

УДК 004.5:004.891

DOI: 10.18372/2073-4751.74.17877

Гнатюк С.О., д.т.н.,  
orcid.org/0000-0003-4992-0564,

Сидоренко В.М., к.т.н.,  
orcid.org/0000-0002-5910-0837,

Яроцький С.В.,  
orcid.org/0000-0003-3934-4647

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВАЖЛИВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ІТ-ПРОЄКТІВ

Національний авіаційний університет

s.gnatyuk@nau.edu.ua,

v.sydorenko@ukr.net,

sv@npp.nau.edu.ua

### Вступ

Залучення прямих іноземних інвестицій до розбудови післявоєнної України неможливе без повного і всебічного системно-інформаційного аналізу об'єктів, що потребують інвестування. І чим більше при цьому буде застосовано показників і характеристик, тим більш об'єктивним буде висновок щодо ступеня інвестиційної привабливості (СП) конкретного проєкту чи об'єкта експертизи (ОЕ), особливо це стосується діяльності у сфері інформатизації. Адже сьогодні провідного значення набуває розробка саме ІТ-проєктів 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. Тому мова йде про розв'язання багато-критеріальної задачі прийняття рішень (ПР), для чого слід застосувати відповідні методи системного аналізу та теорії ПР [1-3], яку, як витікає з досліджень [4], можна представити таким чином:

$$\forall OE_k, k = \overline{1, K} :$$

$$\varphi_{СП OE_{opt.}} = \max_k \left( \frac{\sqrt[q]{\prod_{i=1, j=1}^{q, L} \varphi_k(P\Pi_i, CB_{ijk})}}{\sqrt[n-q]{\prod_{i=q+1}^{n, L} \varphi_k(P\Pi_i, CB_{ijk})}} \right), \quad (1)$$

де  $\varphi_k(P\Pi_i, CB_{ijk})$  – агрегована функція СП  $k$ -го досліджуваного ОЕ ( $OE_k$ ) за  $i$ -тою

характерною рисою інвестиційної привабливості (РІП), що застосовується в процесі експертизи (табл. 1);  $CB_{ijk}$  – показник ступеня виразності (СВ)  $i$ -тої характерної РІП (ХРІП) у  $k$ -му досліджуваному ОЕ, що визначається за спеціальною шкалою:

$$T^M(CB_{РІП}) = \text{дуже високий} + \text{високий} + \text{+ середній (звичайний)} + \text{низький} + \text{дуже низький} = (2)$$

$$= R_{CB_{РІП}}^{GIB} + R_{CB_{РІП}}^{P} + R_{CB_{РІП}}^{C} + R_{CB_{РІП}}^{H} + R_{CB_{РІП}}^{IHH},$$

де « + » – умовна позначка логічного поєднання окремих термів (лінгвістичних оцінок СВ РІП) у шкалу, пріоритетність яких очевидна:

$$R_{CB_{РІП}}^{GIB} \text{ f } R_{CB_{РІП}}^{P} \text{ f } R_{CB_{РІП}}^{C} \text{ f } R_{CB_{РІП}}^{H} \text{ f } R_{CB_{РІП}}^{IHH}. \quad (3)$$

Зауважимо також, що чисельник в (1) агрегує показники значущості РІП ОЕ, значення яких слід збільшувати, а знаменник, навпаки, – зменшувати. І якщо поставити показникам ХРІП та СВ ХРІП у відповідність нормовані коефіцієнти «ваги» (рис. 1):

$$\begin{cases} P\Pi_i \Rightarrow \alpha_i : 0 \leq \alpha_i \leq 1, \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \\ CB_{ij} \Rightarrow \alpha_{ij} : 0 \leq \alpha_{ij} \leq 1, \sum_{i=1}^L \alpha_{ij} = 1, \end{cases} \quad (4)$$

тоді (1) перетворюється на такий:

$$\forall OE_k, k = \overline{1, K} :$$

$$\varphi_{СП OE_{opt.}} = \max_k \left( \frac{\sqrt[q]{\prod_{i=1, j=1}^{q, L} \sqrt{\alpha_i \cdot \alpha_{ijk}}}}{\sqrt[n-q]{\prod_{i=q+1, j=1}^{n, L} \sqrt{\alpha_i \cdot \alpha_{ijk}}}} \right), \quad (5)$$

де  $\alpha_{ijk}$  – нормований коефіцієнт важливості (КВ) СВ  $i$ -тої ХРП у ОЕ<sub>k</sub>.

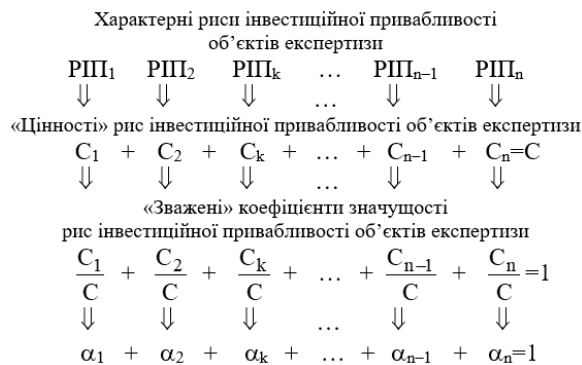


Рис. 1. Загальна схема встановлення «зважених» КВ РП ОЕ

Введення КВ та перехід від (1) до (5) є важливим і актуальним, оскільки, з одного боку, знання вагових коефіцієнтів дійсно використовуються під час прогнозування і планування, аналізу проектів, оперативного керування, оцінки небезпек в ергатичних системах, якості продукції тощо [1, 5-7].

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Проблемам визначення КВ (вагомості, значущості, привабливості) присвячено багато сучасних наукових

досліджень [1, 5-10], результати яких застосовуються:

- в теорії ПР – для розбиття критеріїв на групи та побудови відносин переваги;
- для визначення лексико-графічної впорядкованості;
- під час рішення задач з однорідними рівноцінними критеріями методом узагальненого критерію а також побудови вирішальних правил;
- в розпізнавання образів – для побудови алгоритмів класифікації, так званими алгоритмами «голосування» / обчислення оцінок тощо.

Головне призначення КВ – співставити різні цінності, якості, критерії, властивості, компоненти тощо в єдиному комплексному вимірювачі зазначених цінностей, властивостей, критеріїв тощо. Суворе визначення вагових коефіцієнтів, застосовуваних у теорії ПР, подається також в рамках очікуваної чи кардинальної теорії корисності [8-10].

У контексті цього дослідження необхідно встановити коефіцієнти ваги РП ОЕ (табл. 1) та показників СВ ХРП ОЕ (див. (2)), що зазвичай відбувається за схемою, представленою на рис. 1.

Таблиця 1. Відомості ХРП ОЕ

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

Виходячи з аналізу праць [1, 10], зауважимо, що більш зручно знаходити шукані вагові коефіцієнти, спираючись на системи переваг (СП) фахівців на множині ХРП ОЕ. При цьому, під СП будемо розуміти обґрунтоване упорядкування зазначених показників та характеристик: від

більш прийнятних, важливих, значущих, – до менш важливих. При цьому зауважимо, що СП на показниках СВ РП ОЕ тривіальна і визначена у (3).

Реалізуючи багатокрокову технологію виявлення та відсіювання маргінальних думок та усунення «систематичної

похибки того, хто вижив», було отримано статистично-вірогідну на високому рівні значущості  $\alpha=1\%$  СП фахівців на множині ХРІП ОЕ. Подальша оптимізація зазначеної СП за допомогою класичного критерію ПР Севиджа та медіани Кемені призвела до отримання такого «еталонного» ранжування:

$$\begin{aligned}
 & R\Pi_{15} f R\Pi_5 f R\Pi_4 f R\Pi_{17} f R\Pi_3 f \\
 & f R\Pi_{18} f R\Pi_2 f R\Pi_{11} f R\Pi_8 f R\Pi_{10} f \quad (6) \\
 & f R\Pi_7 f R\Pi_{14} f R\Pi_{13} f R\Pi_{16} f R\Pi_6 f \\
 & f R\Pi_1 f R\Pi_{12} f R\Pi_9,
 \end{aligned}$$

де f – позначка переваги однієї РІП ОЕ над іншою у «еталонній» СП.

Отже, отримана «еталонна» групова СП (ГСП) експертів на множині характерних РІП ОЕ, яка зазначена у шкалі упорядкування і дає уявлення лише про порівняльну значущість визначених рис. Кількісна оцінка розбіжності значущості встановлюється різницею у рангових місцях, які вони займають у ГСП (6). Однак, враховуючи специфіку вимірювань в шкалах упорядкування (ранжування) [1, 10-12], при цьому неможливо отримати відповідь на питання, у скільки разів одна РІП ОЕ є більш значущою за іншу.

Таким чином, зі спектру методів визначення коефіцієнтів ваги слід вибрати ті, що ґрунтуються на СП, а отже, і рангах РІП чи показниках їх СВ, для яких й слід встановити ці коефіцієнти. Розглянемо детально такі методи.

Метод рангів [1, 10] пропонує спочатку визначитися з цінністю кожної досліджуваної РІП:

$$C_{R\Pi_i} = 1 - \frac{r_{R\Pi_i} - 1}{n}, \quad (7)$$

де  $r_{R\Pi_i}$  – ранг  $i$ -тої РІП ОЕ у «еталонній» СП, яку відображено у (6);  $n$  – кількість упорядкованих РІП. У цьому випадку  $n=18$ .

Далі тривіально знаходиться сумарна «цінність» досліджуваних РІП:

$$C_{R\Pi} = \sum_{i=1}^n C_{R\Pi_i} = \sum_{i=1}^n \left( 1 - \frac{r_{R\Pi_i} - 1}{n} \right), \quad (8)$$

та їх нормовані коефіцієнти:

$$\left\{ \begin{aligned}
 \alpha_{R\Pi_i} &= \frac{C_{R\Pi_i}}{\sum_{i=1}^n C_{R\Pi_i}} = \frac{1 - \frac{r_{R\Pi_i} - 1}{n}}{\sum_{i=1}^n \left( 1 - \frac{r_{R\Pi_i} - 1}{n} \right)} = \\
 &= \frac{(n+1) - r_{R\Pi_i}}{(n^2 + 1) - \sum_{i=1}^n r_{R\Pi_i}} = \frac{2((n+1) - r_{R\Pi_i})}{n(n-1) + 2}, \quad (9) \\
 \sum_{i=1}^n \alpha_{R\Pi_i} &= 1, \quad 0 \leq \alpha_{R\Pi_i} \leq 1.
 \end{aligned} \right.$$

Отримані в наведений спосіб нормовані коефіцієнти  $\alpha_{R\Pi_i}$  є достовірними у тому розумінні, що застосовується не просто узгоджена, а навіть «еталонна» ГСП, внаслідок чого більш значуща РІП ОЕ має й більш високий ранг, а отже – і більшу «вагу», а отже – і більше значення нормованого коефіцієнта. Однак, з іншого боку, оцінки  $C_{R\Pi_i}$  і  $\alpha_{R\Pi_i}$  є «грубими», оскільки в (7), а отже і (8), припускається їх лінійна залежність від рангу відповідної РІП<sub>*i*</sub> в ГСП, яку відображено у (6). Зазначимо також, що оскільки виміри значущості РІП ОЕ здійснені у шкалі упорядкування, то математичні дії над рангами, передбачені в (8), (9), та є неприпустимими. Тому слід застосувати методи більш тонкої оцінки  $C_{R\Pi_i}$  і  $\alpha_{R\Pi_i}$ .

Метод усереднених рангів [6, 9].

Якщо  $r_{ij}$  – це ранг, що був наданий  $j$ -м фахівцем ( $j = \overline{1, m}$ )  $i$ -тій РІП ОЕ в індивідуальній СП (ІСП), яку було агреговано задля отримання «еталонної» ГСП та відображено у (6), то середнє значення рангу  $i$ -тої РІП визначається так:

$$\bar{r}_{R\Pi_i} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m r_{ij}. \quad (10)$$

Сума рангів упорядкованої множини РІП, визначеної «еталонною» ГСП відображена у (6), дорівнює:

$$r_{R\Pi} = \sum_{i=1}^n \bar{r}_{R\Pi_i} = \frac{n(n+1)}{2}. \quad (11)$$

Враховуючи, що  $n=18$ , визначимося, що  $r_{R\Pi} = 171$ . Порівнюючи (10) і (11), нескладно знайти шукані КВ РІП:

$$\alpha_{P_{II_i}} = 1 - \frac{\bar{r}_{P_{II_i}}}{r_{P_{II}}} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^m r_{ij}}{m \sum_{i=1}^n r_{ij}} = 1 - \frac{2 \sum_{j=1}^m r_{ij}}{mn(n+1)};$$

$$0 \leq \alpha_{P_{II_i}} \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_{P_{II_i}} = 1. \quad (12)$$

Аналізуючи (12), нескладно визначитися, що розглянутий метод усереднених рангів, як і попередній, є простим і сприяє отриманню достовірних оцінок, коли більш значуща РПІ отримує менший за абсолютною величиною середній ранг, а отже, більший КВ.

До недоліків методу слід віднести таке: по-перше, оцінки шуканих КВ РПІ ОЕ є грубими, оскільки ІСП фахівців, агреговані у «еталонну» ГСП (6) в цілому статистично-вірогідно збігаються поміж собою, тому не можна бути впевненим у нелінійності отримуваних КВ  $\alpha_{P_{II_i}}$ ; по-друге, математичні дії над рангами РПІ ОЕ, передбачувані в (10), (12) не припустимі у шкалі упорядкування, де вони виміряні.

Метод розстановки пріоритетів (МРП) [1, 10], відомий також як «задача про лідера», є ефективним для рішення практичних задач, яка в контексті цього дослідження формується наступним чином:

- 1) визначення більш важливої РПІ з встановленого їх спектру;
- 2) упорядкування РПІ;
- 3) визначення кількісного показника – КВ РПІ ОЕ.

Математична постановка задачі описується наступним чином. Кожна РПІ<sub>*i*</sub>, *i* =  $\overline{1, n}$  уявляється вершиною графа (рис. 2), відповідного результатам їх порівняльного попарного аналізу за важливістю.

Якщо РПІ<sub>*i*</sub> має перевагу перед РПІ<sub>*j*</sub> (РПІ<sub>*i*</sub> f РПІ<sub>*j*</sub>) за рівнем важливості, то на графі існує дуга *i* → *j*. Якщо навпаки, РПІ<sub>*j*</sub> f РПІ<sub>*i*</sub>, то на графі існує дуга *j* → *i*. Ситуація, коли РПІ<sub>*i*</sub> і РПІ<sub>*j*</sub> адекватні за рівнем важливості: РПІ<sub>*i*</sub> ≈ РПІ<sub>*j*</sub>, відповідає наявності дуги *i* ↔ *j*.

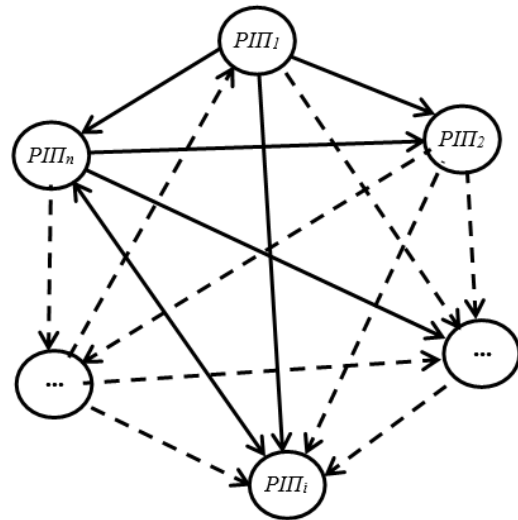


Рис. 2. Гіпотетичний граф розстановки пріоритетів фахівців на спектрі ХРПІ ОЕ

Маючи статистично узгоджену і навіть «еталонну» ГСП, необхідно перейти до її парного розбиття і застосування такого способу виявлення СП, як частина сумарної цінності [1, 10]. Далі будується квадратна матриця суміжності розмірністю  $n \times n$ , яку відображено у (13):

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & K & c_{1i} & K & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & K & c_{2i} & K & c_{2n} \\ M & M & M & M & M & M \\ c_{i1} & c_{i2} & K & c_{ii} & K & c_{in} \\ M & M & M & M & M & M \\ c_{n1} & c_{n2} & K & c_{ni} & K & c_{nn} \end{pmatrix}, \quad (13)$$

і вводиться поняття ітерованої цінності порядку *k* риси РПІ<sub>*i*</sub>. Отже, ітерована цінність 1-го порядку позначається як  $C_{P_{II_i}}(1)$  і дорівнює сумі балів цієї риси. «Вага» цінностей інших РПІ при цьому не враховується.

$$C_{P_{II_i}}(1) = \sum_{j=1}^n c_{P_{II_i},j}, \quad (14)$$

Розподіл балів серед всього спектру *n* ОЕ задається вектором:

$$C(1) = \left[ C_{P_{II_1}}(1), C_{P_{II_2}}(1), K, C_{P_{II_i}}(1), K, C_{P_{II_n}}(1) \right]. \quad (15)$$

На II ітерації за «вагу» цінності РПІ<sub>*i*</sub> береться його ітерована «вага» I порядку. Ітерована «вага» цінності РПІ II порядку обчислюється з урахуванням цінностей інших РПІ:

$$C_i(2) = \sum_{j=1}^n c_{ij} C_j(1). \quad (16)$$

Ітерована «вага» цінностей РІП II порядку представляється таким вектором:

$$C(2) = \begin{bmatrix} C_{РІП_1}(2), C_{РІП_2}(2), \dots, C_{РІП_n}(2) \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Наступні ітерації «ваги» РІП ОЕ здійснюються аналогічно:

$$C(k) = C \cdot C(k-1). \quad (18)$$

При цьому:

$$P(0) = (1, 1, \dots, 1). \quad (19)$$

Таким чином, згідно МРП, що розглядається, процес обчислень кількісних показників («ваги») РІП ОЕ полягає у послідовному застосуванні перетворення, що задається матрицею  $C$ , до початкового вектору  $P(0)$ . Позначимо через  $P_{РІП_i}^{eидн.}(k)$  нормовану ітеровану «вагу»  $k$ -го порядку РІП<sub>*i*</sub>:

$$\alpha_{РІП_i}^{eидн.}(k) = \frac{C_{РІП_i}(k)}{\sum_{i=1}^n C_{РІП_i}(k)}; \sum_{i=1}^n \alpha_{РІП_i}^{eидн.}(k) = 1. \quad (20)$$

У загальному випадку процес обчислення нормованої ітерованої «ваги» РІП ОЕ можна подати у вигляді [10]:

$$\alpha^{eидн.}(k) = \frac{1}{\lambda(k)} C \cdot \alpha^{eидн.}(k-1), \quad (21)$$

де  $\lambda(k) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{РІП_i,j} \alpha_{РІП_i}^{eидн.}(k-1)$  – сума компонент вектору  $C \cdot P(k-1)$ ;  $k = 1, 2, \dots$

На кожній наступній ітерації значення  $\alpha^{(i)}(k)$  уточнюються.

Якщо матриця  $C$  є такою, що не розкладається, то згідно з теоремою Перрона-Фробеніуса (Oskar Perron & Georg Frobenius) це призводить в граничному значенні до максимального власного числа  $\lambda = \lim_{k \rightarrow \infty} \lambda(k)$  матриці  $C$  з відповідним власним вектором [12]:

$$\alpha = \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha(k). \quad (22)$$

Таким чином, процес обчислення нормованої ітерованої «ваги» РІП ОЕ є таким, що сходиться. Здійснення обчислень за (20), (21) відрізняється від простого підсумовування балів тим, що дозволяє враховувати побічні (непрямі) переваги однієї РІП ОЕ перед іншою.

*Постановка завдання дослідження.* Зауважимо, що в попередніх дослідженнях авторами було отримано «еталонну» ГСП, де важливість окремої ХРІП ОЕ визначається відповідним рангом. З іншого боку, з проведеного аналізу витікає, що більш ефективним методом встановлення КВ ХРІП ОЕ, що застосовує ранги, є МРП.

*Метою цієї статті* є розроблення та дослідження методу визначення КВ інвестиційної привабливості ІТ-проектів.

**Метод визначення КВ інвестиційної привабливості ІТ-проектів**

Реалізація запропонованого методу відбувається у чотири етапи, які представлені на рис. 3.

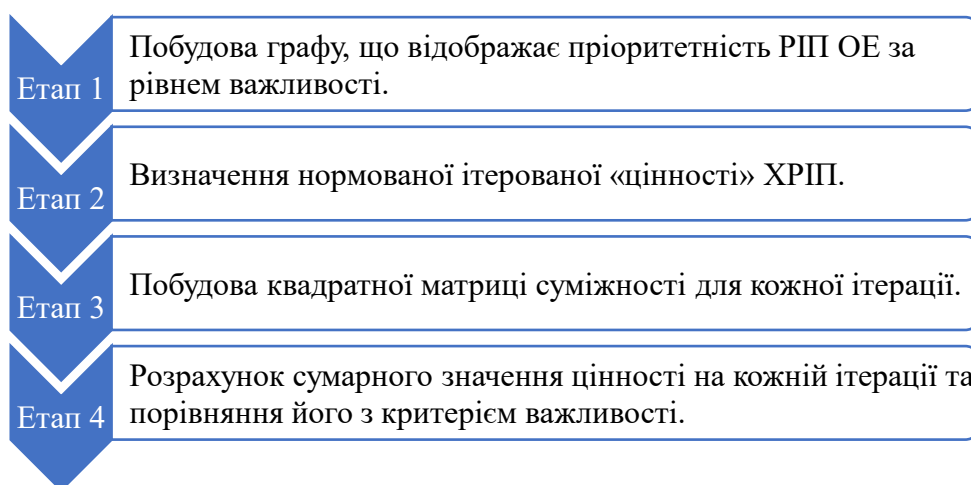


Рис. 3. Схема реалізації методу визначення КВ інвестиційної привабливості ІТ-проектів



Зауважимо, що для зручності обчислень послідовність РІП ОЕ у табл. 2 представлено у відповідності з їх ранговими місцями, що визначаються «еталонною» ГСП (6). Обчислення по I ітерації застосування МРП тривіальне і подано у стовпчиках 20, 21 табл. 2.

Обчислення по другій ітерації – таке:  
 $C_{PI\Pi_{15}}(2) = 1 \cdot 35 + 2 \cdot (33 + 31 + 29 + 27 + 25 + 23 + 21 + 19 + 17 + 15 + 13 + 11 + 9 + 7 + 5 + 3 + 1) = 631$   
 $C_{PI\Pi_5}(2) = 1 \cdot 33 + 2 \cdot (31 + 29 + 27 + 25 + 23 + 21 + 19 + 17 + 15 + 13 + 11 + 9 + 7 + 5 + 3 + 1) = 545$   
 $C_{PI\Pi_4}(2) = 1 \cdot 31 + 2 \cdot (29 + 27 + 25 + 23 + 21 + 19 + 17 + 15 + 13 + 11 + 9 + 7 + 5 + 3 + 1) = 481$

М М

$C_{PI\Pi_1}(2) = 1 \cdot 5 + 2 \cdot (3 + 1) = 13$   
 $C_{PI\Pi_{12}}(2) = 1 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 5$   
 $C_{PI\Pi_9}(2) = 1 \cdot 1 = 1$

$C(2) = \sum_{i=1}^{n=18} C_{PI\Pi_i} = 631 + 545 + 481 + 421 + 365 + 313 + 265 + 221 + 181 + 145 + 113 + 85 + 61 + 41 + 25 + 13 + 5 + 1 = 3894$

Тоді, відповідно до (20), (21) нескладно отримати такі КВ РІП ОЕ (стовпчик 23 табл. 2):

$$\alpha_{PI\Pi_{15}}(2) = \frac{C_{PI\Pi_{15}}(2)}{C(2)} = \frac{631}{3894} = 0,1574;$$

$$\alpha_{PI\Pi_5}(2) = \frac{C_{PI\Pi_5}(2)}{C(2)} = \frac{545}{3894} = 0,1400;$$

$$\alpha_{PI\Pi_4}(2) = \frac{C_{PI\Pi_4}(2)}{C(2)} = \frac{481}{3894} = 0,1235;$$

М М

$$\alpha_{PI\Pi_1}(2) = \frac{C_{PI\Pi_1}(2)}{C(2)} = \frac{13}{3894} = 0,0033;$$

$$\alpha_{PI\Pi_{12}}(2) = \frac{C_{PI\Pi_{12}}(2)}{C(2)} = \frac{5}{3894} = 0,0013;$$

$$\alpha_{PI\Pi_9}(2) = \frac{C_{PI\Pi_9}(2)}{C(2)} = \frac{1}{3894} = 0,0003.$$

За аналогією обчислені і подані в стовпчиках 24, 25 цієї ж таблиці результати III ітерації МРП. Робити наступні ітерації недоцільно, оскільки при прийнятій точності обчислень до четвертого знаку після коми, коефіцієнт менш важливої РІП<sub>9</sub>

досягає значення  $\alpha_{PI\Pi_9}(3) = 0,0000$  саме починаючи з цієї ітерації. Що в цілому є неприйнятним.

Рис. 5 дає наочне уявлення про динаміку диференціації значень коефіцієнтів небезпек досліджуваних помилок в залежності від номеру ітерації застосування МРП.

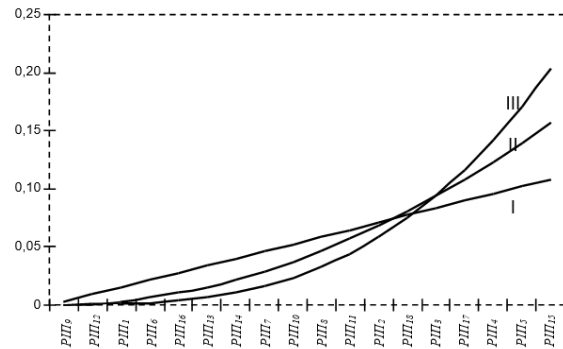


Рис. 5. Динаміка значень КВ РІП ОЕ: № I–III ітерації МРП

Як видно з рис. 5, на I ітерації МРП зміна КВ РІП ОЕ в напрямі від найбільш значущої – до найменш значущої є лінійною, а отже й непринятною. Недоцільність орієнтування на результати III та наступних ітерації МРП вже була обґрунтована. Отже, для подальшого кількісного аналізу важливості досліджуваних ХРІП ОЕ вибираємо результати, отримані на II ітерації МРП. Адже, з одного боку, зміна зазначених коефіцієнтів є нелінійною, що в цілому задовольняє уявленням про важливість впливу сусідніх за рівнем важливості РІП на їх сумарну цінність. З іншого боку, кількісна диференціація КВ  $\alpha_{PI\Pi_i}$  є максимально прийнятною для прийнятої точності їх обчислень до четвертого знаку після коми. Рис. 6, як і рис. 5 також ілюструє важливість досліджуваних РІП ОЕ.

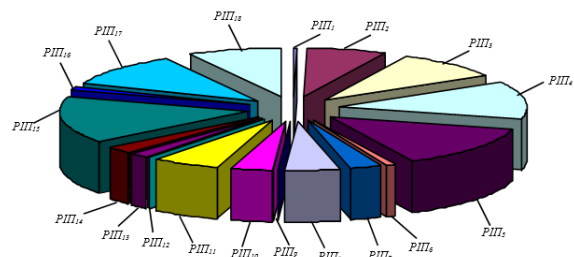


Рис. 6. Ілюстрація важливості ХРІП ОЕ





Перспективою подальших досліджень стане розвиток методу визначення КВ в наступних напрямках (не ранжуючи):

- застосування  $\alpha$ -методології [1, 10, 13-17] для досліджень СИП ОЕ;
- визначення показників ступеня нерозрізненості ХРІП ОЕ в ІСП;
- встановлення КВ показників СВ РІП та «компромів» у вимогах до цієї виразності.

### Література

1. Людський чинник: Методологія проактивної кваліметрії загроз помилок авіадиспетчерів: монографія / О. Рева, В. Камишин, С. Борсук, А. Невиніцин, В. Шулгін; за ред. О. Реви. Київ : УкрІНТЕІ, 2020. 126 с.

2. Творошенко І. Технології прийняття рішень в інформаційних системах: навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2021. 120 с.

3. Ус С.А. Коряшкіна Л.С. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. Дніпропетрівськ : Нац. гірн. ун-т., 2014. 300 с.

4. Рева О., Борсук С., Засанська С., Яроцький С. Теоретичні основи методології інтегративної оцінки ступеня інвестиційної привабливості об'єктів інтелектуальної власності. *Наука, технології, інновації : наук. ж.* 2021. № 1. С. 3–16.

5. Гулько Й., Спірін А., Холоднюк О. Надійність систем та обґрунтування інженерних рішень. Вінниця : ВДАУ, 2006. 76 с.

6. Буденко С.Ф. Визначення вагомості критеріїв технічного рівня машин: Метод. вказівки для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування. ТДАУ, 2016. 10 с.

7. Зоріна О., Нескуба Т., Мкртчян О. Прогнозування транспортних послуг: Конспект лекцій. Харків : УкрДУЗТ, 2021. 64 с.

8. Гнатієнко Г., Снитюк В. Експертні технології прийняття рішень : монографія. Київ : ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.

9. Бойко Т. Огляд методів визначення вагових коефіцієнтів показників властивостей продукції. *Методи та процедури контролю якості.* 2010. № 24. С. 84–89.

10. Камишин В., Рева О. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу: монографія. Київ : ТОО «Інформаційні системи», 2012. 270 с.

11. Цюцюра В., Цюцюра С. Метрологія та основи вимірювань: навч. посіб. Київ : Знання-Прес, 2003. 180 с.

12. Стухляк П., Іванченко О., Букетов А., Долгов М. Теорія інформації (інформаційно-вимірювальні системи, похибки, ідентифікація): навч. посіб. Херсон : Айлант, 2011. 371 с.

13. Камишин В., Рева О., Макаренко Л., Медведенко О. Процедура фазифікації / дефазифікації балів шкал оцінювання. *Електроніка та системи управління.* 2012. № 3. С. 53–62.

14. Рева О., Камишин В. Метод визначення інтегративного показника компетентності експерта. *Наука, технології, інновації.* 2018. № 3. С. 27–38.

15. Reva O., Kamyshyn V., Nevynitsyn A., Shulgin V., Nedbay S. Criteria Indicators of the Consistency of Air Traffic Controllers' Preferences on a Set of Characteristic Errors. *Advances in Human Aspects of Transportation: Proceedings of the AHFE 2020 Virtual Conference on Human Aspects of Transportation, July 16-20, 2020, USA / USA, 2020.* V. 1212. P. 617–623.

16. Рева О., Борсук С., Засанська С., Яроцький С. 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., Херсон, 25-27 травня 2021 р. / ХДМА. Херсон, Україна, 2021. С. 49–54.*

17. Рева О., Борсук С., Засанська С., Яроцький С. Апробація  $\alpha$ -методу порівняння систем переваг (на прикладі порівняння систем переваг авіадиспетчерів на небезпеках характерних помилок). *Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали Міжнар. наук. конф., с. Залізний Порт, 24-28 травня 2021 р. / ФОП Вишемирський В. Херсон, Україна, 2021. С. 63-64.*

Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Яроцький С.В.

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВАЖЛИВОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ІТ-ПРОЄКТІВ

*Послідовна реалізація політики залучення прямих іноземних інвестицій до розвитку післявоєнної України нагально потребує застосування сучасних системно-інформаційних технологій експертного дослідження потенційних об'єктів цих інвестицій. І чим більше при цьому буде застосовано показників і характеристик, тим більш об'єктивним буде висновок щодо ступеня інвестиційної привабливості конкретного об'єкту експертизи. Обґрунтовано, що зазначена оцінка ступеня інвестиційної привабливості об'єкту експертизи отримується за допомогою мультиплікативної функції агрегації, що враховує нормовані коефіцієнти важливості (КВ) як відповідних рис інвестиційної привабливості, так і показників ступеня їх виразності у конкретному об'єкті. З порівняльного аналізу цих методів визначено, що більш прийнятним для цілей досліджень є математичний метод розстановки пріоритетів (МРП). У статті представлено метод визначення КВ інвестиційної привабливості ІТ-проектів, який за рахунок синтезу МРП і процедур розрахунку сумарного значення цінності та порівняння його встановленим критерієм важливості, дає можливість визначити оптимальну ітерацію МРП та забезпечити як нелінійність отримуваних КВ, так і прийнятну точність обчислень. Під час реалізації якого обґрунтовано, що більш прийнятними є результати другої ітерації, а перші десять (55,55%) за рівнем важливості рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи забезпечують сумарний внесок у загальну значущість, що перевищує встановлений критерій 0.9.*

**Ключові слова:** ІТ, рівень важливості, характерні риси інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, коефіцієнти важливості, метод розстановки пріоритетів, ІТ-проект.

Gnatyuk S.O., Sydorenko V.M., Yarotskiy S.V.

## METHOD OF DETERMINING THE IMPORTANCE FACTOR OF IT PROJECTS INVESTMENT ATTRACTIVENESS

*The consistent implementation of the policy of attracting direct foreign investments to the development of post-war Ukraine urgently requires the use of modern system and IT for expert research of potential objects of these investments. And the more indicators and characteristics are applied, the more objective the conclusion will be regarding the degree of investment attractiveness of a specific object of expertise. It is substantiated that the specified assessment of the investment attractiveness degree of the object of examination is obtained using the multiplicative function of aggregation, which takes into account the normalized coefficients of importance (CI) of both the relevant features of investment attractiveness and indicators of the degree of their expressiveness in a specific object. From the comparative analysis of these methods, it was determined that the mathematical method of setting priorities (MSP) is more acceptable for research purposes. The paper presents a method for determining the CI of the investment attractiveness of IT projects, which, due to the synthesis of the MSP and procedures for calculating the total value of the value and comparing it with the established criterion of importance, makes it possible to determine the optimal iteration of the MSP and ensure both the nonlinearity of the obtained CI and acceptable accuracy of calculations. During its implementation, it was substantiated that the results of the second iteration are more acceptable, and the first ten (55.55%) in terms of the level of importance of features of the investment attractiveness of the examination objects provide a total contribution to the overall significance that exceeds the established criterion of 0.9.*

**Keywords:** IT, level of importance, characteristic features of the investment attractiveness of objects of examination, coefficients of importance, method of setting priorities, IT-project.