

ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ПОДІЄВИХ СЦЕНАРІЇВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

**Чернов В. Г.
Дорохов О. В.**

Розглянуто завдання побудови так званих сценаріїв, тобто гіпотетичних послідовностей майбутніх дій, пов'язаних із тим чи іншим розвитком подій залежно від кількох слабо визначених, складно передбачуваних або нечітких факторів і обставин. Такі набори сценаріїв дають змогу виявляти причинно-наслідкові зв'язки та ключові параметри в різноманітних ситуаціях прийняття рішень. Відповідні математично обґрунтовані моделі можуть бути успішно застосовані в практичній діяльності. Тому вони набувають великого значення для осіб, що приймають різноманітні виробничі, управлінські та комерційні рішення в умовах невизначеності, притаманних сучасному конкурентному ринковому середовищу. У сценаріях враховано як основні

характеристики зовнішнього середовища, так і специфічні для розв'язуваного завдання аспекти. Також здійснено опис можливих майбутніх ситуацій і умов виникнення цих ситуацій. Для цього запропоновано застосування методів нечіткого моделювання. Надано концептуальну математичну постановку задачі та шляхи її розв'язання. У якості прикладу розглянуто актуальну задачу моделювання визначення термінів продовження виробництва та часу заміни промислового устаткування. Наведено відповідну графічну інтерпретацію та шляхи й напрями аналізу отриманих результатів.

Ключові слова: моделювання прийняття рішень, подієві сценарії, нечітке моделювання в економіці.

.....

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СОБЫТИЙНЫХ СЦЕНАРИЕВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Чернов В. Г.
Дорохов А. В.**

Рассмотрена задача построения так называемых сценариев, то есть гипотетических последовательностей будущих действий, связанных с тем или иным развитием событий в зависимости от нескольких слабо определенных, сложно предсказуемых, нечетких факторов и обстоятельств. Такие наборы сценариев позволяют выявлять причинно-следственные связи и ключевые параметры в разных ситуациях принятия решений. Соответствующие математически обоснованные модели могут быть успешно применены в практической деятельности. Они приобретают большое значение для лиц, принимающих различные производственные, управленческие, коммерческие решения в условиях неопределенности, присущих современной конкурентной рыночной среде. В сценариях учтены как основные характеристики внешней среды, так и специфические для решаемой задачи аспекты. Также осуществлено описание возможных будущих ситуаций и условий их возникновения. Для этого предложено применение нечеткого моделирования. Изложена концептуальная математическая постановка задачи и пути ее решения. Как пример рассмотрена задача определения времени продолжения производства и времени замены промышленного оборудования. Представлены соответствующая графическая интерпретация и пути анализа полученных результатов.

Ключевые слова: моделирование принятия решений, событийные сценарии, нечеткое моделирование в экономике.

AN APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF EVENTS SCENARIOS BASED ON FUZZY MODELING

V. Chernov
O. Dorokhov

The problem of constructing so-called scenarios has been considered, these scenarios being hypothetical sequences of future actions associated with a particular course of events, depending on a number of poorly defined, difficult to predict indistinct factors and circumstances. These sets of scenarios make it possible to identify causal relationships and key parameters in various decision-making situations. Relevant mathematically proved models can be successfully applied in practice. They therefore become important for those who take a variety of industrial, administrative and commercial decisions under uncertainty inherent in today's competitive market environment. Both the main characteristics of the environment, and specific aspects of the problem being solved are considered in the scenarios. A description of the possible future situations and causes of these situations has also been provided. The method of fuzzy modeling has been proposed for this purpose. A conceptual mathematical formulation of the problem and ways to solve it have been offered. As an example, a simulation of the actual task of determining the continued production period and the time of replacement of industrial equipment has been described. A relevant graphic interpretation and ways and directions of analysis of the findings have been presented.

Keywords: decision-making modeling, events scenarios, fuzzy modeling in economics.

Прийняття обґрунтованих управлінських та комерційних рішень в умовах конкурентного ринкового навколишнього середовища є надзвичайно актуальним науковим та практичним завданням [1; 2]. З урахуванням різного роду невизначеностей, особливо стосовно майбутнього розв'язку ситуації, вирішення цього завдання вимагає використання відповідних математично обґрунтованих підходів, методів та моделей [3]. Одним із таких шляхів є застосування сценарного підходу [4]. Тому мета статті – описати можливі підходи до використання нечітко-множинного підходу до вирішення завдань прийняття рішень, зокрема побудови сценарних моделей для економічних задач.

До техніки розробки сценаріїв відносять методи, за допомогою яких можна скласти так звані сценарії (ситуації майбутнього), що відображають гіпотетичну послідовність подій, що показують причинно-наслідкові зв'язки між ними і ключові параметри, що мають велике значення для прийняття рішень [5; 6]. У сценаріях враховуються в основному характеристики зовнішнього середовища, а також специфічні для розв'язуваної задачі аспекти. У сценарії йдеться як про опис можливих майбутніх ситуацій, так і про хід розвитку умов виникнення цих ситуацій [7].

Зазвичай розглядаються трендові (найбільш можливі) сценарії, а також альтернативні та екстремальні [8 – 10]. Планування сценаріїв, вочевидь, буде відбуватися в умовах невизначеності [11]. Один із варіантів вирішення цього завдання ґрунтується на використанні розподілу можливості розвитку деяких процесів, що є функцією параметра (наприклад, часу).

Як приклад можна розглянути задачу про закупівлю обладнання для виробництва нової продукції, при цьому слід

враховувати, що постачальник цього обладнання, можливо, перейде на випуск нової моделі; відповідно фірми, що виробляють запасні частини, відреагують скороченням і подальшим припиненням виробництва запасних частин. Аналогічно можна сформулювати задачу про перехід на нову техніку.

Як параметр можна вибирати час, а як критерій – доступність запасних частин (K_1) і доцільність заміни обладнання, тобто забезпечення ефективної працездатності обладнання (K_2).

На осі часу позначено наступні характерні точки (рис. 1):

t_0 – початок виробництва i -ї моделі обладнання;

t_1 – поява нової $(i+1)$ -ї моделі;

t_2 – момент завершення виробництва i -ї моделі;

t_3 – значне скорочення виробництва запасних частин для i -ї моделі;

t_4 – припинення випуску запасних частин для i -ї моделі.

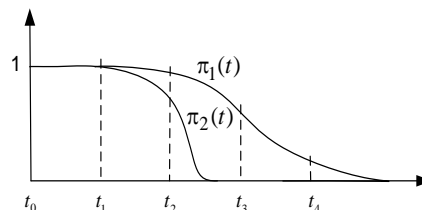


Рис. 1. Розподіл можливостей факторів

Криві $\pi_1(t)$ і $\pi_2(t)$ (рис. 1) позначають розподіл можливостей розвитку деяких факторів впливу, на основі яких особа, що приймає рішення (ОПР), має ухвалити рішення про початок (завершення) будь-яких операцій.

По суті, дана задача розбивається на дві: перша –

це побудова розподілу можливостей, друга – знаходження інтегрального розв'язку.

Перша розв'язується на основі теорії можливостей [12; 13], яка ґрунтується на припущенні, що експерт може вказати інтервал $[q_e, q_h]$ значень критерію q , який відповідає висловленому побажанням, наприклад, вибрати "добрий" об'єкт. При цьому q_h визначає межу, за якої об'єкт α з характеристикою $q_\alpha \geq q_h$ ідеально відповідає визначенню "добрий", відповідно в цьому випадку можливість того, що об'єкт добрий, $\pi = 1, 0$.

Якщо $q_\alpha \leq q_e$, то можливість того, що об'єкт може визначитися як "добрий", $\pi = 0$. Відповідно область, де $0 < \pi < 1$, є нечіткою областю визнання об'єкта "добрий". Якщо $q_h > q_e$, то відповідний критерій має характер "виграш" (дохід), якщо $q_h < q_e$ – то "штраф" (втрати).

Необхідно зауважити, що значення q_e і q_h , у свою чергу, – це функції параметра z . Відповідно необхідно визначити залежності $q_h = q_h(z)$ і $q_e = q_e(z)$. Як правило, такі залежності будуються на основі експертних оцінок, хоча можливі й інші підходи, наприклад використання даних за фактичними подіями або аналогічними об'єктами.

У будь-якому випадку потрібно намагатися охопити весь діапазон реальних значень параметра z . Результат цього процесу – отримання залежностей $q_h = q_h(z)$ і $q_e = q_e(z)$, які називають рівневими обмеженнями (рис. 2).

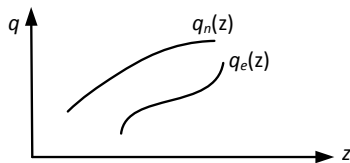


Рис. 2. Приклад можливого вигляду функцій критеріїв (рівневих обмежень)

За відомих рівневих обмежень шляхом роботи з експертом може бути побудовано розподіл можливостей відповідності об'єкта встановленому критерію у вигляді функціональної залежності $\pi(q)$.

Лінійна залежність відображає логіку експерта, за якої рівномірне прагнення $q_\alpha \rightarrow q_h$ веде до рівномірного наближення об'єкта до ідеальної відповідності критерію.

Залежність виду 1 (рис. 3) відображає думку експерта про те, що істотним для оцінювання об'єкта буде відхід від нижньої межі, і навпаки, в разі кривої 2 експерт вважає, що суттєвим є перевищення деякого порога q^* .

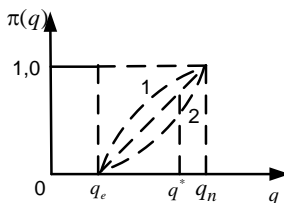


Рис. 3. Графічне подання думок експертів

Для отримання повного уявлення про альтернативу α необхідно тим чи іншим шляхом одержати залежність $q_\alpha = q_\alpha(z)$, наприклад, вона може мати вигляд, наведений на рис. 4. Далі шляхом простих графічних побудов можна отримати залежність $\pi(z)$.

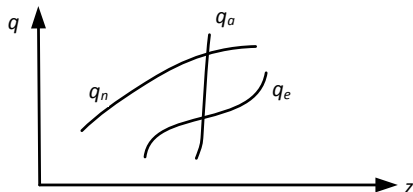


Рис. 4. Рівневі відображення для різних альтернатив

На рис. 5 наведено процедуру знаходження $\pi_h(z)$ і $\pi_e(z)$ лише для лінійної залежності $\pi(q)$. Очевидно, що для інших варіантів усі побудови проводяться абсолютно аналогічно.

Слід зазначити, що види рівневих обмежень можуть бути досить різноманітними, що, природно, позначиться на характері розподілу можливостей. Найтиповішими вважаються унімодальний і амодальний розподіли можливостей. Якщо для всіх значень параметра нерівність $q_\alpha \geq q_h$ не виконується, то розподіл можливостей буде субнормальним (рис. 6).

Необхідно скористатися схемою прийняття рішень, розглянутою в роботі [14]. Модель поведінки ОПР можна подати в трьох варіантах: "надоптимістичному", "об'єктивному", "песимістичному".

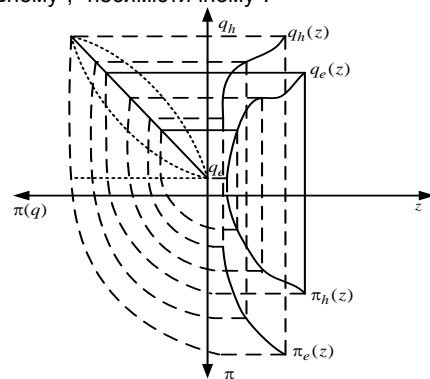


Рис. 5. Процедура знаходження залежності функції можливості від параметра z для лінійної форми вподобання експерта

Далі слід перейти до вирішення другої частини завдання. Нехай задані розподіли можливостей $\pi^1(z)$ і $\pi^2(z)$, де z – деякий параметр (наприклад, час на рис. 6). Необхідно побудувати інтегральний розподіл $\pi'(z)$. У тому формулюванні, що було запропоновано для рис. 1, розподіл $\pi'(z)$ буде становити оцінку можливості i -го зразка виробничого обладнання.

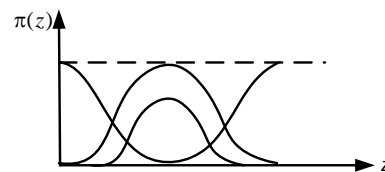


Рис. 6. Можливий вигляд (варіанти) розподілу

У першому варіанті ОПР вважає: нехай i -й зразок устаткування швидко втрачає свою ефективність, однак досить довго не буде проблем із запасними частинами і техніка працюватиме. Тому можна припускати, що інтегральний критерій буде знаходитися на рівні K_1 або навіть вище. Якщо прийняти, що розподіл можливостей є аналогічним функції належності, то для визначення $\pi'(z)$ можна скористатися однією з формул об'єднання:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}, \quad (1)$$

$$\mu_{A \cup B}(x) \geq \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}, \quad (2)$$

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max \{ \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \mu_B(x) \}. \quad (3)$$

Відповідно:

$$\pi'(z) = \max \{ \pi^1(z), \pi^2(z) \}, \quad (4)$$

$$\pi'(z) \geq \max \{ \pi^1(z), \pi^2(z) \}, \quad (5)$$

$$\pi'(z) = \{ \pi^1(z) + \pi^2(z) - \pi^1(z) \pi^2(z) \}. \quad (6)$$

Застосування співвідношення (4) дозволяє ОПР залишатися в межах вхідних розподілів можливостей. Використання (6) недоцільне через високу міру

невизначеності. Рівність (3) вводить так звані додаткові можливості. Суттєво те, що рівень додаткової можливості мінімальний за максимальних і мінімальних значень $\pi^1(z)$ і $\pi^2(z)$. У першому випадку додавати нічого не потрібно, оскільки і так значення максимальні (немає проблем), аналогічно у другому випадку в будь-якому разі додаткові можливості не змінюють кінцевого поганого результату (все втрачено). Визначимо умови отримання максимального значення додаткової можливості.

Як уже було обґрунтовано, за визначенням $\pi(z) \leq 1$. Припустимо, що для всіх z виконується нерівність $\pi^1(z) > \pi^2(z)$. Однак ця умова не знижує загальності розгляду. Значення додаткової можливості можна визначити згідно з [15] як: $\Delta\pi(z) = \pi(z) - \pi^1(z) = \pi^2(z) - \pi^1(z)\pi^2(z) - \pi^1(z) = \pi^2(z) - \pi^1(z)\pi^2(z)$.

Максимум $\Delta\pi(z)$ буде в точці, де $\frac{d\Delta\pi(z)}{dz} = 0$, що відповідає рівності:

$$\frac{d\pi^2(z)}{dz}(1 - \pi^1(z)) = \pi^2(z) \frac{d\pi^1(z)}{dz} \quad \text{або} \quad \frac{1 - \pi^1(z)}{\pi^2(z)} = \frac{d\pi^1(z)}{d\pi^2(z)}, \quad (7)$$

тобто максимум додаткової можливості буде в точці z^* , де швидкості зміни розподілів можливостей задовольнятимуть співвідношення (7).

В окремому випадку це буде точка, де $\pi^1(z) = \pi^2(z) = 0,5$. Однак навряд чи слід розраховувати на значну частоту виникнення подібних ситуацій. Слід зазначити, що застосування співвідношень (4) або (6), що забезпечують вибір по "максимуму", можна рекомендувати для розв'язання задач, коли є ділянки з характеристиками, що різко виділяються в просторі критеріїв (для врахування та пошуку факторів, здатних різко змінити ситуацію).

Жорсткий песимістичний підхід заснований на застосуванні формул перетину наступного вигляду:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \quad (8)$$

$$\mu_{A \cap B}(x) \leq \min\{\mu_A(x), \mu_{-B}(x)\}, \quad (9)$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x)\mu_B(x), \quad (10)$$

або

$$\pi(z) = \min\{\pi^1(z), \pi^2(z)\}, \quad (11)$$

$$\pi(z) \leq \min\{\pi^1(z), \pi^2(z)\}, \quad (12)$$

$$\pi(z) = \pi^1(z)\pi^2(z). \quad (13)$$

Формула (11) відображає думку ОПР про те, що ситуація не може бути гіршою від найгіршого варіанта, що визначається критеріями K_1 і K_2 . Співвідношення (12) дозволяє ОПР заявити про те, що є й гірші варіанти, тобто висловити позицію перестраховання.

Рівність (13) дозволяє врахувати вплив обох факторів. Недолік проявляється в тому, що якщо $\pi^1(z)$ та $\pi^2(z) < 1$, то значення $\pi(z) < \pi^1(z)$ і $\pi(z) < \pi^2(z)$.

Слід зазначити, що робота тільки за однією з розглянутих схем навряд чи доцільна. Більш раціональною схемою поведінки є перемикання з одного зі співвідношень (4) – (6) і (11) – (13) на інше залежно від ситуації, що складається, або залежно від бажання ОПР проаналізувати різні моделі поведінки.

Крім розглянутих моделей поведінки, можлива й проміжна, заснована на використанні так званої λ -суми. Відповідно до цієї моделі:

$$\pi(z) = \lambda \pi^1(z) + (1 - \lambda) \pi^2(z) \quad 0 < \lambda \leq 1.$$

У цьому разі задача полягає у визначенні λ . Одним із варіантів можна вважати діалог з ОПР, у результаті якого встановлюється значення λ , яке надалі планується розглядати як постійне. Якщо надалі думка ОПР змінилася, то аналіз починається спочатку.

Інший підхід заснований на механізмі заохочення

можливостей. Його ідею можна пояснити простими графічними побудовами, які нескладно реалізувати й аналітично. Якщо на осях координат відкласти значення $\pi^1(z)$ і $\pi^2(z)$, то можна побачити, що лінія, яка з'єднує початок координат з точкою $(1, 1)$, є лінією рівних значень можливостей або просто лінією рівних можливостей. Будь-яка інша лінія в цій системі координат позначає перевагу однієї з можливостей.

У роботі [14] пропонується наступний варіант заохочення можливостей і відповідно обчислення коефіцієнта λ . У якості характеристичної точки можна вибрати точку, де вперше $\min(\pi^1(z), \pi^2(z)) = 0$. На рис. 7 ця точка позначена як π_1^* . У якості можливих шляхів заохочення можливостей розглядаються лінії, що з'єднують цю точку з точкою $(1, 1)$. Для характеристичної точки значення λ визначається як відношення відрізка ω_1 на лінії рівних можливостей до загальної довжини цієї лінії ω : $\lambda = \omega_1/\omega$. Подальші розрахунки проводяться залежно від того, якої позиції дотримується ОПР за конкретних значень параметра λ .

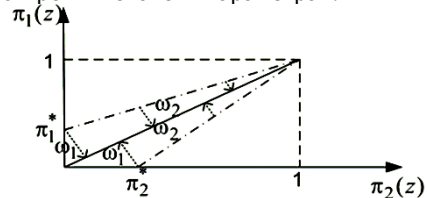


Рис. 7. Розрахунок додаткових можливостей

Викладена методика може застосовуватися не тільки для амодальних функцій, але й для більш складних, оскільки унімодальні і S-подібні функції утворюються з амодальних шляхом суперпозиції.

Слід також зазначити, що цей алгоритм можна застосувати і до функції можливості, наведеної на рис. 8, оскільки її можна розглядати як доповнення функції, позначеної пунктиром: $\bar{\pi}(z) = 1 - \pi(z)$. Звичайно, що кінцевий результат можна отримати з цих же міркувань.

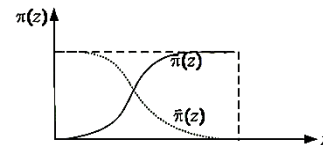


Рис. 8. S-подібні функції можливі

Розглянемо наступну практичну ситуацію. Припустимо, що певне виробництво випускає деякий виріб. Час припинення його випуску може бути визначено, наприклад, за двома чинниками: вичерпуються економічно обґрунтовані можливості його модифікації і падає попит.

Припустимо, що експертним шляхом [16] побудовані розподіли можливостей: $\pi^1(z)$ визначає можливість модифікації; $\pi^2(z)$ визначає можливість, що виріб буде користуватися попитом (рис. 9). Приймати рішення про припинення випуску виробу, виходячи тільки з міркувань щодо розподілу можливості попиту, недоцільно, оскільки модифікація виробу може загальмувати падіння попиту і, відповідно, випуск виробу можна зберегти ще на деякий час. На рис. 9 подано приклад розрахунку згідно з викладеною методикою.

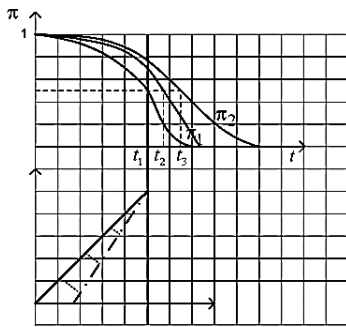


Рис. 9. Побудова функцій можливостей для різних варіантів рішень

Можна говорити про те, що чекати повного падіння попиту на виріб, щоб припинити його випуск, немає сенсу. Очевидно, треба встановити деяке значення π_{min} у якості порога прийняття рішення. На даному рисунку $\pi_{min} = 0,5$. Відповідно отримуємо три точки (моменти часу) t_1 , t_2 , t_3 .

Припинення випуску виробу в точці t_1 може бути дещо передчасним – зберігається попит, підтримуваний модифікацією виробу; а точка t_3 – це точка невиправданих надій. Витрачено кошти на модифікацію, можливо, втрачено час на перехід на іншу продукцію, а можливість попиту помітно впала. І нарешті, точка t_2 . Модифікація виробу дозволяє підтримати деякий, поки ще прийнятний, рівень попиту, можливість модифікації економічно ще не вичерпана, і нарешті, є запас часу: $\Delta t = t_2 - t_1$, за який можна встигнути підготуватися до переходу на нову продукцію.

Запропонований підхід дозволяє досить обґрунтовано підійти до здійснення відомого положення стратегічного контролінгу, за яким реалізація стратегічного плану передбачає не тільки розвиток нових сфер діяльності, а й обережну ліквідацію неперспективних виробництв.

Наразі слід відзначити, що цей аналіз можна вести в динамічному режимі, оперативно в режимі реального часу, коректуючи розподіли можливостей залежно від міри зміни ситуації.

Як напрям подальших досліджень передбачається використання запропонованого підходу для розгляду та вирішення завдань прийняття рішень у кількох різних за економічними походженням ситуаціях необхідності передбачування майбутнього розвитку подій для відпрацювання практичних особливостей та детальної методології його застосування.

Література: 1. Современные подходы к моделированию сложных социально-экономических систем / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Х. : ИД "ИНЖЭК", 2011. – 280 с. 2. Клебанова Т. С. Математические модели трансформационной экономики / Т. С. Клебанова, Е. В. Раевнева. – Х. : ИД "ИНЖЭК", 2004. – 280 с. 3. Попов С. А. Актуальный стратегический менеджмент / С. А. Попов. – М. : Юрайт, 2010. – 122 с. 4. Жерарден Л. Исследование альтернативных картин будущего. Метод составления сценариев / Л. Жерарден. – М. : Прогресс, 1977. – 365 с. 5. Ахременко А. С. Политическое прогнозирование: сценарный метод / А. С. Ахременко. – М. : Изд-во МГУ, 2004. – 130 с. 6. Мищенко Е. Я. Принятие решений в кризисных бизнес-ситуациях. Сценарное моделирование / Е. Я. Мищенко. – М. : Речь, 2008. – 201 с. 7. Морозов А. А. Построение сценариев развития событий – основа функционирования информационно-аналитических систем типа "ситуационные центры" / А. А. Морозов, Г. Е. Кузьменко // Системы поддержки принятия решений. Теория и практика. – 2005. – № 3. – С. 42–44. 8. Сценарное моделирование в управлении региональным развитием / Т. С. Клебанова, Л. С. Гурьянова, Т. Н. Трунова та ін. // Бизнес Информ. – 2012. – № 10. – С. 66–69. 9. Pynnönen M. Resource Criticality Assessment In Future ICT Scenarios / M. Pynnönen, J. Hallikas // International Journal of Innovation and Technology Management. –

2012. – No. 9 (03). – P. 200–211. 10. Moniz A. B. Assessing scenarios on the future of work / A. B. Moniz // Enterprise and Work Innovation Studies. – 2008. – № 4 (03). – P. 91–106. 11. Петров Э. Г. Метод решения задачи распределения инвестиций в условиях многокритериальности с учетом интервальных неопределенностей исходных данных / Э. Г. Петров, Н. А. Брынза // Экономика развития. – 2014. – № 1 (69). – С. 128–134. 12. Дюбуа Д. Теория возможностей. Приложение к управлению знаниями в информатике / Д. Дюбуа, А. Прад. – М. : Радио и связь, 1990. – 286 с. 13. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М. : Наука, 1978. – 330 с. 14. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с. 15. Чернов В. Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств / В. Г. Чернов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 312 с. 16. Дорохов О. В. Подходы до моделирования з використанням експертних оцінок у нечіткій формі / О. В. Дорохов, В. Г. Чернов, Л. П. Дорохова // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 11 (125). – С. 262–268.

References: 1. *Sovremennye podkhody k modelirovaniyu slozhnykh sotsialno-ekonomicheskikh system* [Current Approaches to the Modeling of Complex Socio-economic Systems] / pod red. V. S. Ponomarenko, T. S. Klebanovoy, N. A. Kizima. – Kh. : ID "INZHEK", 2011. – 280 p. 2. Klebanova T. S. *Matematicheskie modeli transformatsionnoy ekonomiki* [Mathematical Models of Transformational Economy] / T. S. Klebanova, E. V. Rayevnyeva. – Kh. : ID "INZHEK", 2004 – 280 p. 3. Popov S. A. *Aktualnyy strategicheskyy menedzhment* [Actual Strategic Management] / S. A. Popov. – M. : Yurayt, 2010. – 122 p. 4. Zherarden L. *Issledovanie alternativnykh kartin budushchego. Metod sostavleniya stszenariyev* [Investigation of alternative pictures of the future. The method of scripting] / L. Zherarden. – M. : Progress, 1977. – 365 p. 5. Akhremenko A. S. *Politicheskoe prognozirovaniye: stszenarnyy metod* [Political forecasting: the scenario method] / A. S. Akhremenko. – M. : Izd-vo MGU, 2004. – 130 p. 6. Mishchenko E. Y. *Prinyatiye resheniy v krizisnykh biznes-situatsiyakh. Stsenarnoye modelirovaniye* [Decision making in crisis business situations. Scenario modeling] / E. Y. Mishchenko. – M. : Rech, 2008. – 201 p. 7. Morozov A. A. *Postroyeniye stszenariyev razvitiya sobyitiy – osnova funktsionirovaniya informatsionno-analiticheskikh sistem tipa "situatsionnye tsentry"* [Building scenarios as a basis of the functioning of information systems such as situational analysis centers] / A. A. Morozov, G. E. Kuzmenko // Sistemy prinyatiya resheniy. Teoriya i praktika. – 2005. – No. 3. – P. 42–44. 8. *Stsenarnoye modelirovaniye v upravlenii regionalnym razvitiem* [Scenario modeling in the management of regional development] / T. S. Klebanova, L. S. Guryanova, T. N. Trunova et al. // Biznes Inform. – 2012. – No. 10. – P. 66–69. 9. Pynnönen M. Resource Criticality Assessment In Future ICT Scenarios / M. Pynnönen, J. Hallikas // International Journal of Innovation and Technology Management. – 2012. – No. 9 (03). – P. 200–211. 10. Moniz A. B. Assessing scenarios on the future of work / A. B. Moniz // Enterprise and Work Innovation Studies. – 2008. – No. 4 (03). – P. 91–106. 11. Petrov E. G. *Metod resheniya zadachi raspredeleniya investitsiy v usloviyakh mnogokriterialnosti s uchetom intervalnykh neopredelennostey iskhodnykh dannykh* [Method for solving the task of distribution of investments in interval multicriteriality uncertainties of input data] / E. G. Petrov, N. A. Brynza // Ekonomika rozvytku. – 2014. – No. 1 (69). – P. 128–134. 12. Diubua D. *Teoriya vozmozhnostey. Prilozhenie k upravleniu v informatike* [Theory of opportunities. Application to knowledge management in computer science] / D. Diubua, A. Prad. – M. : Radio i svyaz, 1990. – 286 p. 13. Fishbern P. *Teoriya poleznosti dlya prinyatiya resheniy* [Utility theory for decision making] / A. P. Fishbern. – M. : Nauka, 1978. – 330 p. 14. Borisov A. N. *Prinyatiye resheniy na osnove nechetkikh modeley: primery ispolzovaniya* [Decision-making based on fuzzy models: examples of using] / A. N. Borisov, O. A. Krumberg, I. P. Fedorov. – Riga : Zinatne, 1990. – 184 p. 15. Chernov V. G. *Modeli podderzhki prinyatiya resheniy v investitsionnoy deyatel'nosti na osnove apparata nechetkikh mnozhestv* [Models of Decision Making Support of Investment Activities Based on Fuzzy Sets] / V. G. Chernov. – M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2007. – 312 p. 16. Dorokhov O. V. *Pidkhody do modeliuvaniya z vykorystanniam ekspertnykh otsinok u nechtikii formi* [Approaches to Modelling Based on Expert Estimation in the Fuzzy Form] / O. V. Dorokhov, V. H. Chernov, L. P. Dorokhova // Aktualni Problemy Ekonomiky. – 2011. – No. 11 (125). – P. 262–268.

Інформація про авторів

Чернов Володимир Георгійович – докт. екон. наук, професор кафедри інформатики й управління в технічних та економічних системах Володимирського державного університету (600000, Росія, м. Володимир, вул. Горького, 87, e-mail: vladimir.chernov44@mail.ru).

Дорохов Олександр Васильович – канд. техн. наук, доцент кафедри інформаційних систем Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця (61166, м. Харків, пр. Леніна, 9-А, e-mail: aleks.dorokhov@meta.ua).

Информация об авторах

Чернов Владимир Георгиевич – докт. экон. наук, профессор кафедры информатики и управления в технических и экономических системах Владимирского государственного университета (600000, Россия, г. Владимир, ул. Горького, 87, e-mail: vladimir.chernov44@mail.ru).

Дорохов Александр Васильевич – канд. техн. наук, доцент кафедры информационных систем Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця (61166, г. Харьков, пр. Ленина, 9-А, e-mail: aleks.dorokhov@meta.ua).

Information about the authors

V. Chernov – Doctor of Science in Economics, Professor of the Department of Computer Science and Management in Technical and Economic Systems of Vladimir State University (87 Gorkiy St., 600000, Vladimir, Russia, e-mail: vladimir.chernov44@mail.ru).

O. Dorokhov – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Information Systems of Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9-A Lenin Ave., 61166, Kharkiv, Ukraine, e-mail: aleks.dorokhov@meta.ua).

*Стаття надійшла до ред.
21.11.2014 р.*

