

УДК 330.556:330.322:351.82

П. Литвиновська,
Б. Дем'янчук

МЕТОДИКА ПОРІВНЯНОЇ ОЦІНКИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВАРІАНТІВ ВИКОРИСТАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ В УМОВАХ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Запропоновано методику визначення прогностичних оцінок можливостей реалізації варіантів використання інвестицій у виробничу і посередницьку сфери в рамках державно-приватного партнерства, в їх різних за обсягом поєднаннях за умов пересічення гіпотез про розподіл очікуваних обсягів інвестицій. Результати, що отримані за допомогою стохастичної моделі, можуть бути корисними під час управління проектами соціально-економічного розвитку регіону.

Ключові слова: варіанти використання інвестицій, цільове використання ресурсів, стохастична модель прогнозування реалізації рішень, надходження інвестицій в рамках державно-приватного партнерства.

У соціально-економічному розвитку значну роль відіграє широке застосування іноземних та вітчизняних матеріальних ресурсів, а також нематеріальних ресурсів державних установ. Ефективному використанню цих ресурсів, як відомо, перешкоджає не тільки традиційна розбіжність обсягів наявних, потрібних ресурсів та їх використання, але й неефективне управління проектами їх використання. Управління ресурсами включає завдання: організації робіт; контролю за цільовим використанням коштів; обґрунтованого розподілу ресурсів; виконання календарного плану реалізації вкладених ресурсів; науково-обґрунтованого прогнозування реалізації рішень, прийнятих на етапі планування.

В Україні набуває актуальності питання розвитку відносин публічно-приватного партнерства та його ролі у підвищенні ефективності системи державного та муніципального управління. Про увагу влади до цього питання свідчить розробка нормативно-правової бази для таких відносин. Зокрема, нещодавно було прийнято Закон України “Про державно-приватне партнерство” [1], в якому визначено організаційно-правові засади взаємодії державних партнерів з приватними партнерами та основні принципи державно-приватного партнерства (далі – ДПП) на договірній основі.

На сучасному етапі розвитку методів та моделей прогнозування розвитку соціально-економічних процесів суттєву роль відіграють роботи українських вчених. Особливо виділимо роботи академіків НАН України В. Михалевича, І. Сергієнка та вчених Інституту кібернетики імені В. Глушкова НАН України [2].

За останні роки роль і тематика ДПП розглядається в багатьох публікаціях [3]. Фундаментальні роботи відомих вчених С. Саркісяна, П. Фішберна, Д. Марси, Е. Вентцель [4–8] присвячені проблемі об’єктивного обліку інформаційних ознак із сукупності вихідних даних та практичному застосуванню їх в задачах прийняття управлінських рішень.

Зокрема, набувають актуальності задачі прогнозування реалізації планів і визначення оцінок достовірності прогнозування реалізації при одночасному інвестуванні декількох варіантів по обмеженому числу ознак при пересічних гіпотезах про обсяги інвестування для реалізації цих варіантів. Водночас, як свідчить аналіз, за умов, коли під

час поєднання ознаки збігаються не повністю, це дозволяє досягати прийнятну для практики достовірність рішення науково-управлінської задачі [9 – 13].

Для оцінки реалізації варіантів інвестування у рамках ДПП у розпорядженні органів виконавчої влади, а також у відповідних Головних управліннях статистики завжди є інформація про заплановані розподіли наявних або очікуваних обсягів інвестування, тобто статистична інформація про ознаки, які є інформаційною основою для вирішення зазначеної задачі.

Мета статті – вирішення науково-управлінської задачі, прогнозування можливостей реалізації варіантів використання інвестицій ДПП за допомогою методики на основі стохастичної моделі для оцінки ймовірностей реалізації рішень, що прийняті на етапі планування.

Оцінки достовірності реалізації варіантів використання інвестицій у виробничу і посередницьку сфери в рамках ДПП у різних за обсягом поєднаннях інвестицій в умовах неточних даних про фактичний розподіл обсягів інвестування (який нерідко трапляється в реальних умовах) виявляються особливо актуальними в умовах пересічення гіпотез [14, 15].

Побудова моделі для прогнозування реалізації варіантів, що є запланованими в умовах конкуруючих гіпотез про розрізнення за двома ознаками кожного, доцільно починати з визначення ознаки, наприклад, коли маємо чотири запланованих варіанта використання інвестицій. Нехай ознаки є у вигляді наявних обсягів інвестицій, що перетинаються попарно. Визначимо ознаки, тобто намічувані обсяги інвестування і варіанти використання інвестицій.

Ознака P1 – обсяг інвестицій в рамках іноземного і внутрішнього державно-приватного партнерства у виробничу сферу.

Ознака P2 – обсяг інвестицій в рамках іноземного і внутрішнього державно-приватного партнерства в торгово-посередницьку сферу.

Варіанти реалізації інвестицій, що підлягають реалізації з урахуванням розподілу ознак P1, P2 представимо у формі наступного:

1. Малий рівень інвестування і у виробничу, і в торгово-посередницьку сферу.
2. Малий рівень інвестування у виробничу сферу і великий – в торгово-посередницьку сферу.
3. Великий рівень інвестування у виробничу та в торгово-посередницьку сферу.
4. Великий рівень інвестування у виробничу сферу і малий – в торгово-посередницьку сферу.

Із зазначених переліків випливає, що характеристики кожного з варіантів мають хоча б одну відмінність від характеристик будь-якого з варіантів. Кількісні відмінності 4-х варіантів є такими.

1. Малому рівню інвестування у виробничу та малому в торгово-посередницьку сферу відповідає малий рівень ознак і P1, і P2.

2. Малому рівню інвестування у виробничу сферу і великому рівню – в торгово-посередницьку сферу відповідає малий рівень ознаки P1 і великий рівень ознаки P2.

3. Великому рівню інвестування у виробничу та великому – в торгово-посередницьку сферу відповідає великий рівень ознаки P1 і великий рівень ознаки P2.

4. Великому рівню інвестування у виробничу сферу і малому рівню інвестицій в торгово-посередницьку сферу відповідає великий рівень ознаки P1 і малий рівень ознаки P2.

Задача зводиться до визначення значень ймовірності реалізації та умовних ймовірностей помилок прогнозу реалізації кожного з 4-х варіантів використання інвестицій (за результатами реальної розмитості ознак, тобто за результатами зазвичай неточних даних про обсяг очікуваних інвестицій).

У силу недостатньої розрізнюваності варіантів по кожному з ознак спостережуване значення ознаки P1 дозволяє висловити лише дві гіпотези:

- A1 (P1 – малого рівня): реалізується варіант-1 (випадок 1.1) або варіант-2 (випадок 1.2);
- A2 (P1 – великого рівня): реалізується варіант-3 (випадок 2.2) або варіант-4 (випадок 2.1).

Аналогічно, спостережуване значення ознаки P2 дозволяє судити про справедливість однієї з двох гіпотез:

- B1 (P2 – малого рівня): реалізується варіант-1 (випадок 1.1) або варіант-4 (випадок 2.1);
- B2 (P2 – великого рівня): реалізується варіант-2 (випадок 1.2), або варіант-3 (випадок 2.2).

Умовні щільності ймовірностей значень ознак через велику кількість випадкових факторів, які впливають на їх величину, при справедливості введених гіпотез будемо вважати відомими функціями.

Для гіпотез A1, A2 і B1, B2 позначимо їх: $f_1(P_1/A_1)$, $f_2(P_1/A_2)$; $\varphi_1(P_2/B_1)$, $\varphi_2(P_2/B_2)$.

Неважко переконатися, що ці щільності ймовірностей мають вигляд розподілу Релея. Дійсно, з досвіду відомо зниження ймовірності прийняття неправильного рішення про реалізацію варіанта із зростанням абсолютного значення ознаки реалізованості в умовах факторів, що заважають прийняттю рішень. Кожна така залежність має експоненційне спрямування виду (формула 1):

$$F_i(P_1) = \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_i^2}\right], \quad i = 1, 2; \quad \Phi_j(P_2) = \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], \quad j = 1, 2, \quad (1)$$

де: $1/(2\alpha_i^2)$, $1/(2\beta_j^2)$ – швидкості зниження ймовірностей прийняття невірною рішення про реалізацію варіантів використання інвестицій.

Отже, ймовірність прийняття правильних рішень є такою:

$$1 - F_i(P_1) = 1 - \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_i^2}\right], \quad i = 1, 2; \quad 1 - \Phi_j(P_2) = 1 - \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2}\right], \quad j = 1, 2,$$

Звідси, в результаті диференціювання цих ймовірностей отримуємо щільності ймовірностей у вигляді розподілу Релея (формула 2), (рис. 1, 2):

$$f_i\left(\frac{P_i}{A_i}\right) = \frac{P_i}{\alpha_i^2} \exp\left[-\frac{P_i^2}{2\alpha_i^2}\right], \quad i = 1, 2; \quad \varphi_j\left(\frac{P_j}{B_j}\right) = \frac{P_j}{\beta_j^2} \exp\left[-\frac{P_j^2}{2\beta_j^2}\right], \quad j = 1, 2. \quad (2)$$

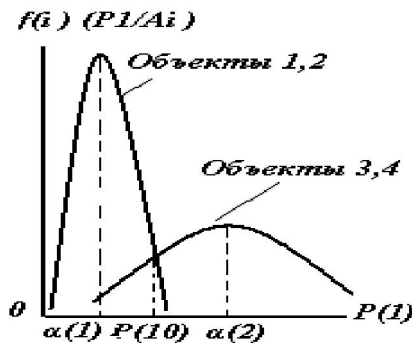


Рис. 1. Густина ймовірностей обсягів інвестицій для 1-го, 2-го та 3-го, 4-го варіантів

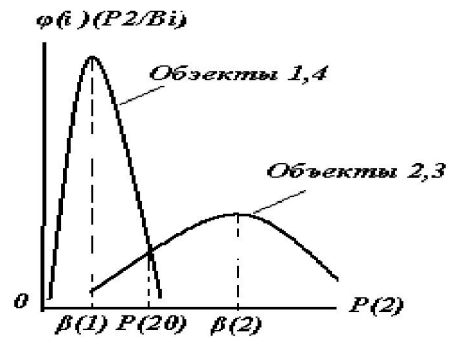


Рис. 2. Густина ймовірностей обсягів інвестицій для 1-го, 4-го та 2-го, 3-го варіантів

Кожна з гіпотез $A_i, B_j, i = 1, 2; j = 1, 2$ є об'єднанням двох гіпотез, обраних із наступної безлічі гіпотез (випадків):

- C_{11} – випадок 1.1 (рішення про реалізацію варіанта-1);
- C_{12} – випадок 1.2 (рішення про реалізацію варіанта-2);
- C_{21} – випадок 2.1 (рішення про реалізацію варіанта-4);
- C_{22} – випадок 2.2 (рішення про реалізацію варіанта-3).

При цьому мають місце такі об'єднання гіпотез:

$$A_1 = C_{11} \cup C_{12}; A_2 = C_{21} \cup C_{22}; B_1 = C_{11} \cup C_{21}; B_2 = C_{12} \cup C_{22}.$$

Спостережувані значення ознак P_1, P_2 вважаються статистично незалежними, що справедливо при слабкому впливі загальних випадкових факторів на спотворення результатів спостереження ознак.

Із введених чотирьох об'єднань гіпотез $A_i, B_j (i = 1, 2; j = 1, 2)$ можна отримати гіпотези C_{ij} як перетинання відповідних об'єднань гіпотез A_i, B_j , а саме: $C_{ij} = A_i \cap B_j, i = 1, 2; j = 1, 2$ з двовимірними умовними щільностями ймовірностей ознак P_1 і P_2 (формула 3):

$$\Psi_{ij} \left(\frac{P_1}{A_i}, \frac{P_2}{B_j} \right) = f_i \left(\frac{P_1}{A_i} \right) \cdot \varphi_j \left(\frac{P_2}{B_j} \right), \quad i = 1, 2; j = 1, 2. \quad (3)$$

Достовірності прогнозування реалізації кожного з варіантів, що спостерігаються, неважко оцінити, обчислюючи ймовірності прийняття правильних рішень і помилок прийняття рішень при розгляді розподілу обсягів інвестицій, що є намічуваними, по кожному з варіантів їх використання. Для цього необхідно порівняти спостережувані значення ознак P_1 і P_2 з відповідними порогами P_{10} і P_{20} , вибраними, наприклад, за критерієм "ідеального спостерігача".

Умовні щільності ймовірностей правильних і помилкових рішень про можливість реалізації варіантів утворюють матрицю:

$$\begin{pmatrix} F_{11}^{11} & F_{12}^{11} & F_{21}^{11} & F_{22}^{11} \\ F_{11}^{12} & F_{12}^{12} & F_{21}^{12} & F_{22}^{12} \\ F_{11}^{21} & F_{12}^{21} & F_{21}^{21} & F_{22}^{21} \\ F_{11}^{22} & F_{12}^{22} & F_{21}^{22} & F_{22}^{22} \end{pmatrix}$$

Її елементи є кількісною оцінкою умовних густин ймовірності у формі:

F_{11}^{11} – ймовірність правильного прогнозування реалізації варіанта-1, яка чисельно дорівнює ймовірності спільної справедливості гіпотез A_1 і B_1 ;

F_{12}^{11} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-1, через спільність гіпотези A_1 як для варіанта-1, так і для варіанту-2, яка дорівнює ймовірності справедливості гіпотези A_1 і несправедливості гіпотези B_1 ;

F_{21}^{11} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-1 через спільність гіпотези В1 як для варіанта-1, так і для варіанта-4, яка дорівнює ймовірності справедливості гіпотези В1 і несправедливості гіпотези А1;

F_{22}^{11} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-1, що дорівнює ймовірності спільної несправедливості і гіпотези А1, і гіпотези В1; це подія спільної несправедливості доповнює події, перераховані вище, до повної групи подій з гіпотезами А1 і В1;

F_{11}^{12} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-2, яка дорівнює ймовірності спільної справедливості гіпотези А1 і несправедливості гіпотези В2;

F_{12}^{12} – ймовірність правильного прогнозування реалізації варіанту-2, вона чисельно дорівнює ймовірності спільної справедливості і гіпотези А1, і гіпотези В2;

F_{21}^{12} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-2, що дорівнює ймовірності несправедливості і гіпотези А1, і гіпотези В2;

F_{22}^{12} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-2, яка дорівнює ймовірності несправедливості гіпотези А1 і справедливості гіпотези В2;

F_{11}^{21} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-4, яка дорівнює ймовірності справедливості гіпотези В1 і несправедливості гіпотези А2;

F_{12}^{21} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-4, яка дорівнює ймовірності спільної несправедливості і гіпотези А2, і гіпотези В1;

F_{21}^{21} – ймовірність правильного прогнозування реалізації варіанта-4, яка дорівнює ймовірності спільної справедливості і гіпотези А2, і гіпотези В1;

F_{22}^{21} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-4, яка дорівнює ймовірності справедливості гіпотези А2 і несправедливості гіпотези В1;

F_{11}^{22} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-3, яка дорівнює ймовірності несправедливості і гіпотези А2, і гіпотези В2;

F_{12}^{22} – ймовірність помилкового рішення про реалізацію варіанта-3, яка дорівнює ймовірності несправедливості гіпотези А2 і справедливості гіпотези В2;

F_{21}^{22} – ймовірність помилковості рішення про реалізацію варіанта-3, яка дорівнює ймовірності справедливості гіпотезі А2 и несправедливості гіпотезі В2;

F_{22}^{22} – ймовірність правильного прогнозування реалізації варіанта-3, яка дорівнює ймовірності спільної справедливості і гіпотези А2, і гіпотези В2.

За цього, в силу незалежності реалізацій ознак P1 і P2, кожен елемент матриці F має вигляд (формула 4):

$$F_{kl}^{ij} = R_k^i \cdot N_l^j, \quad i, j, k, l \in \{1, 2\}, \quad (4)$$

де: ймовірність справедливості гіпотези А1, дорівнює:

$$R_1^1 = \int_0^{P_{10}} f_1(x/A_1) dx;$$

N_1^1 – ймовірність справедливості гіпотези B1, що дорівнює:

$$N_1^1 = \int_0^{P_{20}} \varphi_1 \left(y/B_1 \right) dy;$$

R_2^1 – ймовірність несправедливості гіпотези A1, що дорівнює:

$$R_2^1 = 1 - R_1^1;$$

N_2^1 – ймовірність несправедливості гіпотези B1, що дорівнює:

$$N_2^1 = 1 - N_1^1;$$

R_1^2 – ймовірність несправедливості гіпотези A2, що дорівнює:

$$R_1^2 = \int_0^{P_{10}} f_2 \left(x/A_2 \right) dx;$$

R_2^2 – ймовірність справедливості гіпотези A2, що дорівнює:

$$R_2^2 = 1 - R_1^2;$$

N_1^2 – ймовірність несправедливості гіпотези B2, що дорівнює:

$$N_1^2 = \int_0^{P_{20}} \varphi_2 \left(y/B_2 \right) dy;$$

N_2^2 – ймовірність справедливості гіпотези B2, що дорівнює:

$$N_2^2 = 1 - N_1^2.$$

Отже, матрицю F можна представити в остаточній формі (формула 5):

$$F = \begin{pmatrix} R_1^1 N_1^1 & R_1^1 (1 - N_1^1) & (1 - R_1^1) N_1^1 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^1) \\ R_1^1 N_1^2 & R_1^1 (1 - N_1^2) & (1 - R_1^1) N_1^2 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^2) \\ R_1^2 N_1^1 & R_1^2 (1 - N_1^1) & (1 - R_1^2) N_1^1 & (1 - R_1^2) (1 - N_1^1) \\ R_1^2 N_1^2 & R_1^2 (1 - N_1^2) & (1 - R_1^2) N_1^2 & (1 - R_1^2) (1 - N_1^2) \end{pmatrix} \quad (5)$$

Видно, що матриця (5) (назвемо її матрицею достовірності прогнозування реалізації варіантів використання інвестицій в умовах ДПП) є стохастичною; сума елементів кожного її рядка дорівнює одиниці, тобто відображає сукупність ймовірностей подій, що становлять повну групу подій.

Враховуючи конкретний вид (2) функцій f_i і φ_j , отримуємо умовні ймовірності (формула 6):

$$\begin{aligned}
 R_1^1 &= \int_0^{P_{10}} \frac{P_1}{\alpha_1^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_1^2}\right] dP_1 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_1^2}\right]; & R_2^1 &= \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_1^2}\right]; \\
 N_1^1 &= \int_0^{P_{20}} \frac{P_2}{\beta_2^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_2^2}\right] dP_2 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_2^2}\right]; & N_2^1 &= \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_2^2}\right]; \\
 R_1^2 &= \int_0^{P_{10}} \frac{P_1}{\alpha_2^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_2^2}\right] dP_1 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_2^2}\right]; & R_2^2 &= \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_2^2}\right]; \\
 N_1^2 &= \int_0^{P_{20}} \frac{P_2}{\beta_1^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_1^2}\right] dP_2 = 1 - \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right]; & N_2^2 &= \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right] \quad (6)
 \end{aligned}$$

При застосуванні критерію “ідеального спостерігача” значення порогів P10 і P20 можуть бути знайдені шляхом рішення рівнянь:

$$f_1\left(\frac{P_{10}}{A_1}\right) = f_2\left(\frac{P_{10}}{A_2}\right); \quad \varphi_1\left(\frac{P_{20}}{B_1}\right) = \varphi_2\left(\frac{P_{20}}{B_2}\right).$$

Ці рішення мають вигляд (формула 7):

$$P_{10} = 2\alpha_1\alpha_2 \left[\frac{\ln\alpha_1 - \ln\alpha_2}{\alpha_1^2 - \alpha_2^2}\right]^{0,5}; \quad P_{20} = 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln\beta_1 - \ln\beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2}\right]^{0,5}. \quad (7)$$

Таким чином, якщо параметри розподілів f_i і φ_j , $i = 1, 2$; $j = 1, 2$ відомі, то елементи матриці достовірності теж відомі. Це дозволяє витягти з неї повну інформацію про ймовірності правильного прогнозування можливостей реалізованості кожного із варіантів використання інвестицій в умовах ДПП і про помилки прогнозування. Ймовірності правильного прогнозування реалізованості кожної з чотирьох варіантів обчислимо за допомогою простих співвідношень:

1. Для варіанта-1 отримуємо $R_1^1 N_1^1$.
2. Для варіанта-2 виходить $R_1^1 (1 - N_1^2)$.
3. Для варіанта-3 отримуємо значення ймовірності, що дорівнює $(1 - R_1^2)(1 - N_1^2)$.
4. Для варіанта-4 знаходимо невідому ймовірність правильного прогнозування його реалізації у вигляді: $(1 - R_1^2) N_1^1$.

Безумовна ймовірність правильного прогнозування реалізації всіх варіантів використання інвестицій в умовах ДПП дорівнює сумі діагональних елементів матриці достовірності реалізації варіантів використання інвестицій та при рівно ймовірно апріорних ймовірностях розгляду цих варіантів вона дорівнює (формула 8):

$$D = \frac{1}{4} [R_1^1 N_1^1 + R_1^1 (1 - N_1^2) + (1 - R_1^2) N_1^1 + (1 - R_1^2)(1 - N_1^2)], \quad (8)$$

а безумовна ймовірність помилки прогнозування дорівнює (формула 9):

$$Q = 1 - D. \quad (9)$$

Неважко переконатися, що достовірність прогнозування визначається лише двома факторами: ступенем перекриваємості густин ймовірності (див. рис. 1, 2), тобто дисперсіями ознак (розмитістю інформації про обсяги інвестування у виробничу і

посередницьку сферу) та рівнем відрізнєння гіпотез, які перетинаються хоча б за однією ознакою, що своєю чергою, залежить від кількісного співвідношення між числом варіантів, що підлягають реалізації, та числом n ознак, що забезпечують рішення завдання достовірного прогнозування. У будь-якому випадку, вимога розрізнюваності гіпотез, що перетинаються, хоча б по одній ознаці з n використовуваних, як можна в цьому переконатися, зазвичай виконується в тому випадку, якщо кількість K -варіантів, що повинні бути розглянутими, не перевищує число $2n$, тобто умова нормальної розрізнюваності варіантів при прогнозуванні їх реалізації в умовах гіпотез, що перетинаються, і розрізнюваності хоча б за однією ознакою, має вигляд (формула 10):

$$K_{\max} \leq 2^n. \quad (10)$$

Приклад. Нехай встановлено, що найбільш ймовірні значення ознак, тобто очікуваних обсягів інвестування по кожному з варіантів їх використання, відомі і дорівнюють:

- для варіанта-1 і варіанта-2 середній очікуваний рівень інвестування ресурсів у виробничу сферу близький до нульового і дорівнює $b_1 = 0,041$;
- для варіанта-3 і варіанта-4 середній очікуваний рівень інвестицій у виробничу сферу істотно вищий і дорівнює $b_2 = 0,653$;
- для варіанта-1 і варіанта-4 середній очікуваний рівень інвестицій в торгово-посередницьку сферу є низьким і дорівнював $v_1 = 0,301$;
- для варіанта-2 і варіанта-3 середній очікуваний рівень інвестицій в торгово-посередницьку сферу помітно вищий і дорівнює $v_2 = 0,778$.

За результатами очікуваних розподілів обсягів інвестицій у виробничу і в торгово-посередницьку сфери в умовах, коли фактичне значення кожного очікуваного обсягу інвестицій зазвичай має відхилення від очікуваного і розподілено за законом Релея, потрібно визначити:

- а) значення ймовірностей правильного прогнозування реалізованості варіантів використання інвестицій та умовні ймовірності помилкових рішень про реалізованість кожного з варіантів;
- б) елементи матриці достовірності, маючи на увазі реально можливий попарний збіг розподілів обсягів інвестування;
- в) значення умовних ймовірностей помилок прогнозування можливостей реалізації кожного варіанта;
- г) значення безумовної ймовірності правильного прогнозування реалізації варіантів використання інвестицій, якщо відомо, що апіорні ймовірності розгляду варіантів сумірні;
- д) значення безумовної ймовірності помилкового прогнозування можливостей реалізації варіантів.

Рішення. Відповідно до формули 7, порогові значення розподілів обсягів інвестицій дорівнюють:

$$P_{10} = \alpha_1 \alpha_2 \left[\frac{\ln \alpha_1 - \ln \alpha_2}{\alpha_1^2 - \alpha_2^2} \right]^{0,5}; \quad P_{20} = \beta_1 \beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0,5} = 0,7.$$

Одержимо невідомі рішення, згідно до заданих умов прикладу. Відповідно до формули 6, ймовірності правильного прогнозування реалізації варіантів використання інвестицій характеризуються такою сукупністю результатів:

$$1) R_1^1 N_1^1 = 0,889; \quad 2) R_1^1 (1 - N_1^2) = 0,870;$$

$$3) (1 - R_1^2) (1 - N_1^2) = 0,855; \quad 4) (1 - R_1^2) N_1^1 = 0,873.$$

Згідно із формулою 5, з урахуванням формули 6, матриця F ймовірностей прогнозування реалізації варіантів, тобто достовірності прогнозування, має вигляд:

$$\begin{pmatrix} 0,889 & 0,107 & 0,004 & 0,00 \\ 0,126 & 0,870 & 0,001 & 0,003 \\ 0,019 & 0,002 & 0,873 & 0,105 \\ 0,003 & 0,019 & 0,124 & 0,855 \end{pmatrix}$$

Відповідно до формули 8, враховуючи формулу 6, знаходимо безумовну ймовірність правильного прогнозування реалізації всієї сукупності досліджуваних варіантів реалізації інвестування:

$$D = \frac{1}{4} [R_1^1 N_1^1 + R_1^1 (1 - N_1^2) + (1 - R_1^2) N_1^1 + (1 - R_1^2) (1 - N_1^2)] = 0,87$$

Ймовірність помилкового прогнозування можливостей реалізації всієї сукупності варіантів використання інвестицій, згідно із формулою 9, дорівнює:

$$Q = 1 - D = 0,13.$$

Ймовірності помилкового прогнозування реалізації кожного з конкретних варіантів визначаються підсумовуванням ймовірностей помилок відповідного рядка матриці достовірності (формула 5), а саме недиагональних елементів рядка. Отримуємо також безумовні ймовірності помилок прогнозування реалізації варіантів:

1. Для варіанта-1 знаходимо величину у формула:

$$Q_1 = F_{12}^{11} + F_{21}^{11} + F_{22}^{11} = 0,111$$

2. Для варіанта-2 ця помилка (за умовами прикладу) дещо вища і дорівнює:

$$Q_2 = F_{11}^{12} + F_{21}^{12} + F_{22}^{12} = 0,130$$

3. Для варіанта-4 помилка практично не відрізняється від попередньої:

$$Q_3 = F_{11}^{22} + F_{12}^{22} + F_{21}^{22} = 0,127$$

4. Для варіанта-3 отримуємо безумовну ймовірність помилки:

$$Q_4 = F_{11}^{21} + F_{12}^{21} + F_{22}^{21} = 0,145$$

Висновки

1. Розглянута методика на основі моделі для стохастичного прогнозування реалізації варіантів використання інвестицій в рамках ДПП дозволяє отримати достатньо достовірну інформацію навіть при попарній нерозрізненості очікуваних обсягів вкладення інвестицій в конкуруючі сфери управління інвестиціями.

2. Важливим є вимога розрізнюваності варіантів використання інвестицій хоча б по одній з ознак (обсягів використання інвестицій в конкуруючих сферах) для кожного з досліджуваних варіантів.

3. Створення і використання програмного продукту на основі запропонованої методики на основі стохастичної моделі може істотно спростити необхідні розрахунки та заощадити час на вирішення подібних завдань.

Література

1. Про державно-приватне партнерство [Електронний ресурс] : Закон України № 2404-VI від 01.07.2010 р. — Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/documents/12134.html>.
2. Сучасні моделі і методи прогнозування соціально-економічних процесів (ПСЕП-2006) [Електронний ресурс]. — 2006. — Режим доступу : <http://iee.org.ua/ru/publication/63/>.
3. Велков В. Державно-приватне партнерство як механізм взаємодії влади та бізнесу / В. Велков // Актуальні проблеми Державного управління [Текст] : зб. наук. пр. — 2010. — Вип. 3 (43). — Т. 2. — С. 38—41.
4. Саркисян С. А. Теория прогнозирования и принятия решений [Текст] / С. А. Саркисян. — М. : Советское радио, 1977. — 355 с.
5. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений [Текст] / П. Фишберн. — М. : Знание, 1978. — 290 с.
6. Марси Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений [Текст] / Д. Марси // Экономика промышленности. — 1980. — № 1. — С. 22—27.
7. Райфа Г. Анализ решений [Текст] / Г. Райфа. — М. : Изд. Московского университета, 1977. — 186 с.
8. Вентцель Е. С. Исследование операций [Текст] / Е. С. Вентцель. — М. : Советское радио, 1972. — 430 с.
9. Саркисян С. А. Теория прогнозирования и принятия решений... — 355 с.
10. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений... — 290 с.
11. Марси Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений... — С. 22—27.
12. Райфа Г. Анализ решений... — 186 с.
13. Вентцель Е. С. Исследование операций... — 430 с.
14. Марси Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений... — С. 22—27.
15. Вентцель Е. С. Исследование операций... — 430 с.

P. Lytvynovska,
B. Demyanchuk

METHOD OF COMPARATIVE ASSESSMENT OF REALIZATION OF INVESTMENTS OPTIONS APPLICATION IN THE CONDITIONS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP

The method of determining the forecasting estimation of the possibility of investments options application in the industrial and intermediary spheres within the public-private partnership, in their various combinations in the conditions of hypotheses intersection about the distribution of expected investments are suggested. The results, obtained by using the stochastic model, can be useful in managing projects of socio-economic development of the region.

Key words: cases of investments application, targeted use of resources, stochastic forecasting model of decisions realization, investments in the public-private partnership.