

УДК 336.531.2

Б.О. ДЕМ'ЯНЧУК, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри
Військової академії (м. Одеса)

В.М. КОСАРЕВ, кандидат технічних наук, доцент, професор
Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ІНВЕСТУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Запропоновано модель станів і дії системи інвестування регіонального розвитку на основі апарату дискретних марківських процесів, що дозволяє визначати та порівнювати ймовірності перебування системи в кожному з її типових станів та планувати заходи цього розвитку більш обґрунтовано.

Ключові слова: регіональний розвиток, система інвестування, моделі марківських процесів, ймовірності станів системи, планування заходів розвитку.

Науково-технічне завдання обґрунтування шляхів забезпечення розвитку регіону є достатньо складним. Безліч факторів, що впливають на результати забезпечення розвитку, не тільки погано пов'язані, але і супроводжуються невизначеностями випадкового, природного й антагоністичного характеру. Це потребує узагальнення апарату для аналізу і обґрунтування рішень [1, 2, 3].

Доцільний вихід із цієї ситуації для науковців-економістів – це зменшення розмірності завдання обґрунтування шляхом порівняння і ранжування станів системи забезпечення розвитку, перш за все системи інвестування, за деяким загальним показником, наприклад, за ймовірностями перебування системи інвестування у кожному з декількох основних типових її станів. Визначення цих показників сприяє подальшому розвитку і застосуванню *теорії компромісів під час прийняття рішень*, що опублікована авторами в «Бюлетені Міжнародного Нобелівського економічного форуму» раніше [4].

Ранжування станів системи інвестування з метою визначення на науковій основі основних, тобто найбільш ймовірних, завдань, що є характерними в сучас-

них умовах, доцільно за допомогою моделі на основі апарату дискретних марківських процесів у вигляді графа станів і переходів у типові стани системи інвестування. Ці стани пов'язані між собою чисельною кількістю переходів. Системі інвестування в цій статті представлено моделлю на підставі нетипового графа станів і переходів цієї системи під час її функціонування.

Метою статті є побудова та дослідження цієї адекватної, на наш погляд, моделі для процесів інвестування без післядії, яка найбільш прийнятно відображає систему у випадку, коли будь-який поточний її стан не залежить від того, в якому стані система перебувала до цього моменту. Саме такою є реальна система інвестування. Варіант графа основних станів системи інвестування і багаторазових переходів системи в ці стани наведено на рис. 1. Основні її стани є такими:

S_n – «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування»;

S_z – «збільшення інтенсивності інвестицій»;

S_g – «знищення інвестицій»;

S_o – «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури».

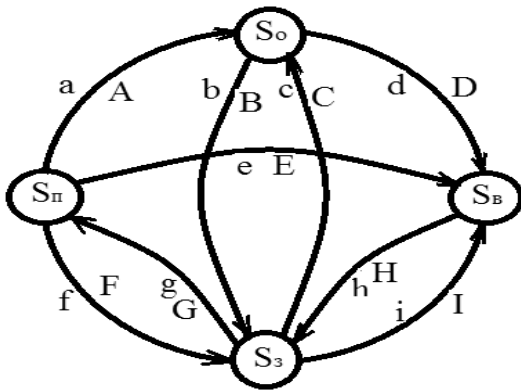


Рис. 1. Граф переходів системи інвестування розвитку регіону в стани:
 S_π – «підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування»;
 $S_з$ – «збільшення інтенсивності інвестицій»;
 $S_о$ – «знищення інвестицій»;
 $S_в$ – «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури»

Перелік варіантів інтенсивності переходів і відповідних ймовірностей виникнення цих переходів є таким:

– a, A – інтенсивність та ймовірність переходів системи інвестування від стану «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування» з метою їх застосування до стану «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури»;

– b, B – інтенсивність та ймовірність переходів від стану «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури» до стану «збільшення інтенсивності інвестицій»;

– c, C – інтенсивність та ймовірність переходів від стану «збільшення інтенсивності інвестицій» до стану «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури»;

– d, D – інтенсивність та ймовірність переходів від стану «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури» до стану «знищення інвестицій» (це неважко спостерігати через вплив суб'єктивних факторів);

– e, E – інтенсивність та ймовірність переходів від стану «підготовки правової бази і створення інфраструктури для ін-

вестування» до стану «знищення інвестицій» (наприклад, через політичну нестабільність у суспільстві);

– f, F – інтенсивність та ймовірність переходів від стану «підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування» до стану «збільшення інтенсивності інвестицій»;

– g, G – інтенсивність та ймовірність додаткових переходів від стану «збільшення інтенсивності інвестицій» до стану «підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування»;

– h, H – інтенсивність і ймовірність переходів від стану «знищення інвестицій» до стану «збільшення інтенсивності інвестицій»;

– i, I – інтенсивність та ймовірність переходів від стану «збільшення інтенсивності інвестицій» до стану «знищення інвестицій».

Важливо додатково підкреслити, що цей граф містить саме *циклічні* (не одно-разові) переходи і відображає реальні переходи системи в той чи інший стан. Так, перехід у стан «збільшення інтенсивності інвестицій» є можливим і після перебування системи у стані «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування», і після стану «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури», і після стану «знищення інвестицій». Стан «знищення інвестицій» є можливим і після перебування у стані «збільшення інвестицій», і після перебування у стані «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування», і після перебування у стані «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури».

Неважко також уявити собі ситуацію, коли необхідно зробити коригування правової бази і додаткового розвитку інфраструктури після підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування або після збільшення інтенсивності інвестицій, а також ситуацію, коли збільшення інтенсивності інвестицій показало необхідність коригування підготовки правової бази і додаткового створення інфраструктури для інвестування,

наприклад, з урахуванням незадовільних результатів збільшення інтенсивності інвестицій через недостатню ретельну їх попередню підготовку.

У процесі функціонування системи інвестування у часі вона перебуває у будь-якому стані з ймовірностями:

– $P_n(t)$ – ймовірність перебування системи у стані «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування»;

– $P_3(t)$ – ймовірність перебування системи у стані «збільшення інтенсивності інвестицій»;

– $P_6(t)$ – ймовірність перебування системи у стані «знищення інвестицій»;

– $P_o(t)$ – ймовірність перебування системи у стані «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури».

Сукупність диференціальних рівнянь, що описують процес функціонування та перебування системи в кожному з 4 станів, доцільно записати, згідно з правилом контурів для графа переходів системи інвестування, в оточенні кожного зі станів цієї системи (рис. 1) у вигляді:

$$\begin{aligned} \frac{dP_n(t)}{dt} &= gGP_3 - (fF + aA + eE)P_n; \\ \frac{dP_3(t)}{dt} &= fFP_n + bBP_o + HhP_6 - (gG + cC + iI)P_3; \\ \frac{dP_6(t)}{dt} &= dDP_o + eEP_n + iP_3 - hHP_6; \\ \frac{dP_o(t)}{dt} &= aAP_n + cCP_3 - (bB + dD)P_o. \end{aligned} \quad (1)$$

Розв'язання диференціальних рівнянь (1) приводить до такої системи алгебраїчних рівнянь:

$$P_n(t) = [gGP_3] \frac{\{1 - \exp[-(fF + aA + eE)t]\}}{fF + aA + eE}; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} P_3(t) &= [fFP_n + bBP_o + hHP_6] \times \\ &\times \frac{\{1 - \exp[-(gG + cC + iI)t]\}}{gG + cC + iI}; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} P_6(t) &= [dDP_o + eEP_n + iP_3] \times \\ &\times \frac{\{1 - \exp[-hHt]\}}{hH}; \end{aligned} \quad (4)$$

$$P_o(t) = [aAP_n + cCP_3] \frac{\{1 - \exp[-(bB + dD)t]\}}{bB + dD}. \quad (5)$$

Умовою нормування узагальненої ймовірності станів системи (вона характеризує повну групу явищ) для часу $t > 0$ є рівняння:

$$P_n(t) + P_3(t) + P_6(t) + P_o(t) = 1. \quad (6)$$

Після перетворень (2–5) з урахуванням (6) з метою розв'язання системи з п'яти алгебраїчних рівнянь (лише чотири з яких є незалежними), неважко визначити чотири ймовірності перебування системи інвестування у відповідних станах, а саме: «підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування»; «збільшення інтенсивності інвестицій»; «знищення інвестицій»; «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури».

Ймовірності мають наочну фізичну сутність і нескладний та зрозумілий вигляд:

$$P_n(t) = \frac{\zeta dD}{1 + \alpha + (\alpha\beta + \gamma) / (1 - \psi i I \eta h H) + \zeta dD}; \quad (7)$$

$$P_3(t) = \frac{1}{1 + \alpha + (\alpha\beta + \gamma) / (1 - \psi i I \eta h H) + \zeta dD}; \quad (8)$$

$$P_6(t) = \frac{(\alpha\beta + \gamma) / (1 - \psi i I \eta h H)}{1 + \alpha + (\alpha\beta + \gamma) / (1 - \psi i I \eta h H) + \zeta dD}; \quad (9)$$

$$P_o(t) = \frac{\alpha}{1 + \alpha + (\alpha\beta + \gamma) / (1 - \psi i I \eta h H) + \zeta dD}, \quad (10)$$

де позначено:

$$\alpha = \xi(aA\zeta gG + cC); \quad (11)$$

$$\xi = \frac{\{1 - \exp[-(bB + dD)t]\}}{bB + dD};$$

$$\beta = \psi(dD + iI\eta bB); \quad \psi = \frac{\{1 - \exp[-hHt]\}}{hH}; \quad (12)$$

$$\eta = \frac{\{1 - \exp[-(gG + cC + iI)t]\}}{gG + cC + iI},$$

$$\gamma = \psi\zeta gG(eE + \eta i I f F); \quad (13)$$

$$\zeta = \frac{\{1 - \exp[-(aA + eE + fF)t]\}}{aA + eE + fF}.$$

Із формул (7–13) для ймовірностей перебування системи інвестування в кожному з 4 основних типових станів системи, які є введеними під час створен-

ня моделі, що пропонується, видно таке (рис. 1).

Для збільшення ймовірності перебування системи у стані «збільшення інтенсивності інвестицій», необхідно виконувати потрібний такий перелік обов'язкових умов.

По-перше, доцільно суттєво збільшити час перебування системи в стані (S_3) «збільшення інтенсивності інвестицій», що можливо за умов: попереднього та ефективного здійснення підготовки правової бази і створення інфраструктури, збільшення інтенсивності та ймовірності (f, F) переходу, або/також збільшення інтенсивності та ймовірностей переходів системи за шляхом (a, A) і (b, B), який передбачає якісне коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури; крім того, необхідно зменшити інтенсивність та ймовірність зворотних переходів системи із стану S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій» в стани: (S_n) – «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування» або/також (S_o) – «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури», тобто необхідно зменшити інтенсивності та ймовірності (g, G) і (c, C) під час вимушених переходів системи.

По-друге, зрозуміло, що зменшення інтенсивності та ймовірності (g, G) зворотного переходу системи в стан (S_n) «підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування», а також збільшення інтенсивності і ймовірності (f, F) переходу системи в стан (S_3) «збільшення інтенсивності інвестицій» та її стійке перебування у цьому стані потребує прискореного і достатнього рівня підготовки правової бази і створення та підтримання інфраструктури у готовому стані для стійкого нарощування інвестування.

По-третє, необхідно суттєво та надійно зменшити інтенсивність і ймовірність (i, I) переходу системи із стану S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій» у стан (S_o) «знищення інвестицій», а також зменшити інтенсивність та ймовірність (e, E) переходу системи із стану (S_n) «підготов-

ки правової бази і створення інфраструктури для інвестування» у стан (S_o) «знищення інвестицій» ще до початку збільшення інтенсивності інвестицій; ця ситуація, як правило, свідчить про суттєву політичну нестабільність у суспільстві або про незадовільний професіональний рівень посадовців і, як наслідок, рівень підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування.

По-четверте, необхідно надійно уникнути переходу системи із стану (S_o) – «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури» у стан (S_o) – «знищення інвестицій» і збільшити інтенсивність та ймовірність (h, H) переходу системи із стану (S_o) – «знищення інвестицій» у стан (S_3) – «збільшення інтенсивності інвестицій», тому що все це сприяє досягненню мети дії системи.

Досягнення мети функціонування системи інвестування можливе за умов якісної попередньої розробки плану і здійснення заходів, перш за все, концентрації достатньої сукупності та доцільного змісту заходів і засобів для створення і реалізації дії правових та адміністративних механізмів впровадження правових норм, для оперативного виявлення, подолання і подальшого запобігання корупційним схемам під час розвитку інфраструктури регіону тощо.

Далі необхідно досліджувати залежності від часу кожної з ймовірностей, а саме: $P_n(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування» з метою їх застосування; $P_3(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «збільшення інтенсивності інвестицій»; $P_o(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «знищення інвестицій»; $P_o(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури».

Приклад № 1

Вихідні дані: нехай маємо рівноінтенсивні і рівноймовірні переходи системи інвестування з будь-якого стану в будь-який її стан, а саме (рис. 1):

$a = b = c = d = e = f = g = i = h = 1/2$ (2 роки);
 $A = B = C = D = E = F = G = I = H = 1/9$;
 $t = (3 \dots 9)$ років.

Визначити і побудувати графіки ймовірностей: $P_n(t)$; $P_3(t)$; $P_6(t)$; $P_9(t)$ для $t = (3 \dots 9)$ років. Результати розрахунків за формулами (7–13) див. на рис. 2.

стані «знищення інвестицій» – з ймовірністю 47%; у стані «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури» – з ймовірністю 17%.

Це показує, що дані, які отримано (нагадаємо, що система діє тут в умовах рівноінтенсивних і рівноймовірних її пе-

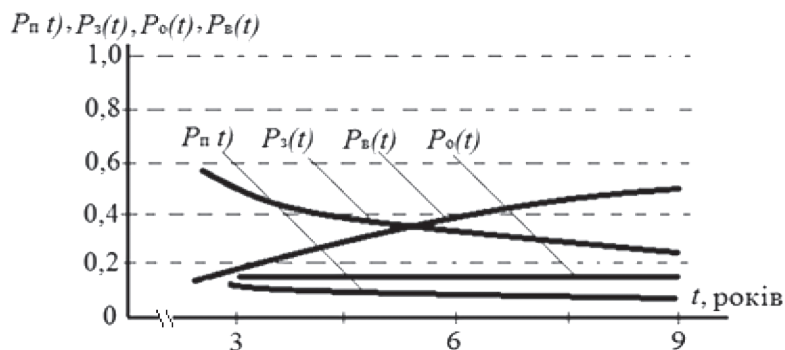


Рис. 2. Ймовірності перебування системи інвестування протягом її функціонування у станах: «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування», (P_n); «збільшення інтенсивності інвестицій», (P_3); «знищення інвестицій», (P_6); «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури», (P_9)

Одержані за результатами моделювання результати визначення і порівняння ймовірностей перебування системи інвестування в кожному з основних станів є типовими для забезпечення інвестування розвитку регіону.

Ці результати характеризують повну групу явищ, за певних умов сумірної інтенсивності і сумірних ймовірностей переходів цієї системи в різні стани. Вони показують таке.

По-перше, з початком інвестування система перебуває: у стані «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування» – з ймовірністю 13%; у стані «збільшення інтенсивності інвестицій» – з ймовірністю 60%; у стані «знищення інвестицій» – з ймовірністю 10%; у стані «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури» – з ймовірністю 17%.

По-друге, через три роки інвестування система перебуває: у стані «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування» – з ймовірністю 10%; у стані «збільшення інтенсивності інвестицій» – з ймовірністю 26%; у

реходів у різні стани) за допомогою моделі під час наявності невизначеностей випадкового і антагоністичного характеру, не суперечать відомим дослідним результатам розвитку реальних подій типового інвестування розвитку типових регіонів.

По-третє, найбільш слабким місцем системи інвестування є її можливість зменшення ймовірності перебування у стані «знищення інвестицій» в умовах відсутності необхідних заходів для покращання цих можливостей.

По-чверте, найбільшу увагу доцільно приділити дослідженню стану (S_3) «збільшення інтенсивності інвестицій» і стану (S_6) «знищення інвестицій». Це пояснюється тим, що зазначені стани системи інвестування є найголовнішими і за суттєвістю функцій системи, і за структурою безумовних зав'язків у цій системі.

Можливо впевнено заздалегідь стверджувати, що за умов наявності невизначеностей випадкового характеру та за умов рівноінтенсивних і рівноймовірних переходів системи із будь-якого стану в будь-який інший її стан, загальна ймовірність ($P_{36} = P_3 + P_6$) перебування цієї сис-

теми у стані (S_3) «збільшення інтенсивності інвестицій» або у стані (S_6) «знищення інвестицій», завжди є найбільшою в порівнянні з іншою загальною ймовірністю, що дорівнює сумі ймовірності перебування системи у стані «підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування» з метою їх застосування та ймовірності перебування системи у стані «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури», тобто в порівнянні з сумарною ймовірністю $P_{on} = P_o + P_n$.

У цьому неважко переконатися на конкретному прикладі.

Нехай (для умов, що подібні даним згідно з *прикладом № 1*) маємо рівноінтенсивні та рівноймовірні переходи системи інвестування з будь-якого стану в будь-який її стан, а саме (рис. 1): $a = b = c = d = e = f = g = i = h = 1/2$ року; $A = B = C = D = E = F = G = I = H = 1/9$; $t = (3 \dots 9)$ років.

Визначити загальні ймовірності, які необхідно кількісно зіставити, а саме: $P_{ze}(t) = P_z(t) + P_6(t)$; $P_{on} = P_o(t) + P_n(t)$.

Розв'язання.

Згідно з формулами (7–13) отримаємо:

$$\begin{aligned} P_n(t = 3 \dots 9) &= 0,13 \dots 0,09; \\ P_o(t = 3 \dots 13) &= 0,17 \dots 0,18; \\ P_n + P_o &= 0,30 \dots 0,27; \\ P_z(t = 3 \dots 9) &= 0,59 \dots 0,26; \\ P_6(t = 3 \dots 13) &= 0,11 \dots 0,47; \\ P_z + P_6 &= 0,70 \dots 0,73. \end{aligned}$$

Графіки загальних ймовірностей у вигляді функцій часу протягом процесу функціонування системи інвестування, що одержані згідно з вихідними даними прикладу, підкреслюють справедливості твердження, що зроблено раніше. Графіки наведено на рис. 3.

Таким чином, у системі інвестування існує закономірність, а саме: за умов рівноінтенсивних і рівноймовірних переходів системи із стану в стан, вона перебуває у стані «збільшення інтенсивності інвестицій» або «знищення інвестицій» частіше (приблизно у 2,5...3,0 рази), ніж у стані «підготовки правової бази і створення інфраструктури для інвестування» або у стані «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури».

Зрозуміло, що цей результат не є новим відкриттям. Він лише підтверджує особливості структури і сутність функціонування складної системи інвестування розвитку регіону, але це необхідно ретельно враховувати у практиці.

Ця ситуація спричиняє необхідність продовжити дослідження системи з метою виявлення заходів для збільшення можливостей щодо збільшення інтенсивності інвестицій після їх знищення, наприклад, через неконструктивний вплив суб'єктів суспільства.

Згідно з графом станів і переходів системи (рис. 1 і 2), прийняття заходів і засобів однозначно повинно: по-перше, зменшити інтенсивність та ймовірність I

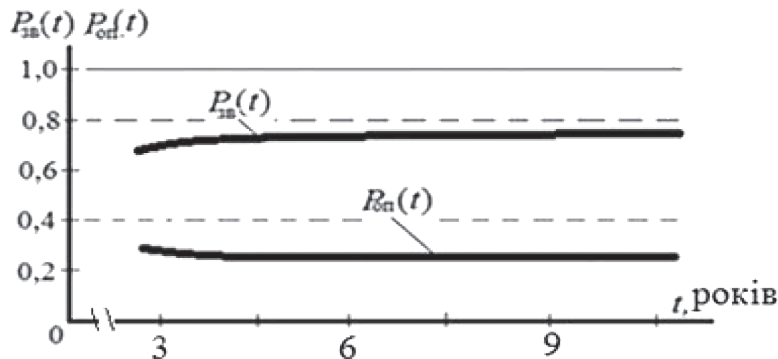


Рис. 3. Загальні ймовірності перебування системи інвестування протягом часу у станах: їх збільшення або знищення, $P_{ze}(t)$; підготовки або коригування правової бази та інфраструктури для інвестування, $P_{on}(t)$

переходу системи із стану S_6 – «знищення інвестицій» у стан S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій»; по-друге, ці заходи та засоби сприятимуть збільшенню інтенсивності h та ймовірності H переходу системи із стану S_6 – «знищення інвестицій» після їх пошкодження у стан S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій».

Визначимо далі результат функціонування системи для умов, які відрізняються (від умов попереднього прикладу): а) зменшенням, наприклад удвічі, інтенсивності та ймовірності I переходу системи із стану S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій»; у стан S_6 – «знищення інвестицій» після їх пошкодження; б) збільшенням також удвічі інтенсивності h та ймовірності H переходу системи із стану S_6 – «знищення інвестицій» після їх пошкодження у стан S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій».

Одержані за цих умов результати досліджуємо аналітично і за допомогою графіків з метою порівняння їх з такими, що наведені на рис. 2.

Усе це дослідимо за допомогою умов конкретного прикладу.

Приклад № 2

Вихідні дані: маємо відповідні задуму переходи системи інвестування із будь-якого стану в будь-який її стан, а саме (рис. 1): $a = b = c = d = e = f = g = 1/2$ (роки); $i = 1/4$ (роки); $h = 1$ (рік);

$A = B = C = D = E = F = G = 1/9$; $I = 1/18$; $H = 2/9$.

Визначити і побудувати графіки ймовірностей: $P_n(t)$; $P_3(t)$; $P_6(t)$; $P_o(t)$ для $t = (3 \dots 9)$ років.

Розв'язання.

Відповідно до формул (7–13) для умов прикладу № 2 отримаємо:

$$P_n(t = 3 \dots 9) = 0,13 \dots 0,14;$$

$$P_3(t = 3 \dots 9) = 0,62 \dots 0,44;$$

$$P_6(t = 3 \dots 9) = 0,07 \dots 0,13;$$

$$P_o(t = 3 \dots 9) = 0,18 \dots 0,29.$$

Результати розрахунків за формулами (7–13) наведено на рис. 4.

Одержані за допомогою моделювання результати визначення і порівняння ймовірностей перебування системи інвестування в кожному із основних станів, що є типовими для забезпечення функціонування системи, за умов сумірної (в основному) інтенсивності і сумірних (в основному) ймовірностей переходів цієї системи в різні стани, за виключенням: по-перше, зменшення удвічі інтенсивності та ймовірності I переходу системи із стану S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій» у стан S_6 – «знищення інвестицій» після їх пошкодження; по-друге, заходів та засобів, що сприяють збільшенню також удвічі інтенсивності h та ймовірності H переходу системи із стану S_6 – «знищення інвестицій» після їх пошкодження у стан S_3 – «збільшення інтенсивності інвестицій», – це відпо-

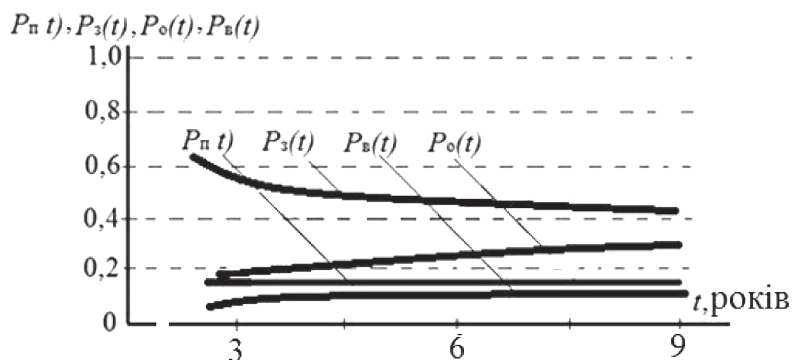


Рис. 4. Ймовірності перебування системи інвестування у станах: «підготовка правової бази і створення інфраструктури для інвестування», (P_n); «збільшення інтенсивності інвестицій», (P_3); «знищення інвестицій», (P_6); «коригування правової бази і додатковий розвиток інфраструктури», (P_o)

відає збільшенню стійкості та результатів функціонування системи інвестування. Що впливає із результатів порівняння рис. 2 і 4.

Розробка і використання моделі на основі дискретних марківських процесів у цілому показали таке.

По-перше, модель дозволяє узагальнити основні підсумки дослідження системи інвестування на основі інформативних параметрів її функціонування.

По-друге, моделювання показує також, що за умов здійснення сукупності заходів, що спрямовані на досягнення мети збільшення інтенсивності інвестування, результати функціонування системи *суттєво покращуються*.

Здійснення цих заходів порівняно із заходами згідно з прикладом № 1 показує, що ймовірність перебування системи у стані «знищення інвестицій» зменшується майже у три рази, а ймовірність перебування системи у стані «збільшення інтенсивності інвестицій» (за станом на три роки) збільшується майже вдвічі.

Висновки

1. Модель дозволяє (навіть в умовах невизначеностей випадкового і антагоністичного характеру) отримувати кількісні оцінки можливостей системи здійснюва-

ти науково обгрунтовані вирішення завдань інвестування.

2. За умов створення програмного продукту, діалогово-інформаційної моделі за допомогою персонального комп'ютера з'являється можливість вирішувати завдання забезпечення розвитку системи в реальному часі.

Список використаних джерел

1. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М.: Знание, 1978. – 290 с.

2. Марси Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений / Д. Марси // Реф. сб. «Экономика промышленности». – 1980. – № 1. – С. 22–27.

3. Райфа Г. Анализ решений / Г. Райфа. – М.: Изд. Московского университета, 1977. – 186 с.

4. Демьянчук Б.О. Теория компромисса: модель полезности и риска, эвристические решения, прогнозирование последствий / Б.О. Демьянчук, В.М. Косарев // Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму. – 2013. – № 1 (6). – С. 105–114.

Предложена модель состояний и действия системы инвестирования регионального развития на основе аппарата дискретных марковских процессов, что позволяет определять и сравнивать вероятности пребывания системы в каждом из ее типовых состояний и планировать мероприятия этого развития более обоснованно.

Ключевые слова: *региональное развитие, система инвестирования, модели марковских процессов, вероятности состояний системы, планирование мероприятий развития.*

The authors propose the model of the condition and operation system of investment in regional development based on the discrete Markov processes. It allows to define and compare the probabilities of the system to be in one of its' typical conditions and to plan steps of this development more efficiently.

Key words: *regional development, investment system, models of Markov processes, probabilities of the system conditions, to plan steps of the development.*

Одержано 24.01.2014.