

Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

JEL Classification: O31

УДК 332.1

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКО-МНОЖИННОГО ПІДХОДУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

В. Г. Чернов, О. В. Дорохов

Анотація. Завдання формування інноваційних програм розглянуто як слабо структурована задача багатокритеріального альтернативного вибору, яка вирішується в умовах дії різноманітних факторів невизначеності, що мають нестатистичну природу. Обґрунтовано застосування методології нечітко-множинного моделювання для оцінки регіонального інноваційного потенціалу. Наведено підходи до формалізації вхідних критеріїв оцінювання інноваційного потенціалу, наведених у лінгвістичній формі, відповідними функціями приналежності. Також запропоновано підхід, коли призначені експертами бали розглядаються як нечіткі числа з відповідними функціями належності для подальших м'яких обчислень. Напрямами подальших досліджень є розробка і комп'ютерна реалізація моделей прийняття рішень щодо розвитку інноваційного потенціалу на основі теорії нечітких множин із використанням спеціалізованих програмних продуктів.

Ключові слова: інноваційний потенціал, інноваційний проект, нечіткі множини, моделювання, прийняття рішень.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЦЕНИВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА

В. Г. Чернов, А. В. Дорохов

Аннотация. Задача формирования инновационных программ рассмотрена как слабо структурированная задача многокритериального альтернативного выбора, которая решается в условиях действия различных факторов неопределенности, имеющих нестатистическую природу. Обосновано применение методологии нечетко-множественного моделирования для оценки регионального инновационного потенциала. Приведены подходы к формализации входных критериев оценки инновационного потенциала, представленных в лингвистической форме, соответствующими функциями принадлежности. Также предложен подход, при котором назначенные экспертами баллы рассматриваются как нечеткие числа с соответствующими функциями принадлежности для дальнейших мягких вычислений. Направлениями дальнейших исследований является разработка и компьютерная реализация моделей принятия решений по развитию инновационного потенциала на основе теории нечетких множеств с использованием специализированных программных продуктов.

© Чернов В. Г., Дорохов О. В., 2015



Ключевые слова: инновационный потенциал, инновационный проект, нечеткие множества, моделирование, принятие решений.

THE FEASIBILITY OF USING THE FUZZY SET APPROACH FOR MODELING THE INNOVATION CAPACITY ASSESSMENT

V. Chernov, O. Dorokhov

Abstract. *There has been considered the task of forming innovative programs as a semi-structured multi-criterion alternative choice problem, which is solved under the impact of various uncertainty factors having non-statistical nature. The application of the fuzzy set modeling methodology for assessment of regional innovation capacity has been justified. The approaches to the formalization of the input criteria for assessing the innovation potential represented in the linguistic form by the corresponding membership functions have been described. An approach suggesting that the points given by experts are to be considered as fuzzy numbers with the corresponding membership functions for further soft computing has been presented as well. The directions for further research are the designing and computer implementation of decision-making models on the development of innovative potential on the basis of the theory of fuzzy sets by using specialized software products.*

Key words: *innovative potential, innovative project, fuzzy sets, modeling, decision making.*

В умовах стрімкого науково-технічного прогресу, що охоплює всі складові суспільно-економічного розвитку, розробка науково обґрунтованих моделей підтримки прийняття рішень щодо формування інноваційних програм стає надзвичайно актуальним науковим завданням [1–3].

Сама інноваційна діяльність у більшості сучасних літературних джерел розглядається за схемою «процес-результат», при цьому головну увагу приділено, в основному, аналізу економічних показників інноваційних програм або інноваційних проектів [4; 5].

Однак часто при цьому питання підготовки та організації інноваційного процесу висвітлюються стисло та недостатньо. Таку обставину можна пояснити складністю самого завдання, головним чином це стосується економіко-математичних моделей, що забезпечують підтримку прийняття відповідних управлінсько-організаційних та фінансово-економічних рішень.

Як зазначається рядом дослідників, завдання формування інноваційної програми являє собою слабо структуровану задачу багатокритеріального альтернативного вибору, яка розв'язується в умовах дії факторів невизначеності, котрі досить часто мають переважно нестатистичну природу [3–5].

Можна запропонувати розглядати завдання формування інноваційної програми як таке, що послідовно реалізує такі задачі:

- формування системи критеріїв оцінки проектів, що претендують на включення до програми;
- оцінка ступеню відповідності проектів вимогам визначених критеріїв;
- оцінка економічних показників проектів;
- ранжування проектів.

Актуальним довготерміновим завданням наших досліджень є розробка відповідних економіко-математичних моделей забезпечення підтримки прийняття рішень для зазначених задач.

Розглядаючи задачу формування системи критеріїв оцінки інноваційних проектів, слід зазначити, що унікальність інноваційних проектів значно ускладнює, якщо не унеможливує, формування універсальної системи критеріїв їх оцінки. Однак аналіз літературних джерел [6–9] дозволяє виділити певні групи критеріїв, які за інших рівних умов та з різним ступенем значущості мають відношення до інноваційних проектів (рис. 1).

Згідно з рис. 1 в агрегованому вигляді ці критерії розподіляються на 3 групи:

- обов'язкові, які швидше за все мають організаційний характер і формують паспорт проекту, і від яких залежить його подальший розгляд;
- загальні, результативні: економічні, соціальні, екологічні, юридичні;
- окремі, що характеризують умови реалізації, від яких залежить успіх проектів: статус і можливості розробника, регіону, зовнішні умови або макросередовище тощо.

Вочевидь, найбільш складними та слабо визначеними з точки зору побудови системи підтримки прийняття рішень є критерії другої та третьої груп, тому що значна частина з них не може бути точно визначена кількісно або взагалі має тільки якісну, лінгвістичну форму оцінки. Орієнтуючись на цю систему критеріїв, розглянемо такий алгоритм формування інноваційної програми регіону, наведений на рис. 2.

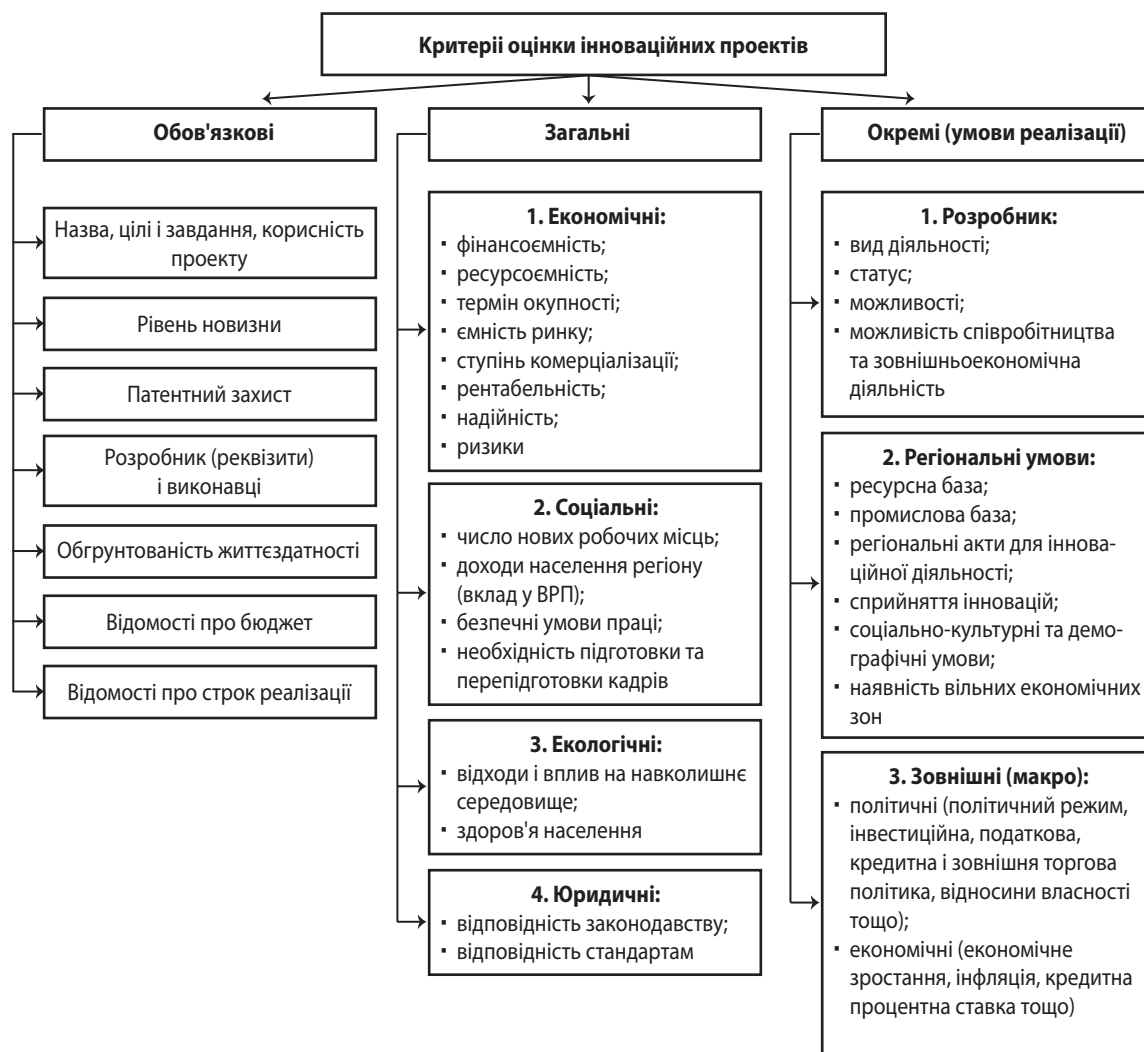


Рис. 1. Групування критеріїв оцінки інноваційних проектів

Розглядаючи можливості та напрямки моделювання оцінювання регіонального інноваційного потенціалу, слід зазначити, що ухваленню інноваційних рішень має передувати комплексний аналіз наявного рівня регіонального інноваційного потенціалу.

В економічній літературі, як і у випадку інновацій, немає єдиного визначення інноваційного потенціалу територій. Ряд авторів трактують його як сукупність інноваційних ресурсів (матеріальних, фінансових, інтелектуальних, науково-технічних), які забезпечують інноваційний процес і створення нових технологій, продукції, послуг. Таким чином, реалізується ресурсний підхід до визначення інноваційного потенціалу. Інші дослідники розглядають інноваційний потенціал із позицій результату інноваційної діяльності, тобто реального продукту, отриманого в інноваційному процесі. У цьому випадку інноваційний потенціал представлений як можлива, вироблена в майбутньому, інноваційна продукція [10–13].

Таким чином, інноваційний потенціал територій регіону можна визначити як приховане інноваційне багатство регіону, яке в певних умовах має імовірність бути використаним. Можна припустити, що є прямий взаємозв'язок між регіональним багатством і інноваційним потенціалом. Чим більше регіональне багатство, тим вище інноваційний потенціал, і навпаки. При цьому "виробниче" використання інноваційного потенціалу залежить від інноваційного середовища.

Тому моделювання інноваційного потенціалу можна трактувати як засіб аналізу системних умов, які створюють можливості економічним суб'єктам для виробництва нових ідей, продуктів, виробництв, розвитку нових ринків тощо. Відповідне інноваційне середовище та інноваційне багатство є запорукою стабільного розвитку регіону. Необхідно відзначити, що сама інновація також може розглядатися як прояв потенціалу регіону та інструмент, котрий забезпечує йому стійке зростання за рахунок створення і застосування нових ідей.

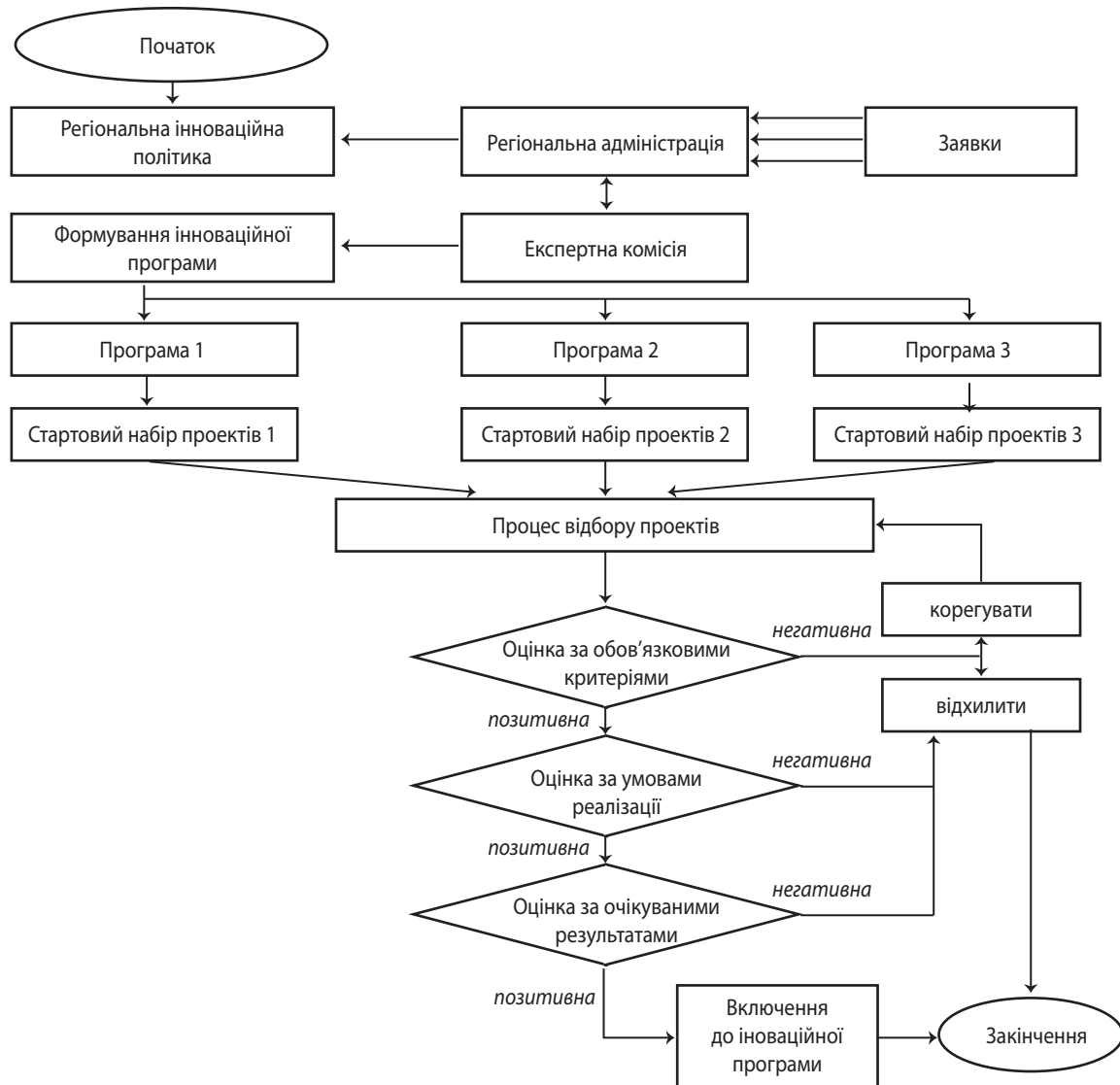


Рис. 2. Алгоритм формування інноваційної програми

Основні тенденції методологічних підходів до оцінки інноваційного потенціалу регіону наведено в роботі [10], однак дослідження спирається на положення про те, що в оцінці регіонального інноваційного потенціалу переважає лінійна модель, тобто показники моделі відповідають лінійним залежностям оцінок складових інновацій у регіональному розвитку.

Такі дослідження ґрунтуються на інвентаризації та описі основних компонентів регіональної інноваційної системи. Описові показники можуть бути корисними інструментами для відстеження часових змін і порівняння різних регіонів, проте не дають можливість побудувати адекватну теоретичну модель як основу для оцінки методології та розробки показників на базі технології регіонального розвитку. Зокрема, такі показники не в змозі визначити і виміряти складні відносини між різними елементами і в рамках системи в цілому. Статичний опис системи не дає змоги оцінити взаємодії між різними компонентами регіональної інноваційної системи. Крім того, лінійна модель інноваційного процесу має тенденцію надмірного перебільшення важливості структури регіональної інноваційної системи.

Необхідно зазначити також, що, незважаючи на відмінності в підходах до оцінки інноваційного потенціалу регіону, всі вони спрямовані на отримання його оцінки у вигляді інтегральної згортки часткових вхідних показників, котрі подаються в числовій, точкової формі. При цьому питання достовірності використовуваних значень часткових показників, багато з яких мають характер експертних оцінок або отримані шляхом перекладу якісних оцінок у бали, просто не розглядаються. Ця ситуація ще раз вказує на необхідність використання математичного апарату, який би забезпечував подолання зазначених труднощів. У цьому плані істотні можливості має вже згаданий апарат теорії нечітких множин. Авторами

пропонується саме його застосування до задачі оцінки регіонального інноваційного потенціалу. В цілому апарат теорії нечітких множин є досить новим та специфічним методологічним інструментарієм дослідження економічних процесів, тому доцільно стисло навести основні його принципи. Більш докладно особливості нечітко-множинних підходів до економіко-математичного моделювання інноваційних процесів викладено, зокрема, в роботах [14–16].

Одним із основних понять теорії нечітких множин є поняття лінгвістичної змінної, значення якої визначаються у вигляді якісних тверджень або оцінок, наприклад «низький», «нижче середнього», «середній», «вище середнього», «високий», «дуже високий». Очевидно, що регіональний інноваційний потенціал цілком може мати такі оцінки. Питання полягає в тому, як їх формалізувати та інтерпретувати.

У теорії нечітких множин для формалізації якісних понять використовують функції приналежності (membership functions). Використовуючи їх, наведені вище лінгвістичні оцінки можуть бути наведені, наприклад, таким чином, як зображено на рис. 3.

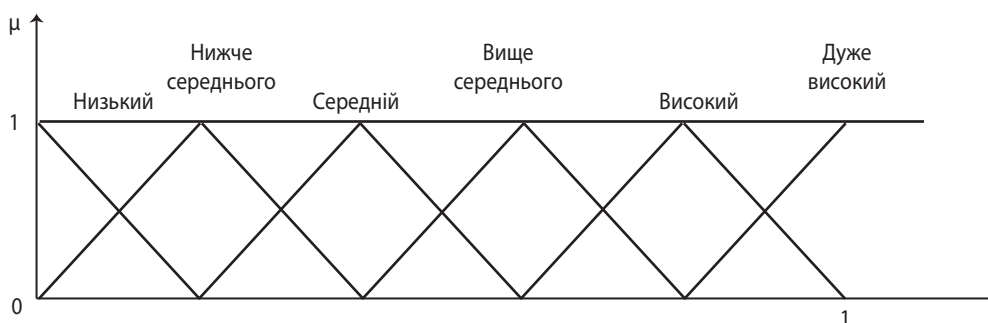


Рис. 3. Представлення лінгвістичних оцінок функціями приналежності

Використовуючи процедуру, наведену на рис. 4, можна перейти від експертної, нечітко визначеної кількісної оцінки до лінгвістичної, яка в той же час буде мати коректне математичне представлення. З рис.4 випливає, що нечітке значення (оцінка) деякого параметра X_t може бути представлено лінгвістичною оцінкою «нижче середнього або середнє».

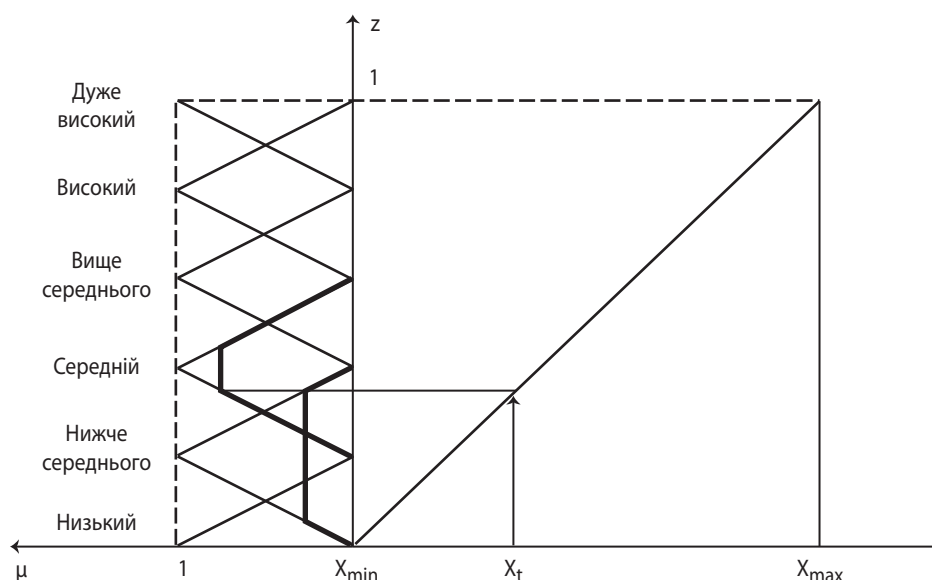


Рис. 4. Перехід від лінгвістичних до числових оцінок

Відзначимо, що така оцінка не менш інформативна, ніж числа, призначена експертом. Крім того, замість сумнівної точкової оцінки ми отримуємо деякий діапазон, де може перебувати параметр, котрий цікавить нас, а також оцінку істинності (можливості реалізації). Тому значення відповідних функцій приналежності можна інтерпретувати як оцінки істинності. Наприклад, система оцінки науково-технічного потенціалу, створена в технологічному інституті штату Джорджія [17; 18], використовує чотири комплексні оціночні

індикатори: національна орієнтація (НО); соціоекономічна інфраструктура (СІ); технологічна інфраструктура (ТІ); продуктивність (П).

Розглянемо приклад: перший індикатор – національну орієнтацію, яку пропонується розраховувати за формулою:

$$HO = M_1 + (M_2 + M_3) / 2 + M_4 + \Phi P,$$

де M_1 – експертна оцінка національної стратегії розвитку науки і техніки;
 M_2 і M_3 – експертні оцінки соціальних чинників, що сприяють розвитку технології;
 M_4 – експертна оцінка підприємницької активності;
 ΦP – фактор ризикованості інвестицій в економіку певної країни.

Очевидно, що всі використовувані в розрахунку параметри представлені нечіткими експертними оцінками, а отже, таким же можна вважати й результат. Якщо скористатися описаним вище підходом, то отримаємо оцінку національної орієнтації в лінгвістичній формі, наприклад «висока». Для оцінки науково-технічного потенціалу ця оцінка буде не менш значущою, не менш точною, ніж бальні оцінки.

Можливий інший підхід, коли призначені експертами бали розглядаються не як точкові значення, а як нечіткі числа з відповідними функціями належності [19; 20]. У цьому випадку можна перейти до так званих «м'яких обчислень» і в результаті буде отримано нечітке число. Однак у цьому випадку виникає завдання коректного завдання меж нечіткого числа, яке може вирішуватися тільки експертними методами.

Таким чином, доведено можливість та доцільність розгляду завдання формування інноваційних програм як задачі багатокритеріального альтернативного вибору в умовах наявності різноманітних факторів невизначеності нестатистичного походження. Обґрунтовано застосування нечітко-множинного моделювання для оцінки інноваційного потенціалу. Наведено підходи до формалізації вхідних критеріїв оцінювання інноваційного потенціалу, наведених у лінгвістичній формі, відповідними функціями приналежності, а також нечіткими числами для подальших м'яких обчислень.

На сьогодні існують різні підходи до інновацій, інноваційного потенціалу регіону, різні його визначення, що перешкоджає формуванню єдиної методики моделювання, хоча наявна велика кількість пропозицій із цього питання. Тому порівняльний аналіз цих підходів та пропозицій є завданням для подальших досліджень. Слід зауважити, що незалежно від використовуваної методики визначення інноваційного потенціалу регіону, для подальших досліджень та створення відповідних моделей оцінювання істотним є те, що оцінки вхідних параметрів можуть бути наведені в лінгвістичному вигляді та формалізовані обґрунтовано побудованими функціями приналежності. Відповідно, напрямками подальших досліджень також є розробка і комп'ютерна реалізація групи моделей прийняття рішень щодо інноваційного потенціалу та його розвитку на основі теорії нечітких множин із використанням спеціалізованих програмних продуктів для нечіткого моделювання.

Література: 1. Поляковська К. Інноваційний розвиток підприємств: сутність та особливості у сфері торгівлі / К. Поляковська // *Економіка розвитку*. – 2014. – № 3. – С. 93–99. 2. Labunska S. Methodological Approaches To The Evaluation And Analysis Of The Impact Of Interrelated Factors On The Business Innovation Capacity / S. Labunska // *Економіка розвитку*. – 2014. Т. 72 (4). – С. 105–110. 3. Ionescu V. Innovation, Vector of the Knowledge-based Society / V. Ionescu, V. Cornescu // *Manager Journal*. – 2013. – Vol. 18. – № 1. – PP. 40–46. 4. Musumeci M. Innovative businesses, venture capital and networks / M. Musumeci, F. Reito // *Rivista economica del Mezzogiorno*. – 2014. – № 1–2. – PP. 235–264. 5. Tursunov I. Entrepreneurship as a factor of innovative development for national economy / I. Tursunov, F. Akhmedov // *Perspectives of Innovation in Economics and Business*. – 2009. – Vol. 2. – № 2. – PP. 26–29. 6. Bremmers H. Co-innovation: what are the success factors? / H. Bremmers, A. Sabidussi // *APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce*. – 2009. – Vol. 3. – PP. 88–93. 7. Korres G. Economics of Innovation: A Review in Theory and Models / Korres G., Drakopoulos S. // *European Research Studies Journal*. – 2009. – Vol. 3. – PP. 25–38. 8. Cruz-Cázares C. You can't manage right what you can't measure well: Technological innovation efficiency / C. Cruz-Cázares, C. Bayona-Sáez, T. García-Marco // *Research Policy*. – 2013. – Vol. 42 (6). – PP. 1239–1250. 9. Agénor P. Innovation, public capital, and growth / P. Agénor, C. Kyriakos // *Journal of Macroeconomics*. – 2015. – Vol. 44. – PP. 252–275. 10. Koschatzky K. R&D Cooperation in Innovation Systems-Some Lessons from the European Regional Innovation Survey / K. Koschatzky, R. Sternberg // *European Planning Studies*. – 2000. – Vol. 8. – № 4. – PP. 487–501. 11. Eickelpasch A. The Industrial Innovation Potential of the Regions: Stuttgart and Munich Further Ahead / A. Eickelpasch // *Weekly Report*. – 2008. – Vol. 4. – № 8. – PP. 49–57. 12. Asheim B. Next generation regional innovation policy: how to combine science and user driven approaches in regional innovation systems / B. Asheim // *Ekonomiaz*. – 2009. – Vol. 70. – № 1. – PP. 106–131. 13. Rodríguez-Pose A. Quality of government and innovative performance in the regions of Europe / A. Rodríguez-Pose, M. Di Cataldo // *Journal of Economic Geography*. – 2015. – Vol. 15. – № 4. – PP. 673–706. 14. Kasa R. Measuring Innovation Potential at SME Level with a Neuro-fuzzy Hybrid Model / R. Kasa // *Journal Studia Universitatis Babeş-Bolyai NEGOTIA*. – 2012. – Vol. 57. – № 2. – PP. 39–55. 15. Nawrocki T. Fuzzy sets in the assessment of innovativeness of the european telecommunications groups / T. Nawrocki, I. Jonek-Kowalska // *Organization and Management*. – 2013. – Vol. 2013. – № 5. – PP. 91–108. 16. Kasa R. Approximating Innovation Potential With Neurofuzzy



Robust Model / R. Kasa // Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa. – 2015. – Vol. 21. – № 1. – PP. 35–46. **17.** Roessner J. Anticipating the future high-tech competitiveness of nations: Indicators for twenty-eight countries / J. Roessner, A. Porter, N. Newman // Technological Forecasting and Social Change. – 1996. – Vol. 51. – № 1. – PP. 133–149. **18.** Georgia Institute of Technology: High Tech Indicators 2007 [Web resource]. – [Access from] : <http://gtmarket.ru/files/research/GIT-high-tech-indicators-2007>. **19.** Lafuente M. The Permanence of the Client Under Uncertain Estimations / M. Lafuente, O. Hernández // Fuzzy Economic Review. – 2013. – Vol. 2. – PP. 45–62. **20.** Hryniewicz O. Compliance for uncertain inventories via probabilistic / fuzzy comparison of alternatives / O. Hryniewicz, Z. Nahorski, J. Verstraete // Climatic Change. – 2014. – Vol. 124. – PP. 519–534.

References: **1.** Poliakovska K. *Innovatsiyni rozvytok pidpriemstv: sutnist ta osoblyvosti u sferi torhivli* [Innovative Development Companies: the Nature and Characteristics of the Trade] / K. Poliakovska // *Ekonomika rozvytku*. – 2014. – Vol. 71 (3). – P. 93–99. **2.** Labunska S. Methodological Approaches to the Evaluation and Analysis of the Impact of Interrelated Factors on the Business Innovation Capacity / S. Labunska // *Економіка розвитку*. – 2014. – T. 72 (4). – С. 105–110. **3.** Ionescu V. Innovation, Vector of the Knowledge-based Society / V. Ionescu, V. Cornescu // *Manager Journal*. – 2013. – Vol. 18, No. 1. – P. 40–46. **4.** Musumeci M. Innovative Businesses, Venture Capital and Networks / M. Musumeci, F. Reito // *Rivista economica del Mezzogiorno*. – 2014. – No. 1–2. – P. 235–264. **5.** Tursunov I. Entrepreneurship as a Factor of Innovative Development for National Economy / I. Tursunov, F. Akhmedov // *Perspectives of Innovation in Economics and Business*. – 2009. – Vol. 2, No. 2. – P. 26–29. **6.** Bremmers H. Co-innovation: what are the Success Factors? / H. Bremmers, A. Sabidussi // *APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce*. – 2009. – Vol. 3. – P. 88–93. **7.** Korres G. Economics of Innovation: a Review in Theory and Models / G. Korres, S. Drakopoulos // *European Research Studies Journal*. – 2009. – Vol. 3. – P. 25–38. **8.** Cruz-Cázares C. You Can't Manage Right what You Can't Measure Well: Technological Innovation Efficiency / C. Cruz-Cázares, C. Bayona-Sáez, T. García-Marco // *Research Policy*. – 2013. – Vol. 42 (6). – P. 1239–1250. **9.** Agénor P. Innovation, Public Capital and Growth / P. Agénor, C. Kyriakos // *Journal of Macroeconomics*. – 2015. – Vol. 44. – P. 252–275. **10.** Koschatzky K. R&D Cooperation in Innovation Systems – Some Lessons from the European Regional Innovation Survey / K. Koschatzky, R. Sternberg // *European Planning Studies*. – 2000. – Vol. 8, No. 4. – P. 487–501. **11.** Eickelpasch A. The Industrial Innovation Potential of the Regions: Stuttgart and Munich Further Ahead / A. Eickelpasch // *Weekly Report*. – 2008. – Vol. 4, No. 8. – P. 49–57. **12.** Asheim B. Next Generation Regional Innovation Policy: how to Combine Science and User Driven Approaches in Regional Innovation Systems / B. Asheim // *Ekonomiaz*. – 2009. – Vol. 70, No. 1. – P. 106–131. **13.** Rodríguez-Pose A. Quality of Government and Innovative Performance in the Regions of Europe / A. Rodríguez-Pose, M. Di Cataldo // *Journal of Economic Geography*. – 2015. – Vol. 15, No. 4. – P. 673–706. **14.** Kasa R. Measuring Innovation Potential at SME Level with a Neuro-fuzzy Hybrid Model / R. Kasa // *Journal Studia Universitatis Babeş-Bolyai NEGOTIA*. – 2012. – Vol. 57, No. 2. – P. 39–55. **15.** Nawrocki T. Fuzzy Sets in the Assessment of Innovativeness of the European Telecommunications Groups / T. Nawrocki, I. Jonek-Kowalska // *Organization and Management*. – 2013. – Vol. 2013, No. 5. – P. 91–108. **16.** Kasa R. Approximating Innovation Potential with Neurofuzzy Robust Model / R. Kasa // *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. – 2015. – Vol. 21, № 1. – P. 35–46. **17.** Roessner J. Anticipating the Future High-tech Competitiveness of Nations: Indicators for Twenty-eight Countries / J. Roessner, A. Porter, N. Newman // *Technological Forecasting and Social Change*. – 1996. – Vol. 51, No. 1. – P. 133–149. **18.** Georgia Institute of Technology: High Tech Indicators 2007 [Electronic resource]. – Access mode : <http://gtmarket.ru/files/research/GIT-high-tech-indicators-2007>. **19.** Lafuente M. The Permanence of the Client under Uncertain Estimations / M. Lafuente, O. Hernández // *Fuzzy Economic Review*. – 2013. – Vol. 2. – P. 45–62. **20.** Hryniewicz O. Compliance for Uncertain Inventories Via Probabilistic/Fuzzy Comparison of Alternatives / O. Hryniewicz, Z. Nahorski, J. Verstraete // *Climatic Change*. – 2014. – Vol. 124. – P. 519–534.

Інформація про авторів

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

Дорохов Олександр Васильович – канд. техн. наук, доцент кафедри інформаційних систем Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця (пр. Леніна, 9-А, м. Харків, 61166, Україна, 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 (ул. Горького, 87, г. Владимир, 600000, Россия, e-mail: vladimir.chernov44@mail.ru).

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

Information about the authors

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

O. Dorokhov – Candidate of Sciences in Engineering, Associate Professor of the Department of Information Systems, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (Lenina pr., 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine, e-mail: aleks.dorokhov@meta.ua).

*Стаття надійшла до ред.
25.08.2015 р.*