

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА»**

**МІРОШНИЧЕНКО ІГОР ВІКТОРОВИЧ**

УДК 519.866-047.44:330.322.01(043.3)

**СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО  
ПОТЕНЦІАЛУ КРАЇНИ**

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі  
та інформаційні технології в економіці

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

Київ – 2016

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі економіко-математичного моделювання ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» Міністерства освіти і науки України, м. Київ

Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук, професор  
**Великоіваненко Галина Іванівна**,  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»  
професор кафедри економіко-математичного моделювання

Офіційні опоненти: доктор економічних наук, доцент  
**Гур'янова Лідія Семенівна**  
Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця  
професор кафедри економічної кібернетики

кандидат економічних наук, доцент  
**Харламова Ганна Олексіївна**  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
доцент кафедри економічної кібернетики

Захист відбудеться “24” жовтня 2016 р. о 14<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.006.07 у ДВНЗ “Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана” Міністерства освіти і науки України за адресою: 03680, м. Київ, просп. Перемоги, 54/1, ауд. 203.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці ДВНЗ “Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана” Міністерства освіти і науки України за адресою: 03113, м. Київ, вул. Дегтярівська, 49-г, ауд.601.

Автореферат розісланий “23” вересня 2016 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат економічних наук, доцент

С. С. Ващаєв

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Залучення прямих іноземних інвестицій є однією з основних цілей економічного розвитку більшості країн світу, оскільки надає поштовх до запровадження нових експортно-імпортних проєктів, інституційних перетворень в країні та технологічної модернізації підприємств та організацій. У той же час спостерігається стрімке збільшення обсягів інформації про соціально-економічні системи, яку необхідно враховувати при прийнятті інвестиційних рішень. Проте в сучасних реаліях нестабільності державних інститутів в Україні, неузгодженості державної політики та суттєвої специфічності ведення бізнесу досягнення значних, а головне, стабільних обсягів прямих іноземних інвестицій постає складною задачею. Особливо це помітно для країн із середнім та низьким рівнем доходу, для яких залучення іноземних коштів – запорука економічного зростання та конкурентоспроможності. Всі ці негативні процеси поглиблюються на фоні світової економічної кризи. З одного боку, іноземні компанії та корпорації стали значно обережнішими при інвестуванні капіталу в інші країни, банки неохоче долучаються до фінансових інвестицій, а з іншого – урядам країн-реципієнтів важко забезпечити стабільне та привабливе середовище для інвестування. Саме тому дослідження особливостей, виявлення тенденцій інвестиційного розвитку країни, визначення факторів впливу на підвищення ефективності процесу залучення інвестицій є основою для забезпечення ефективного функціонування та успішного розвитку економіки країни. За таких умов важливим напрямом наукових досліджень є аналіз процесів та особливостей формування інвестиційних процесів на підґрунті економіко-математичних моделей, за допомогою яких формується відповідна процедура оцінювання та прогнозування інвестиційного потенціалу країни.

Дослідженню різноманітних теоретичних та практичних аспектів інвестиційного потенціалу присвячені праці провідних вітчизняних і зарубіжних вчених, таких як: Бельянинов А. Ю., Губанова О. С., Должанський І. З., Камінський О. Л., Леонов С. В., Лосева С. А., Мамонова К. М., Маринич І. А., Нудельман Р. І., Ройзман І., Романова Т. В., Сухінова С. Е., Толстолесова Л. А., Тумусов Ф. С., Харламова Г. О., Царев В. В., Чуб Б. А. та інші. У той же час сфера інвестиційного потенціалу цікавить не тільки науковців, але й світових лідерів консалтингового та аудиторського бізнесу, серед яких International Finance Corporation, Deloitte, Ernst & Young, PricewaterhouseCoopers та інші.

Поряд з цим значну частину наукових досліджень із застосування економіко-математичних моделей та методів щодо удосконалення управління економічними процесами сконцентровано в працях українських вчених, серед яких: Великоіваненко Г. І., Вітлінський В. В., Галіцин В. К., Геєць В. М., Гур'янова Л. С., Камінський А. Б., Кишакевич Б. Ю., Клебанова Т. С., Клименюк М. М., Лук'яненко І. Г., Матвійчук А. В., Максишко Н. К., Меркулова Т. В., Скрипниченко М. І., Соловійов В. М., Суслов О. П., Черняк О. І. та інші.

Ознайомлення з наявними розробками в сфері управління інвестиціями підтверджує актуальність та важливість обраної проблематики. Разом з тим, проведений аналіз існуючих методів оцінювання інвестиційного потенціалу країни виявив, що невирішеним залишилось питання вибору подібних за

інвестиційним кліматом та економічним розвитком країн для проведення моделювання на аналогічних прикладах; існує необхідність у розробленні комплексу економіко-математичних моделей, які б враховували невизначеність інформації щодо ключових факторів формування інвестиційного потенціалу, обмеженість статистичної інформації, експертні знання в предметній області тощо. На думку автора, такі моделі мають ґрунтуватись на використанні інструментарію теорії нечіткої логіки та штучних нейронних мереж, які досі не мають широкого застосування у вирішенні задачі оцінювання інвестиційного потенціалу, що і зумовлює актуальність, мету і задачі цього дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана згідно з планом наукових досліджень кафедри економіко-математичного моделювання ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» в процесі розроблення комплексних тем «Математичне моделювання економічних систем і процесів в умовах невизначеності та конфлікту: проблеми теорії та практики» (державний реєстраційний номер 0106U001804) і «Методологія та інструментарій моделювання економічних процесів з урахуванням ризику» (державний реєстраційний номер 0111U002615). В межах даних тем особисто автором було розроблено систему моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни.

**Мета і завдання дослідження.** *Мета* наукового дослідження полягає у розробці методологічного підходу до оцінювання інвестиційного потенціалу країни та побудові відповідного комплексу економіко-математичних моделей.

В рамках дисертаційної роботи поставлено та вирішено такі основні завдання:

- провести критичний аналіз науково-методологічних підходів до розуміння сутності інвестиційного потенціалу країни як економічної категорії;
- провести дослідження існуючих підходів до оцінювання інвестиційного потенціалу;
- запропонувати методологічний підхід та на його основі систему моделей оцінювання інвестиційного потенціалу;
- визначити систему показників для оцінювання інвестиційного потенціалу країни;
- розробити підхід до формування переліку країн світу, подібних за показниками оцінювання інвестиційного потенціалу на досліджувану країну із застосуванням нейронних мереж;
- розробити систему оцінювання інвестиційного потенціалу країни на основі методів нечіткої логіки;
- провести модельні експерименти з метою аналізу адекватності запропонованого методологічного підходу та побудованих економіко-математичних моделей;
- розробити рекомендації щодо застосування системи моделей для оцінювання інвестиційного потенціалу країни.

*Об'єктом дослідження є інвестиційний потенціал країни.*

*Предметом дослідження є інструментарій економіко-математичного моделювання інвестиційного потенціалу країни.*

*Методами дослідження є фундаментальні положення економічної теорії, теорії інвестування, системного аналізу економічних процесів, економіко-математичного моделювання (зокрема, метод аналізу ієрархій, нейронні мережі, що самоорганізуються, інструментарій нечіткої логіки), інформаційних технологій тощо.*

Інформаційною базою дослідження слугували дані Всесвітнього банку, Організації економічного співробітництва та розвитку, Міжнародної організації праці, Організації Об'єднаних Націй, Міжнародного Валютного фонду, Німецького товариства міжнародного співробітництва та Transparency International.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Основним науковим результатом дисертаційної роботи є формування механізму оцінювання інвестиційного потенціалу країни з метою прийняття відповідних управлінських рішень використовуючи методи математичного моделювання та автоматизовані засоби. При цьому отримано такі наукові результати:

*вперше:*

- розроблено методологічний підхід до оцінювання інвестиційного потенціалу країни, що ґрунтується на ієрархічній системі оцінювання інвестиційного потенціалу та складається з трьох рівнів ієрархії. Дана система передбачає побудову моделей з використанням апарату нейронних мереж та нечіткої логіки. Такий підхід дозволив враховувати широке коло чинників впливу та динаміку розвитку інвестиційних процесів країни дослідження;

*удосконалено:*

- та обґрунтовано в рамках методологічного підходу побудову економіко-математичної моделі кластеризації країн світу за показниками інвестиційного потенціалу. В основу розробленої моделі покладено апарат нейронних мереж, а саме карта самоорганізації Кохонена, що дозволяє формувати кластери, кожен з яких містить найбільш подібні між собою країни за показниками інвестиційного потенціалу;

- та обґрунтовано в рамках методологічного підходу побудову економіко-математичної моделі оцінювання інвестиційного потенціалу країни на підґрунті інструментарію нечіткої логіки, яка, на відміну від аналогів, дозволяє здійснювати розрахунки на основі показників кількісної та якісної природи, враховувати в аналізі експертні знання в предметній області, забезпечуючи проведення оптимізації параметрів на реальних даних. Налаштування параметрів моделі здійснюється на основі показників країн, які разом з країною дослідження формують відповідний кластер в результаті самоорганізації на карті Кохонена;

- систему показників оцінювання інвестиційного потенціалу країни, що формуються з використанням загальнодоступної інформаційної бази. Обрані показники характеризують розвиток та потенціал ринку трудових ресурсів, обсяги валового внутрішнього продукту, специфіку ціноутворення, торгівлі, урядових дій та бізнес-сфери;

*дістали подальшого розвитку:*

- загальнонаукові положення щодо застосування інструментарію нейронних мереж та нечіткої логіки для аналізу інвестиційного стану країни та прогнозування динаміки її розвитку.

**Практичне значення одержаних результатів.** Запропонований автором методологічний підхід та рекомендації щодо застосування системи економіко-математичних моделей, що ґрунтуються на інструментарії нейронних мереж та нечіткої логіки, дозволяють здійснити оцінювання інвестиційного потенціалу країни та прогнозування показників її розвитку з метою підвищення ефективності подальшого прийняття управлінських рішень як для країни-реципієнта (з метою підвищення інвестиційної привабливості), так і для потенційного інвестора (з метою пошуку найбільш привабливих та прибуткових ринків).

Основні положення наукового дослідження можуть бути використані органами державного і місцевого управління, аудиторськими, консалтинговими та інвестиційними компаніями для оцінювання інвестиційних можливостей країни та прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень.

Результати дослідження набули практичного впровадження в діяльності ПрАТ «Фінансова компанія «Сантанна» (довідка № 37/04/16 від 20.04.2016), ТОВ «Науковий парк Київського національного економічного університету» (довідка № 2016/27-04 від 25.04.2016). Розроблені автором економіко-математичні моделі та рекомендації щодо їх застосування використовуються цими організаціями для обґрунтування управлінських рішень щодо стратегії розвитку та в процесі виконання науково-дослідних робіт.

Результати дослідження використано також у циклі лекцій, семінарських (практичних) та лабораторних робіт з дисциплін «Прогнозування соціально-економічних процесів», «Нейро-нечіткі моделі в управлінні» та «Моделі і методи штучного інтелекту» у навчальному процесі Державного вищого навчального закладу «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана» (довідка від 03.12.2015).

**Особистий внесок здобувача** полягає в одноосібно виконаному науковому дослідженні, в якому розкрито авторський підхід до побудови комплексу моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни в умовах невизначеності та ризику, який базується на нейронних мережах та нечіткій логіці. Усі наукові, практичні, розрахункові та експериментальні результати, які викладено в дисертації, одержані автором самостійно і відображені у наукових працях автора. Участь співавторів публікацій полягала у наданні консультативних послуг з методології моделювання та постановки задач.

**Апробація результатів дисертаційної роботи.** Матеріали дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на міжнародних науково-практичних і всеукраїнських науково-методичних конференціях, зокрема на: IV Міжнародній школі-симпозіумі «Аналіз, моделювання, управління, розвиток економічних систем» (м. Сімферополь, 13-19 вересня 2010 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та моделювання в економіці» (м. Черкаси, 22-25 квітня 2012 р.); VI Міжнародній школі-симпозіумі «Аналіз, моделювання, управління, розвиток економічних систем» (м. Сімферополь, 17-23

вересня 2012 р.); III Міжнародній науково-методичній конференції «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (м. Чернівці, 14-17 травня 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретико-методологічні і науково-практичні засади інформаційного, фінансового та облікового забезпечення розвитку економіки» (м. Черкаси, 21-22 листопада 2013 р.); V Міжнародної науково-практичної конференції «Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки» (м. Черкаси, 26-28 квітня 2016 р.).

**Публікації за темою дисертації.** Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано в 11 наукових працях загальним обсягом 3,4 друк. арк., з них: 2 – у наукових фахових виданнях України, 3 у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, 6 – в інших виданнях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 157 сторінок друкованого тексту. Робота містить 18 таблиць на 24 сторінках, 54 рисунків на 47 сторінках, 7 додатків на 17 сторінках. Список використаних джерел налічує 151 найменування.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, викладено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зв'язок із науковими планами, програмами, темами. Наведено відомості про особистий внесок здобувача, апробацію та впровадження результатів дисертаційної роботи, публікації.

У **розділі 1 «Теоретико-методологічні аспекти математичного моделювання інвестиційного потенціалу країни»** досліджено категорії «потенціал» та «інвестиційний потенціал». Так, проведене дослідження показало, що в економічній літературі до цього часу не існує єдиної точки зору щодо сутності «потенціалу». Дане поняття трактується автором як певна сукупність можливостей, за наявності певної бази матеріального чи нематеріального характеру. Було також визначено, що існує основний стрижень, без якого неможливо сформулювати сутнісне наповнення поняття «потенціалу» – наявність певної бази (матеріальної чи нематеріальної природи), за допомогою якої формується потенціал конкретного об'єкта дослідження. У свою чергу результат реалізації потенціалу може мати як матеріальну, так і нематеріальну природу.

В процесі аналізу ж було виділено відсутність серед науковців єдиного погляду на поняття «інвестиційний потенціал». Тому було запропоноване авторське бачення поняття «інвестиційний потенціал країни» як відображення можливостей залучення інвестиційних ресурсів, адекватне реагування на них, та готовності економічної системи до їх сприйняття з метою досягнення її стратегічних цілей, із врахуванням умов для інвестування.

Узагальнюючи аналіз співвідношень категорій інвестиційної проблематики, зроблений висновок, що інвестиційний клімат тісно пов'язаний з державним регулюванням економіки та інвестиційною діяльністю. Інвестиційна привабливість, здебільшого, це суб'єктивна, сформована в результаті певних дій

думка інвестора щодо об'єкта інвестування. На думку автора, співвідношення категорій «інвестиційний клімат» та «інвестиційна привабливість» слід розділяти у розрізі конкретної країни інвестиційної діяльності.

Проведено аналіз сучасних підходів до оцінювання та моделювання інвестиційного потенціалу та виявлено, що переважна більшість сучасних досліджень використовує експертний підхід, який характеризується низкою недоліків: суб'єктивність отриманих оцінок, низька ефективність в умовах багатокритеріальності, відсутність можливості налаштування на реальних даних тощо.

В ході аналізу була підкреслена потреба у пошуку нових, альтернативних підходів, які дозволять оцінити рівень інвестиційного потенціалу різних суб'єктів господарювання в умовах неоднорідності вхідної інформації. На думку автора, поєднання елементів нечіткої логіки та нейротехнологій дозволить вирішити такі проблеми моделювання інвестиційного потенціалу, як неоднорідність та неповнота вхідної інформації, багатокритеріальність задач, а також врахування нелінійності взаємозв'язку між змінними.

Крім того, розкрито базові засади теорії нейромоделювання та моделей із застосуванням нечіткої логіки. Виділено основні переваги таких підходів.

**У розділі 2 «Комплекс моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни»** розроблено методологічний підхід до оцінювання інвестиційного потенціалу країни, що ґрунтується на ієрархічній системі оцінювання та складається з трьох рівнів ієрархії. Дана система передбачає побудову моделей з використанням апарату нейронних мереж та нечіткої логіки.

На нижньому (третьому) рівні ієрархії відбувається збір та опрацювання набору показників інвестиційного потенціалу, що характеризують його різноманітні аспекти і співвідношення. Математичною основою другого рівня ієрархії є штучна нейронна мережа на основі карт самоорганізації Кохонена, яка дає можливість отримати кластери країн, що найбільш подібні між собою за показниками інвестиційного потенціалу. На заключному (першому) рівні ієрархії з метою оцінювання інвестиційного потенціалу країни пропонується застосування інструментарію теорії нечіткої логіки. Отже, процес побудови системи економіко-математичних моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни складається з таких етапів:

I. *Третій рівень ієрархії.* Збір, аналіз та опрацювання первинних даних, на основі яких буде проводитися налаштування економіко-математичної моделі. Запропонована система показників інвестиційного потенціалу країни. Набір даних був сформований так, щоб відобразити якомога більше аспектів інвестиційної діяльності країни як з боку потенційного інвестора, так і зі сторони країни-реципієнта.

Для оцінювання інвестиційного потенціалу країни було обрано 41 вхідний показник ( $x_j$ ), які за принципами вичерпності та інформативності найбільше характеризують інвестиційний потенціал країни. Обрані показники характеризують розвиток та потенціал ринку трудових ресурсів, обсяги валового внутрішнього продукту, специфіку ціноутворення, торгівлі, урядової політики, ведення бізнесу, особливості споживачів та оподаткування.



II. *Другий рівень ієрархії.* Кластеризація країн дослідження економіко-математичної моделі за основними показниками інвестиційного потенціалу з використанням карт самоорганізації Кохонена. Побудова даної моделі передбачає наступні етапи:

1. Ініціалізація типу та розмірності карти самоорганізації. На даному етапі запропоновано використання гексагональної топології нейронної мережі. Розмірність карти самоорганізації пропонується обирати експериментально, з низки варіантів за критерієм середньозваженої помилки квантування, яка відображає середню відстань між прикладом та центрами клітинок (які відповідають вузлам решітки карти Кохонена).

2. Ініціалізація синаптичних ваг нейронної мережі, що полягає у наданні всім вагам мережі початкових значень. Зазвичай це відбувається за допомогою присвоєння синаптичним вагам випадкових малих значень, сформованих генератором випадкових чисел. Алгоритм дозволяє належним чином масштабувати і групувати вхідні вектори.

3. Процедура визначення вибору нейрону – переможця – конкуренція. Після коректної ініціалізації мережі запускають, так званий, процес конкуренції, який полягає у визначенні найбільш подібних нейронів до векторів вхідних показників інвестиційного потенціалу. Найбільш поширеним підходом до визначення подібності векторів є обчислення Евклідової відстані між ними:

$$\|\mathbf{x} - \mathbf{m}_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \mu_{ij})^2}, \quad i = \overline{1, k} \quad (1)$$

де  $n$  – кількість елементів у векторі вхідних даних;  $\mathbf{m}_i$  – вектор вагових коефіцієнтів нейронів карти Кохонена  $\{\mu_{1j}, \dots, \mu_{nj}\}$ ;  $\mu_{ij}$  –  $i$ -та вага  $j$ -го нейрона;  $k$  – кількість нейронів Кохонена.

Нейроном-переможцем стає нейрон, вектор вагових коефіцієнтів якого є найближчим до поданого на нейронну мережу вектора вхідних даних:

$$z_i = \begin{cases} 1, & \|\mathbf{x} - m_i\| = \min_i \{\|\mathbf{x} - m_i\|\}, \\ 0, & \|\mathbf{x} - m_i\| \neq \min_i \{\|\mathbf{x} - m_i\|\}, \end{cases} \quad j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

де  $z_i$  – вихід нейрона карти Кохонена.

4. Кооперація – визначення просторового положення топологічної околиці нейронів відносно нейрона-переможця. Після визначення нейрона-переможця шару Кохонена здійснюється розрахунок його впливу на сусідні нейрони. Для визначення топологічної зони впливу нейрона-переможця обрано функцію Гауса:

$$h_{ci}(t) = e^{-\frac{\|r_c - r_i\|^2}{2\sigma^2(t)}} \quad (3)$$

де  $r_c$  та  $r_i$  – координати геометричного розташування вузлів  $c$  нейрона-переможця та інших вузлів  $i$  на карті;  $\sigma(t)$  – функція ефективної ширини топологічного околу.

В процесі навчання нейронної мережі, топологічний окіл звужується. Це забезпечується за рахунок поступового зменшення ширини функції  $\sigma(t)$ .

5. Синаптична адаптація – корекція синаптичних ваг. Для того щоб нейронна мережа мала змогу самоорганізовуватися, вектор синаптичних ваг  $\mathbf{m}_i$  нейрона  $j$  повинен змінюватися відповідно до вхідного вектора  $\mathbf{x}$ :

$$\mathbf{m}_i(t+1) = \mathbf{m}_i(t) + v(t) \cdot h_{ci}(t) \cdot [\mathbf{x}(t) - \mathbf{m}_i(t)], \quad (4)$$

$$h_{ci}(t) = h(\|r_c - r_i\|; t), \quad (5)$$

де  $v(t)$  – параметр швидкості навчання, що з кожною епохою навчання  $t$  зменшується.

Відповідно до формули (4) відбувається зсув параметрів цілої області нейронів у напрямку вхідного образу. В міру проведення навчання функція сусідства зменшується, швидкість навчання також спадає і кожен вхідний сигнал здійснює все менший вплив на нейрони карти. Наприкінці навчання здійснюється суттєве корегування параметрів лише нейрона-переможця.

6. Візуалізація карти Кохонена. Результатом побудованої карти самоорганізації є візуальне представлення двовимірної гексагональної решітки нейронів, що відображають організаційну залежність країн світу за показниками інвестиційного потенціалу з можливістю подальшого визначення кластерів, що за економічним розвитком та умовами інвестиційної діяльності схожі між собою.

III. Визначення кластеру подібності за показниками інвестиційного потенціалу країни, що оцінюється. На заключному етапі розрахунків на другому рівні ієрархії визначається місце розташування основної країни дослідження інвестиційного потенціалу та кластер, до якого вона належить.

Дана процедура реалізується шляхом введення вектору показників країни, що оцінюється  $\mathbf{x}^* = [x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*]^T$ , на вхід побудованої карти самоорганізації Кохонена. Модель визначає місце країни на гексагональній решітці нейронів та повертає координати нейрону та номер кластеру, до якого віднесено дану країну. Це дозволяє визначити коло країн світу, що подібні за показниками інвестиційного потенціалу на оцінювану країну, для подальшого проведення оцінки її інвестиційного потенціалу на підґрунті відповідного кластеру країн.

IV. *Перший рівень ієрархії.* Оцінювання інвестиційного потенціалу країни на підґрунті нечіткої логіки:

1. Обґрунтування вибору результуючого та пояснюючих показників. Першочерговою задачею при побудові моделі є обґрунтування вибору результуючого показника та визначення переліку вхідних факторів. Оскільки основним завданням нашого дослідження є моделювання інвестиційного потенціалу країни, то важливо визначитись зі змінною, яка могла б слугувати уособленням цього показника. При цьому важливо розуміти, що поняття інвестиційного потенціалу пов'язане не стільки з сучасним рівнем інвестиційних надходжень, скільки з потенційною можливістю його реалізації із залучення інвестицій в майбутньому, виходячи з поточної економічної та політичної кон'юнктури. Тож, за вихідну змінну у в результаті проведеного аналізу вирішено взяти чистий приплив прямих іноземних інвестицій (% від ВВП) наступного року після того, за який подаються дані на вхід моделі. Таким чином, при налаштуванні параметрів економіко-математичної моделі та її використанні з

метою оцінювання інвестиційного потенціалу країни, лаг між вхідними та результуючою змінними становитиме один рік.

До множини вхідних змінних відібрано показники, що є найбільш вираженими репрезентантами своїх груп за кореляційним дослідженням. Вони мають характеризуватись найбільш тісним зв'язком із максимальною кількістю інших пояснюючих змінних із своєї групи. Разом з тим, вони не повинні мати значущої взаємозалежності із іншими показниками з множини вхідних факторів моделі оцінювання інвестиційного потенціалу країни. Таким чином були відібрані показники:  $x_2$  «ВВП на душу населення (в поточних дол. США)»;  $x_{12}$  «Зайнятість у промисловості (% від загальної зайнятості)»;  $x_{17}$  «Інфляція споживчих цін (% на рік)»;  $x_{23}$  «Торгівля послугами (% від ВВП)»;  $x_{31}$  «Витрати на кінцеве споживання (% від ВВП)»;  $x_{38}$  «Індекс легкості ведення бізнесу».

2. Формування множини лінгвістичних змінних. Для формування бази знань при побудові моделі на підґрунті теорії нечіткої логіки використовуються три лінгвістичні терми для кожної змінної. Відповідно, для оцінювання всіх показників  $x_i$ ,  $i=1, \overline{I}$ ,  $I=6$  що характеризують інвестиційний потенціал країни, формується єдина шкала з трьох якісних термів:  $H$  – низький рівень показника  $x_i$ ,  $C$  – середній рівень показника  $x_i$ ,  $B$  – високий рівень показника  $x_i$ .

Для оцінювання значень результуючої лінгвістичної змінної  $y$ , що охоплює повну множину ступенів інвестиційного потенціалу країни, використовуються лінгвістичні терми:  $H$  – низький інвестиційний потенціал,  $C$  – середній та  $B$  – високий інвестиційний потенціал країни.

3. Побудова функції належності (відповідності) між множиною значень кількісної змінної та терм-множиною значень відповідної лінгвістичної змінної. На даному етапі зосереджено увагу на основних типах функцій належності та відзначено, що саме П-подібні функції належності породжують нормальні випуклі нечіткі множини, при цьому щільність нормального розподілу забезпечує унімодалність відповідної нечіткої множини.

4. Формування бази знань та правил прийняття рішень. Система на базі нечітких знань повинна містити механізм прийняття рішень, який би надав можливість робити висновок про інвестиційний потенціал країни. В табл. 1 наведено набір вирішальних правил щодо оцінювання чистого припливу прямих іноземних інвестицій (% від ВВП) наступного року на основі низки пояснюючих змінних поточного року.

Правила прийняття рішень, що свідчать про високу оцінку інвестиційного потенціалу країни, записані в останніх трьох рядках табл. 1. Представимо за допомогою функцій належності та вагових коефіцієнтів аналітичну форму запису зазначеного вирішального правила визначення високого інвестиційного потенціалу країни:

$$\begin{aligned} \mu^B(y) = & w_1^B \left[ \mu^B(x_2) \cdot \mu^C(x_{12}) \cdot \mu^C(x_{17}) \cdot \mu^B(x_{23}) \cdot \mu^C(x_{31}) \cdot \mu^B(x_{38}) \right] \vee \\ & \vee w_2^B \left[ \mu^C(x_2) \cdot \mu^B(x_{12}) \cdot \mu^C(x_{17}) \cdot \mu^C(x_{23}) \cdot \mu^C(x_{31}) \cdot \mu^{-B}(x_{38}) \right] \vee \\ & \vee w_3^B \left[ \mu^C(x_2) \cdot \mu^H(x_{12}) \cdot \mu^C(x_{17}) \cdot \mu^B(x_{23}) \cdot \mu^{-C}(x_{31}) \cdot \mu^C(x_{38}) \right] \end{aligned} \quad (6)$$

де  $\mu^{d_j}(y)$  – функція належності вектора вхідних змінних  $x_i$ ,  $i=\overline{1, I}$ , значенню  $d_j$  вихідної змінної  $y$  з множини  $\{H, C, B\}$ ;  $I$  – кількість вхідних змінних (у даній задачі  $I = 6$ );  $\mu^{a_i^{jp}}(x_i)$  – функція належності вхідної змінної  $x_i$  лінгвістичному терму  $a_i^{jp}$ ,  $j=\overline{1, m}$ ,  $i=\overline{1, I}$ ,  $p=\overline{1, k_j}$  ( $\mu^{-a}(x_i)=1-\mu^a(x_i)$ );  $m$  – кількість значень вихідної змінної  $y$  (в нашій задачі  $m = 3$ );  $k_j$  – кількість правил у базі знань, що відповідають  $j$ -му терму вихідної змінної  $y$  (у нас  $k_1 = k_2 = 4$ ,  $k_3 = 3$ );  $w_p^{d_j}$  – вага  $p$ -го правила серед тих, що відповідають терму  $d_j$  вихідної змінної. Вага являє собою число з інтервалу  $[0, 1]$ , яке характеризує впевненість експерта в кожному вибраному ним для прийняття рішення конкретному правилі (зазвичай всі ваги правил спочатку прирівнюються до одиниці та в результаті проведення оптимізації моделі на реальних даних можуть зменшуватись, якщо правило не відповідає дійсності).

Таблиця 1

## База знань щодо оцінювання інвестиційного потенціалу країни

| Лінгвістичні значення показників |          |          |          |          |          | Вага    | Вихідна змінна |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------------|
| $x_2$                            | $x_{12}$ | $x_{17}$ | $x_{23}$ | $x_{31}$ | $x_{38}$ | $w$     | $y$            |
| $C$                              | $C$      | $C$      | $H$      | $C$      | $C$      | $w_1^H$ | $H$            |
| $-C$                             | $B$      | $C$      | $C$      | $-B$     | $-C$     | $w_2^H$ |                |
| $C$                              | $C$      | $C$      | $-B$     | $-B$     | $-B$     | $w_3^H$ |                |
| $C$                              | $C$      | $C$      | $C$      | $C$      | $C$      | $w_4^H$ |                |
| $-C$                             | $C$      | $C$      | $H$      | $H$      | $C$      | $w_1^C$ | $C$            |
| $H$                              | $H$      | $C$      | $C$      | $C$      | $H$      | $w_2^C$ |                |
| $H$                              | $H$      | $-H$     | $B$      | $B$      | $B$      | $w_3^C$ |                |
| $C$                              | $-C$     | $C$      | $C$      | $C$      | $-C$     | $w_4^C$ |                |
| $B$                              | $C$      | $C$      | $B$      | $C$      | $B$      | $w_1^B$ | $B$            |
| $C$                              | $B$      | $C$      | $C$      | $C$      | $-B$     | $w_2^B$ |                |
| $C$                              | $H$      | $C$      | $B$      | $-C$     | $C$      | $w_3^B$ |                |

Джерело: розроблено автором

Подібним чином утворюються всі функціональні залежності, які втілюють у математичній формі запис правила прийняття рішень, зведені до бази знань у табл. 1. Оскільки для опису кожного терму вихідної змінної використовується різна кількість правил, то об'єднання розрахунків за усіма правилами, що відносяться до одного терму результуючого показника, доцільно здійснювати за операцію максимізації. Для того, щоб при розрахунку вихідної змінної по кожному правилу враховувати значення всіх вхідних показників, операцію

перетину функцій належності всіх вхідних змінних реалізуватимемо шляхом їх добутку:

$$y = \arg \max_{p=1, k, j, j=1, m} \left\{ w_p^{d_j} \prod_{i=1}^I \mu^{a_i^{j_p}}(x_i) \right\}, \quad (7)$$

де  $d_j = \{H, C, B\}$ .

5. Налаштування параметрів моделі. При проведенні налаштування параметрів моделі здійснюється оптимізація всіх ваг правил та параметрів функцій належності всіх вхідних та результуючої змінних з метою мінімізації функції помилки (відхилення) шляхом вибору «правильного» вектору параметрів моделі:

$$H^* = \arg \min_H u(H), \quad (8)$$

де  $H^*$  – оптимальний вектор параметрів моделі, що мінімізує функцію помилки;  $u(H)$  – функція помилки.

6. Лінгвістичний опис інвестиційного потенціалу країни та кількісне оцінювання її вихідного показника. На заключному етапі побудови системи моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни відбувається процедура дефаззифікації. Формально процедура дефаззифікації виконується наступним чином. До початку цього етапу передбачається, що відомі функції належності всіх вхідних лінгвістичних змінних у формі нечітких множин. Далі послідовно розглядається кожна з вихідних лінгвістичних змінних та відповідна до неї нечітка множина. Результат дефаззифікації для вихідної лінгвістичної змінної визначається у вигляді кількісного значення.

Етап дефаззифікації вважається закінченим, коли для кожної з вихідних лінгвістичних змінних будуть визначені кількісні значення в формі деякого дійсного числа.

Для виконання чисельних розрахунків на етапі дефаззифікації можуть бути використані такі методи, як центр тяжіння, центр ваги, центр площини тощо, які отримали назву методів дефаззифікації.

Результатом застосування подібної моделі є кількісне оцінювання чистого припливу прямих іноземних інвестицій (% від ВВП) наступного року після того, за який подаються дані на вхід моделі.

**У розділі 3 “Експериментальні дослідження економіко-математичних моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни”** здійснено комп’ютерну реалізацію побудованої у другому розділі системи економіко-математичних моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни. З цією метою окреслено коло країн дослідження та відібрано 123 країни світу. Статистична інформація зібрана з 2005 по 2014 рік. Об’єктом оцінювання виступає Україна.

В якості програмних засобів запропоновано використання продуктів Matlab та Deductor Studio для побудови та проведення модельних експериментів. Виділено основні переваги даних програмних продуктів.

На основі сформованого у другому підрозділі переліку показників побудовано штучну нейронну мережу на підґрунті карт самоорганізації

Кохонена. В результаті проведених численних експериментів було визначено оптимальну структуру карти самоорганізації країн світу за показниками інвестиційного потенціалу, що являє собою решітку розмірністю 70 на 35 нейронів, а загальна кількість нейронів сягає 2450.

Сформована структура карти самоорганізації країн світу за показниками інвестиційного потенціалу забезпечила відображення географічної організації країн, хоча жодної географічної інформації для моделі не було надано (рис. 1).

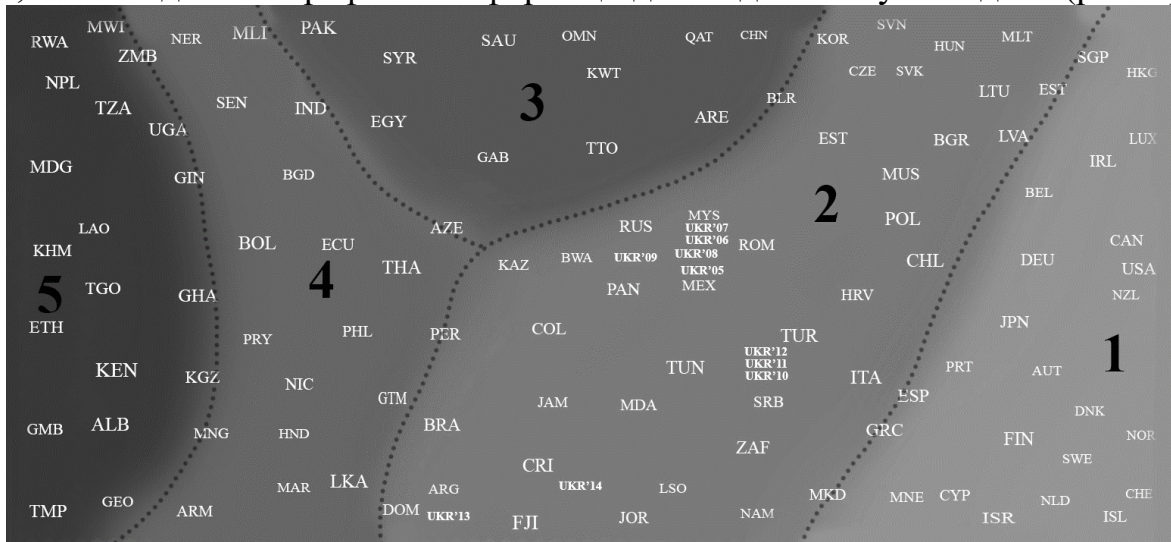


Рис. 1. Кластеризація країн світу (2005-2014 рр.) за показниками інвестиційного потенціалу

*Джерело:* розроблено автором

Так, наприклад, в правій частині карти самоорганізації здебільшого згруповані країни-учасники ОЕСР – організації економічного співробітництва та розвитку (кластер 1 на рис. 1). Значна кількість країн згрупована у другому кластері – країни Центральної та Південної Америки, Східної Європи (кластер 2). Переважна більшість арабських країн займають центральну верхню частину карти Кохонена (кластер 3). Країни Азії та Африки розташовані у лівій частині карти (4 та 5 кластери, відповідно).

У той же час, проведено поглиблений аналіз кожної із вхідних змінних за допомогою представлення у вигляді компонентної площини (component plane representations).

З аналізу низки компонентних площин можна дійти висновку, що зміна значень більшості показників відбувається здебільшого у горизонтальному напрямку. Відповідно можна дійти висновку, що і інвестиційний потенціал збільшується від країн п'ятого кластеру до країн-представників першого кластеру.

За результатами побудови карти самоорганізації визначено розташування основної країни дослідження інвестиційного потенціалу (України) та кластер, до якого вона належить. В ході експериментального дослідження Україна протягом останніх 10 років потрапляла лише до другого кластеру (рис. 1), дещо змінюючи своє розташування із року в рік.

Загалом, можна зробити висновок, що Україна найбільш подібна до країн другого кластеру за показниками інвестиційного потенціалу. Зважаючи на те, що

економіка та умови ведення інвестиційної діяльності країн з інших кластерів суттєво відрізняються від України, доречно здійснювати побудову моделі виявлення залежності впливу різноманітних факторів на інвестиційний потенціал без урахування невластивих Україні характеристик. Тобто, є сенс проводити оцінювання інвестиційного потенціалу України у порівнянні з країнами другого кластеру.

Також у розділі реалізовано модель оцінювання інвестиційного потенціалу України на підґрунті нечіткої логіки, де налаштування параметрів відповідної економіко-математичної моделі здійснювалось на основі показників країн, які разом з Україною представляють другий кластер на карті Кохонена. Побудова моделі ґрунтується на алгоритмі нечіткого логічного висновку Мамдані.

Навчальною вибіркою слугували дані щодо відібраних на першому етапі побудови нечіткої моделі шести показників оцінювання інвестиційного потенціалу  $\{x_2, x_{12}, x_{17}, x_{23}, x_{31}, x_{38}\}$  щодо всіх країн із кластера 2, сформованого на другому рівні ієрархії побудови моделі. На вихід моделі в процесі оптимізації подавались відповідні цим країнам значення чистого припливу прямих іноземних інвестицій (% від ВВП) наступного року.

У той же час була проведена оптимізація параметрів моделі на основі градієнтного підходу, яка дозволила значно підвищити точність розрахунку результуючої змінної (рис. 2).

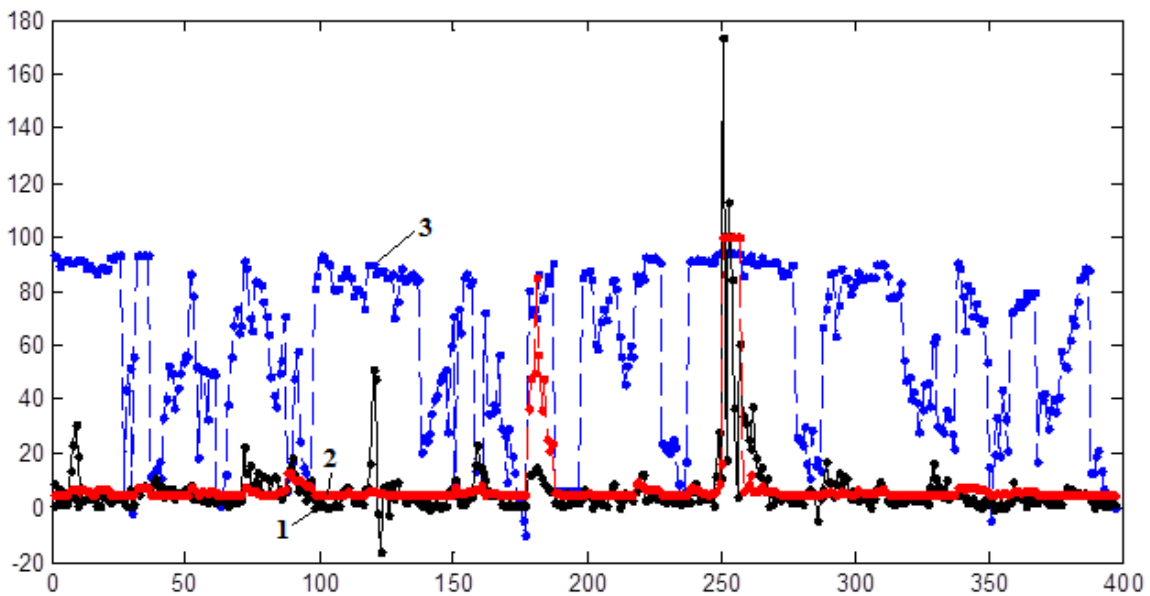


Рис. 2. Моделювання інвестиційного потенціалу країни (2005-2014 рр.) з другого кластера на основі моделі на нечіткій логіці

*Джерело:* розроблено автором.

На рис. 2 точками, що утворюють криву 1, позначені реальні дані щодо чистого припливу прямих іноземних інвестицій (% від ВВП) за 397 спостереженнями, що увійшли до навчальної вибірки. Крива 2 утворена із результатів моделювання після проведення оптимізації параметрів моделі на реальних даних, а 3 – моделювання до проведення оптимізації. Як видно з рис. 2, модель досить точно відтворює тенденції розвитку показника прямих іноземних інвестицій для країн другого кластеру, що свідчить про вдалий підхід щодо її структури та параметрів. При цьому налаштування моделі на нечіткій логіці на

даних щодо інвестиційного потенціалу країн суттєво підвищило точність розрахунку результуючої змінної.

Здійснено розрахунок інвестиційного потенціалу України. Так, якщо подати на входи моделі на нечіткій логіці значення пояснюючих змінних щодо України за 2014 рік ( $x_2 = 3082,5$  дол. США,  $x_{12} = 26,1$  %,  $x_{17} = 12,2$  %,  $x_{23} = 20,7$  %,  $x_{31} = 90,0$  %,  $x_{38} = 87$ ), отримаємо прогнозу оцінку прямих іноземних інвестицій у 2015 році на рівні 4,6 % від ВВП. За даними Всесвітнього банку у 2015 році показник прямих іноземних інвестицій України сягнув 3,5 % від ВВП, що підтверджує адекватність побудованої моделі та вказує на істотний запас інвестиційних можливостей країни.

Проведено оцінювання адекватності отриманих результатів за низкою традиційних підходів. Результати порівняння точності вказують на достатньо високу ефективність запропонованої моделі. Це пояснюється тим, що класичні економетричні підходи визначають прогнозні значення показника виключно на ретроспективних значеннях однієї країни, в той час як нейро-нечітка модель навчається одночасно на всіх можливих варіантах розвитку подій у розрізі країн другого кластеру.

Таким чином, реалізація методологічного підходу до оцінювання інвестиційного потенціалу країни з використанням розробленої у цьому дисертаційному дослідженні системи економіко-математичних моделей дозволяє ефективно оцінити інвестиційний потенціал та спрогнозувати можливі значення показника прямих іноземних інвестицій.

## ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та здійснено нове вирішення науково-практичного завдання оцінювання інвестиційного потенціалу країни, що полягає у розробці методологічного підходу та побудові на його основі системи економіко-математичних моделей. За результатами проведеного дослідження автором сформульовані такі висновки:

1. Проаналізовано основні науково-методологічні підходи до розуміння сутності інвестиційного потенціалу країни як економічної категорії. В процесі аналізу була визначена відсутність серед науковців єдиного погляду на поняття «інвестиційний потенціал». Тож було запропоновано авторське бачення цього поняття як відображення можливості залучення інвестиційних ресурсів, адекватне реагування на них, та готовності економічної системи до їх сприйняття з метою досягнення її стратегічних цілей, враховуючи умови для інвестування.

2. Проведено критичний аналіз сучасних підходів до оцінювання та моделювання інвестиційного потенціалу та виявлено, що переважна більшість сучасних досліджень використовує експертний підхід, який характеризується низкою недоліків: суб'єктивність отриманих оцінок, низька ефективність в умовах багатокритеріальності, відсутність можливості налаштування на реальних даних тощо.

3. Запропоновано методологічний підхід до оцінювання інвестиційного потенціалу країни, що ґрунтується на ієрархічній системі оцінювання інвестиційного потенціалу та складається з трьох рівнів ієрархії. Дана система



передбачає побудову моделей з використанням апарату нейронних мереж та нечіткої логіки.

4. Визначено систему показників для оцінювання інвестиційного потенціалу країни. Набір даних був сформований так, щоб відобразити якомога більше аспектів інвестиційної діяльності країни як з боку потенційного інвестора, так і зі сторони країни-реципієнта. Визначено шість груп показників, що визначають інвестиційний потенціал країни: групи показників ВВП, ринку трудових ресурсів, специфіки ціноутворення, торгівлі, уряду та бізнесу. Кожна з цих груп, у свою чергу, характеризується різноманітними фінансово-економічними показниками, які в повній мірі визначають їх рівень ефективності та впливу на інвестиційний потенціал країни.

5. Враховуючи, що поняття інвестиційного потенціалу пов'язане з потенційною можливістю його реалізації із залучення інвестицій в майбутньому, виходячи з поточної економічної та політичної кон'юнктури, за вихідну змінну в результаті проведеного аналізу обрано чистий приплив прямих іноземних інвестицій (% від ВВП) наступного року. Таким чином, при налаштуванні параметрів економіко-математичної моделі та її використанні з метою оцінювання інвестиційного потенціалу країни лаг між вхідними та результуючою змінними становитиме один рік.

6. У рамках розробленого методологічного підходу побудовано економіко-математичну модель кластеризації країн світу за показниками інвестиційного потенціалу, що ґрунтується на використанні карт самоорганізації Кохонена. Дана модель дозволяє формувати групи країн світу, що подібні між собою за умовами ведення інвестиційної діяльності. В процесі побудови сформульовано низку рекомендацій щодо альтернативних напрямків визначення розмірності карти, міри відстані між нейронами, функцій швидкості навчання та сусідства.

7. Відповідно до запропонованого методологічного підходу побудовано систему оцінювання інвестиційного потенціалу країни з використанням апарату нечіткої логіки. Розроблена економіко-математична модель володіє здатністю до налаштування власних параметрів на реальних даних відповідно до особливостей ведення інвестиційної діяльності в країнах, що були зведені до одного кластеру на карті Кохонена.

8. Ґрунтуючись на сформованій інформаційній базі проведено експериментальне дослідження з визначення інвестиційного потенціалу України із застосуванням розробленої системи моделей. Аналіз результатів проведених комп'ютерних експериментів з використанням системи моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни свідчить про їх високу ефективність і наукову обґрунтованість, та підтверджує доцільність застосування розробленого методологічного підходу та відповідного модельного інструментарію.

9. Запропонований методологічний підхід та рекомендації щодо застосування системи економіко-математичних моделей на підґрунті інструментарію нейронних мереж та нечіткої логіки дозволяють здійснити оцінювання інвестиційного потенціалу країни та прогнозування показників її розвитку з метою підвищення ефективності прийняття управлінських рішень як для країни-реципієнта (з метою підвищення інвестиційної привабливості), так і

для потенційного інвестора (з метою пошуку найбільш привабливих та неризикових ринків).

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*У наукових фахових виданнях:*

1. Мірошніченко І. В. Теоретичні основи моделювання інвестиційного потенціалу України / І. В. Мірошніченко // Наукові записки. Серія «Економіка»: Збір. наук. праць. Вип. 18. – Острого: Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2011. – С. 572-582. – (0,6 друк. арк.).

2. Мірошніченко І. В. Ієрархічна логіко-лінгвістична модель оцінювання інвестиційного потенціалу України з урахуванням ризику / Г. І. Великоіваненко, І. В. Мірошніченко // Культура народів Причорномор'я: журнал. – 2012. – № 231. – С. 14-18. – (0,4 друк. арк., особисто автору – 0,25 друк. арк., запропоновано перелік вхідних показників моделі та процедуру згортання рівнів ієрархії).

*У наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:*

3. Мірошніченко І. В. Дослідження взаємозв'язків між показниками інвестиційного потенціалу України на основі карт самоорганізації / І. В. Мірошніченко // Економічний аналіз. Збір. наук. праць. (Index Copernicus, Google Scholar, Research Bible, WorldCat, OAJL, Citefactor) Том 14. – №2. – Тернопіль: 2013. – С. 63-69. (0,5 друк. арк.).

4. Мірошніченко І. В. Модель оцінювання інвестиційного потенціалу країни / І. В. Мірошніченко // Інвестиції: практика та досвід (Index Copernicus, Scientific Indexing Services, Google Scholar) – Київ: ТОВ «ДКС Центр», 2016. – №7. – С. 81-85. (0,6 друк. арк.).

5. Мірошніченко І. В. Модель оцінювання інвестиційного потенціалу України на підґрунті нечіткої логіки [Електронний ресурс] / І. В. Мірошніченко // Ефективна економіка (Index Copernicus, Scientific Indexing Services, Google Scholar). – 2016. – №5. – Режим доступу до журналу: <http://www.economy.nayka.com.ua> (0,6 друк. арк.).

*В інших виданнях:*

6. Мірошніченко І. В. Сутність і підходи до аналізу інвестиційного потенціалу / І. В. Мірошніченко // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем: сборник научных трудов IV Международной школы-симпозиума АМУР-2010, Севастополь, 13-19 сентября 2010. – Симферополь: ТНУ им. В.И. Вернадского, 2010 – С. 253-256. – (0,3 друк. арк.).

7. Мірошніченко І. В. Теоретичне підґрунтя оцінювання інвестиційного потенціалу України / Г. І. Великоіваненко, І. В. Мірошніченко // Інформаційні технології та моделювання в економіці: Зб. Наук. Праць третьої Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси, 22-25 квітня 2012 р. – С. 37-39. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,05 друк. арк., досліджено теоретичне підґрунтя формування інвестиційного потенціалу країни та масив факторів впливу).

8. Мірошніченко І.В. Ієрархічна модель оцінювання інвестиційного потенціалу країни / Г.І. Великоіваненко, І.В. Мірошніченко // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем: сборник научных трудов VI Международной школы-симпозиума АМУР-2012, Севастополь, 17-23 сентября 2012 – С. 74-75. – (0,1 друк. арк., особисто автору – 0,05 друк. арк., запропонована лінгвістична модель оцінювання інвестиційного потенціалу країни).

9. Мірошніченко І.В. Використання інструментарію нейронних мереж у моделюванні інвестиційного потенціалу країни / І. В. Мірошніченко // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці : матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції – Чернівці, 14-17 травня 2013. – С. 196-197. – (0,12 друк. арк.).

10. Мірошніченко І.В. Використання карт самоорганізації Кохонена в аналізі взаємозв'язків показників інвестиційного потенціалу України / І. В. Мірошніченко // Теоретико-методологічні і науково-практичні засади інформаційного, фінансового та облікового забезпечення розвитку економіки : збірник тез доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 21-22 листопада 2013 р. – Черкаси : СУЕМ, 2013. – С. 23-25. – (0,1 друк. арк.).

11. Мірошніченко І.В. Комплекс моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни / І. В. Мірошніченко // Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки: Зб. наук. пр. П'ятої Міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 26-28 квітня 2016р. – С. 147-150. – (0,1 друк. арк.).

## АНОТАЦІЯ

**Мірошніченко І. В. Система моделей оцінювання інвестиційного потенціалу країни. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук зі спеціальності 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – ДВНЗ „Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана”. – Київ, 2016.

У дисертаційній роботі уточнено категоріальний апарат і сутність інвестиційного потенціалу країни, основні підходи до його оцінювання. Запропоновано методологічний підхід до оцінювання інвестиційного потенціалу країни. Побудовано комплексну економіко-математичну модель, що складається з трьох рівнів ієрархії та ґрунтується на використанні апарату штучних нейронних мереж, а саме карт самоорганізації Кохонена, та інструментарії теорії нечіткої логіки. Запропоновано ряд вхідних показників що найбільше характеризують інвестиційний потенціал країни. Проведено аналіз сучасного стану країн світу за показниками інвестиційного потенціалу. Визначено кластер країн, подібних до України за показниками інвестиційного потенціалу. Запропоновано застосування інструментарію теорії нечіткої логіки на першому рівні ієрархії з метою оцінювання інвестиційного потенціалу країни. Проаналізовано наявність взаємозалежностей між пояснюючими змінними шляхом виявлення кореляційних зв'язків. Визначено ряд вхідних показників, що

є репрезентантами своєї груп. Сформовано терми для кожної з вхідних та вихідної змінної. Задано вигляд функцій належності термів та їх параметрів. Сформована база знань та правил прийняття рішень. Проведена оптимізація всіх ваг правил та параметрів функцій належності всіх вхідних та результуючої змінних. Отримано лінгвістичний опис інвестиційного потенціалу країни та кількісна оцінка прямих іноземних інвестицій (% від ВВП) на наступний рік.

Проведене експериментальне дослідження засвідчило адекватність побудованих моделей та ефективність їх застосування з метою підтримки прийняття управлінських рішень.

**Ключові слова:** інвестиційний потенціал, штучна нейронна мережа, ієрархічна модель, нечітка логіка, карта Кохонена.

## АННОТАЦІЯ

**Мирошніченко І. В. Система моделей оцінювання інвестиційного потенціала країни. – Рукопись.**

Диссертация на соискание учёной степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.11 – математические методы, модели и информационные технологии в экономике. – ГВУЗ “Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана”. – Киев, 2016.

В диссертационной работе уточнен категориальный аппарат и сущность инвестиционного потенциала страны, основные подходы к его оцениванию на основе реализации разработанного комплекса экономико-математических моделей и соответствующего инструментария, их практического применения для принятия эффективных управленческих решений и поддержки процессов деятельности экономической системы.

Выделены специфические особенности формирования инвестиционного потенциала страны и очерчены методологические положения, которые дают возможность сформировать надежную и устойчивую систему управления, где основной задачей является достижение стратегических инвестиционных целей страны. Определена система показателей инвестиционного потенциала, которые стали основой для обоснования оценки инвестиционного потенциала страны. Предложен методологический подход к оцениванию инвестиционного потенциала страны. Процесс вычислительных экспериментов по оцениванию инвестиционного потенциала страны разбит на три уровня:

- на нижнем уровне сбор и обработка входящих показателей, которые описывают как можно больше аспектов инвестиционного потенциала страны как со стороны потенциального инвестора, так и со стороны страны-реципиента.
- на среднем уровне производится кластеризация отобранных стран за соответствующими показателями инвестиционного потенциала с целью определения группы стран, которые наиболее похожи со страной, инвестиционный потенциал которой оценивается.
- на верхнем уровне учитывая результаты среднего уровня производится оценивание инвестиционного потенциала страны с использованием инструментария теории нечеткой логики

Проведен анализ современной ситуации стран мира за показателями инвестиционного потенциала. Определен кластер стран, подобных Украине за показателями инвестиционного потенциала. Предложено использование инструментария теории нечеткой логики на первом уровне иерархии с целью оценивания инвестиционного потенциала страны. Проанализирована наличие взаимосвязей между объясняющими переменными путем выявления корреляционных связей. Определен ряд входных показателей-репрезентантов своих групп. Сформированы термы для каждой переменной. Задан вид функций принадлежности термов и их параметры. Сформирована база знаний и правил принятия решений. Проведена оптимизация всех весов правил и параметров функций принадлежности. Получены лингвистическое описание инвестиционного потенциала страны и количественная оценка выходной переменной на следующий год.

Разработаны рекомендации по применению комплекса моделей для оценивания инвестиционного потенциала страны. Полученные результаты являются основой для дальнейшего усовершенствования экономико-математических моделей, их применение для принятия решений по вопросам аналитической и информационной поддержки процессов оценивания инвестиционного потенциала страны. Проведённое экспериментальное исследование показало адекватность построенных моделей и эффективность их использования с целью поддержки принятия решений.

**Ключевые слова:** инвестиционный потенциал, искусственная нейронная сеть, иерархическая модель, нечеткая логика, карта Кохонена.

## ANNOTATION

### **Miroshnychenko I. V. System of evaluation models of state investment potential. – Manuscript.**

Thesis for degree of candidate in economics by specialty 08.00.11 – Mathematical methods, models and information technologies in economics. – SHEE “Kyiv national economic University named after Vadym Hetman”. – Kyiv, 2016.

The categorical apparatus and the essence of investment potential, the main approaches to its estimation are revealed in the thesis. The methodological approach to the assessment of investment potential is provided. The integrated model, that consists of three levels of hierarchy and based on using artificial neural networks (Kohonen self-organizing maps) and tools of fuzzy logic theory, is constructed. Suggested several input indicators, which characterize investment potential of the country. Analyzed the current state of the world's countries in terms of investment potential. Also, the cluster of countries similar to Ukraine in terms of investment potential has been defined. Suggested the usage of the tools of theory of fuzzy logic on the first level of the hierarchy to assess the investment potential. Also the presence of interdependencies between explanatory indicators by identifying correlations was analyzed. Determined the number of input parameters that are representants their groups. Formed theme for each input and output variable. Given the appearance of functions of terms and their parameters. Formed the base of knowledge and rules of decision-making. Conducted

the optimization of all weights of the rules and parameters of membership functions of all the incoming and the resulting variables. Obtained linguistic description of the country's investment potential and quantification of the foreign direct investment for the next year.

Conducted experimental research confirms the adequacy of constructed models as well as effectiveness of their use to support decision-making.

**Key words:** investment potential, artificial neural network, hierarchical model, fuzzy logic, Kohonen's map.