [14] Новосад В. П., Селіверстов Р. Г., Артими І. І. Кількісні методи експертного оцінювання: наук.-метод. Розробка, К.: НАДУ, 2009. 36 с.
- [15] Яроцький, С. В. Пілотна оцінка ставлення експертів до значущості характерних рис інноваційної привабливості об'єктів інтелектуальної власності. *Авіаційно-космічна техніка та технологія*. Харків: «ХАІ», 2019. № 4. С. 112–121. doi: 10.32620/aktt.2021.4sup.2.15
- [16] Рева О. М., Камишин В. В., Невиніцин А. М., Радецька С. В. Багатокрокова процедура прийняття рішень щодо узгодженості групових систем переваг авіадиспетчерів. Технічне регулювання, метрологія, інформаційні та транспортні технології: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф., (14–15 листопада 2019 р.), Одеса: ОДАТРЯ, 2019. С. 147–152.
- [17] Reva O., Nevynitsyn A., Borsuk S., Shulgin V., Kamyshyn V. Air Traffic Controllers' Attitude to the Mistakes Hazards during Their Professional Experience. Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation, Longbiao Li, IntechOpen. (December 23rd 2020). P. 113–127.
- [18] Рева О. М., Борсук С. П., Засанська С. В., Яроцький С. В. Обґрунтування напрямів вдосконалення експертних технологій в дослідженнях людського чинника. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT–2021): збірник матеріалів XIII Міжнар. наук.-практ. конф., (25–27 травня 2021 року), Херсон: ХДМА, 2021. С. 49–54.
- [19] Рева О. М., Борсук С. П., Камишин В. В. Технологія усунення статистичної похибки «того, хто вижив», визначені у ставленні авіа-

- диспетчерів до небезпек помилок. Актуальні проблеми безпеки на транспорті, в енергетиці, інфраструктурі: зб. матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф., (8–11 вересня 2021 року), Херсон: Морський інститут імені контр-адмірала Ф. Ф. Ушакова, 2021. С. 112–116.
- [20] Рева О., Камишин В. Системно-інформаційне обґрунтування критеріїв узгодженості систем переваг учасників освітньо-виховного процесу. Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи, Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2022. Вип. 1(28). С. 70–78. DOI [https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1\(28\)-70-78](https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(28)-70-78).
- [21] Дмитрієнко В. Д., Заковоротний О. Ю. Засоби та алгоритми прийняття рішень: лабораторний практикум. Харків: НТМТ, 2012. 76 с.
- [22] Антосяк, П. П., Самусь С. І. Про медіану Кемені-Снелла та коефіцієнт узгодженості думок експертів. Науковий вісник Ужгородського університету. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2016. Вип. 1 (28). С. 14–17.
- [23] Рева О. М., Камишин В. В., Шульгін В. А., Невиніцин А. М. Системний аналіз: медіана Кемені як оптимізаційна модель групової системи переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок. Наука, технології, інновації, Київ: УкрІНТЕІ, 2020. № 3. С. 55–64.

Луцький М. Г., Сидоренко В. М., Яроцький С. В.

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ІТ-ПРОЄКТІВ

Залучення прямих іноземних інвестицій у розбудову післявоєнної України неможливе без повного, обґрунтованого і всебічного аналізу ступеня інвестиційної привабливості (СІП) відповідних об'єктів промисловості та інфраструктури. Причому зрозуміло, що зазначений аналіз має ґрунтуватися на сучасних експертних системно-інформаційних технологіях та класичних критеріях прийняття рішень (ККПР). Отже сьогодні, як ніколи актуалізуються питання розробки та впровадження проєктів в ІТ-сфері, підготовка ІТ-кадрів, створення та оцінювання привабливих умов для інвестицій. Стаття присвячена розвитку експертних технологій побудови і аналізу групових систем переваг (ГСП) експертів на множині характерних рис інвестиційної привабливості (ХРІП) для оцінювання СІП ІТ-проєктів. Під системою переваг СІП розуміється обґрунтоване упорядкування (ранжування) цих рис: від більш прийнятної, значущої, вагомої тощо, – до менш прийнятної. В роботі представлено модель оцінювання СІП ІТ-проєктів, яка за допомогою побудови матриць рішень на множині ХРІП та комплексного порівняльного аналізу усіх отриманих ГСП, дозволяє зробити вибір оптимально ефективного ККПР для оцінювання СІП ІТ-проєктів на незвичайно високому рівні значущості $\alpha=1\%$. А проведено експериментальне дослідження запропонованої моделі оцінювання СІП ІТ-проєктів встановило, більшу, стосовно інших ККПР, ефективність критерію Севіджа, оскільки він має оптимізаційний зміст, тобто мінімізує у ГСП відхилення в думках як більшості, так і меншості випробуваних. Що й вилилося у максимальне узагальнене значення збігу з ГСП, яке було побудовано за допомогою інших методів ККПР. Однак, з іншого боку у ККПР Севіджа вплинув на появу у ГСП пов'язаних рангів. Крім того, обґрунтовано необхідність поглибленого вивчення ставлення членів саме підгрупи m_c як самої чисельної, а отже і надійної, до значущості рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи.

Ключові слова: ступень інвестиційної привабливості, характерні риси інвестиційної привабливості об'єктів, індивідуальні та групові системи переваг, класичні критерії прийняття рішень.

Lutskyi M., Sydorenko V., Yarotskiy S.

MODEL FOR EVALUATING THE DEGREE OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF IT-PROJECTS

Attracting foreign direct investment in the development of post-war Ukraine is impossible without a complete, justified and comprehensive analysis of the degree of investment attractiveness (DIA) of the relevant industrial and infrastructure facilities. Moreover, it is clear that the specified analysis should be based on modern expert system and information technologies and classical decision-making criteria (CDMC). Therefore, today, more than ever, issues of development and implementation of projects in the IT sphere, training of IT personnel, creation and evaluation of attractive conditions for investments are becoming more relevant. The paper is devoted to the development of expert technologies for the construction and analysis of group preference systems (GPS) of experts on a set of characteristic features of investment attractiveness (CFIA) for evaluating DIA IT projects. The system of DIA's advantages is understood as a reasonable ordering (ranking) of these features: from more acceptable, significant, weighty, etc., to less acceptable. DIA evaluation model of IT projects has been developed,

which, using the construction of decision matrices on a set of CFIA and a comprehensive comparative analysis of all received GPS, allows for the selection of the optimally effective CDMC for DIA evaluation of IT projects at an unusually high significance level of $\alpha=1\%$. And the conducted experimental study of the proposed DIA evaluation model of IT projects established, in relation to other CDMCs, the effectiveness of the Savage criterion, since it has an optimization content, that is, it minimizes deviations in GPS in the opinions of both the majority and the minority of the tested. It resulted in the maximum generalized GPS match value that was constructed using other CDMC methods. However, on the other hand, in the CDMC, Savage influenced the appearance of related ranks in the GPS. In addition, the need for an in-depth study of the attitude of the members of the m_C subgroup as the most numerous, and therefore reliable, to the significance of the features of the investment attractiveness of the examination objects is substantiated.

Keywords: degree of investment attractiveness, characteristic features of investment attractiveness of objects, individual and group preference systems, classic decision-making criteria.

Стаття надійшла до редакції 10.08.2023 р.

Прийнято до друку 11.10.2023 р.