

РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ НЕЙРО-НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

В. В. Огліх

Канд. фіз.-мат. наук,
доцент кафедри економічної кібернетики
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
проспект Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010, Україна
oglih@list.ru

Г. О. Бесчастна

Магістр з економічної кібернетики
Державний вищий навчальний заклад «Київський національний
економічний університет імені Вадима Гетьмана»
проспект Перемоги, 54/1, м. Київ, 03680, Україна
gbeschastna@gmail.com

Дана стаття містить результати дослідження в сфері рейтингування страхових компаній, зокрема аналіз існуючих принципів та розробку ефективного підходу до вибору страхових партнерів комерційними банками задля підвищення рівня фінансової надійності та прибутковості останніх на засадах економіко-математичного моделювання. Аналіз результатів проведених експериментів виявив невідповідність традиційних підходів реальним умовам функціонування банків і страхових компаній. Запропонований підхід, який базується на принципах нейро-нечіткого моделювання та експертних методах, поєднує сценарні розрахунки з урахуванням якісних і кількісних показників, експертні знання у предметній області. Це дозволяє досягти топологічної впорядкованості об'єктів, провести групування та проаналізувати динаміку розвитку страховиків. Апробація моделей взаємодій банків і страхових компаній, проведена на даних щодо діяльності страховиків України у період 2008—2012 рр., підтвердила ефективність запропонованого математичного інструментарію для отримання адекватних рейтингових оцінок страхових компаній.

Ключові слова. *Страхові компанії, комерційні банки, карти самоорганізації Кохонена, нечітка логіка, експертні методи.*

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ УКРАИНЫ НА ОСНОВЕ НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В. В. Оглих

Канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры экономической кибернетики

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
проспект Гагарина, 72, г. Днепропетровск, 49010, Украина

oglih@list.ru

Г. А. Бесчастная

Магистр по экономической кибернетике

Государственное высшее учебное заведение «Киевский национальный
экономический университет имени Вадима Гетьмана»
проспект Победы, 54/1, г. Киев, 03680, Украина

gbeschastna@gmail.com

Данная статья содержит результаты исследования в сфере рейтингования страховых компаний, в частности анализ существующих принципов и разработку эффективного подхода к выбору страховых партнеров коммерческими банками для повышения уровня финансовой надежности и доходности последних на основе экономико-математического моделирования. Анализ результатов проведенных экспериментов дал возможность обнаружить несоответствие традиционных подходов реальным условиям функционирования банков и страховых компаний. Предложенный подход, основанный на принципах нейро-нечеткого моделирования и экспертных методах, сочетает сценарные расчеты с учетом качественных и количественных показателей, экспертные знания в предметной области. Это позволяет достичь топологической упорядоченности объектов, провести группировку и проанализировать динамику развития страховщиков. Апробация моделей взаимоотношений банков и страховых компаний, проведенная на данных о деятельности страховщиков Украины в период 2008-2012 гг., подтвердила эффективность предложенного математического инструментария для получения адекватных рейтинговых оценок страховых компаний.

Ключевые слова. *Страховые компании, коммерческие банки, карты самоорганизации Кохонена, нечеткая логика, экспертные методы.*

RATING ASSESSMENT OF UKRAINIAN INSURANCE COMPANIES BASED ON NEURO-FUZZY MODELING

Valentyna Oglih

PhD (Physics and Mathematical Sciences)

Associate Professor, Department of Economic Cybernetics

Oles Honchar Dnepropetrovsk National University

72 Gagarin Avenue, Dnipropetrovsk, 49010, Ukraine

oglih@list.ru

Halyna Beschastna

Master's Degree in Economic Cybernetics

State Higher Educational Establishment

«Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman»

54/1 Peremogy Avenue, Kyiv, 03680, Ukraine

gbeschastna@gmail.com

This article contains the results of research in field of rating processes of insurance companies, in particular the analysis of existing policies and developing of an effective approach to the selection of insurance partners by commercial banks in order to improve profitability and financial reliability of banks on the basis of economic and mathematical modeling. Analysis of the results of the experiments provided an opportunity to detect in consistencies of traditional approaches to real conditions of functioning of banks and insurance companies. The suggested approach, which is based on the principles of neuro-fuzzy modeling and expert methods, combines scenario calculations with considering qualitative and quantitative indicators, experts' knowledge in the subject area. It allows to reach a topological ordering of objects, defining clusters and analysing the dynamics of development of insurers. Approbation of the models performed on data of insurers, which was working in Ukraine in 2008-2012. It helped to confirm the effectiveness of mathematical tools for getting adequate ratings of insurance companies.

Keywords. *Insurance companies, commercial banks, Kohonen self-organizing maps, fuzzy logic, expert methods.*

Фінансова криза 2008—2009 рр. внесла суттєві зміни у здавалось би відносно непорушну та загальноприйнятну структуру як українського, так і світового фінансових ринків, та змусила повністю переглянути усталені відносини між його учасниками. Зокрема, стало зрозуміло, що існуюча система взаємодії комерційних банків і страховиків, яка є невід'ємною складовою функціонування будь-якої економіки, виявилась неефективною та вимагає повного перегляду основних принципів спільної роботи.

Для фінансових установдієвим інструментом подолання кризових явищ є часткове або повне страхування своїх кредитних портфелів, що дає їм можливість отримати компенсацію від свого страхового партнера у разі прострочення виплат за кредитами та виключити неякісну заборгованість з балансу у подальшому. Ще одним важливим аспектом встановлення взаємовигідного та збалансованого партнерства є готовність банку обслуговувати фінансові операції страхової компанії. Таким чином, для комерційного банку при виборі свого страхового партнера ключовими критеріями виступають надійність та ефективність страхової компанії.

Для розуміння того, які ж саме страхові компанії є більш стійкими та заслуговують на акредитацію банку, його фахівцям необхідно проаналізувати значний обсяг інформації різного характеру, якість котрої досить часто викликає сумніви. Додатковою складністю при аналізі діяльності страховиків та їх рейтингуванні є недостатність спеціалістів з необхідним досвідом і кваліфікацією, які здатні проаналізувати великий масив іноді суперечливих показників у розрізі ринку страхових послуг, для якого характерна постійна зміна складу учасників та динамічний розвиток.

Притаманна банкам політика вибору страхового партнера, яка полягала у лобіюванні, а також у акредитації компаній, які були готові платити їм непомірно завищені комісії, та майже повному ігноруванні рівня їх платоспроможності відносно виплати компенсацій, довела свою недієздатність. В умовах різкого підвищення обсягів виплат і зниження темпів кредитування такі страхові компанії виявилися неспроможними виплачувати банкам не тільки комісії, а й страхові компенсації. Засвоївши даний урок, фінансові установи стали більш прискіпливо ставитися до аналізу фінансового стану страховиків і їх здатності виконувати свої зобов'язання.

Таким чином, перед банками постала проблема розробки автоматизованої системи відбору та класифікації своїх страхових партнерів, яка б дозволила оцінити страховиків у контексті перебігу процесів, що протікають на страховому ринку [1].

Застосування методик, що традиційно використовуються провідними рейтинговими агенціями для оцінки компаній, які діють у недосконалому страховому полі України на фоні дефіциту компетентних спеціалістів, є майже неможливим.

Однак, суттєву роль засади рейтингування відіграють саме у ході аналізу роботи страхового сектора через значну долю невизначеності характеристик роботи страховиків. Хоча, поняття «рейтинг» на даний момент зустрічається майже у всіх сферах економічної діяльності.

Не один рік питання щодо принципів і підходів до об'єктивного визначення рейтингів вивчається широким колом як вітчизняних, так іноземних науковців та аналітиків.

У сучасній науковій літературі існує досить велика кількість запропонованих дефініцій поняття «рейтинг». Наприклад, О. В. Кузьменко визначає рейтинг як процедуру аналізу, у результаті якої об'єкт отримує певну оцінку, що відповідає його нинішньому фінансовому стану та прогнозу діяльності [2, с. 166]. Відповідно до визначення Г. В. Осовської [2], рейтинг – інтегрований показник, що характеризує місце окремих структур у загальній їхній сукупності; або оцінка, віднесення до класу, розряду, категорії. У той же час А. Т. Ковальчук у «Фінансовому словнику» надає таке визначення: «рейтинг — показник, що характеризує віднесення до розряду, категорії; а також показник відносної кредитоспроможності визначеного позичальника або якості та надійності цінних паперів, який обчислює авторитетне агентство. Рейтинг може позначатися по-різному. Так, у США він починається від «потрійного А» і далі знижується. Найвищі за надійністю щодо виплат відсотків і погашення цінні папери відносять до категорії «ААА», найнижчі — до категорії «С»» [3, с. 210].

Вагомий внесок у дослідження та розробку основних теоретичних засад до підходів рейтингування економічних суб'єктів зробили вітчизняні науковці Г. Л. Вознюк, А. Г. Завгородній, А. М. Карминский, В. В. Корнєєв, Л. Ш. Лазовський, Р. А. Павлов, Л. В. Руденко, С. О. Смирнов, Е. Б. Стародубцева, Н. В. Ткаченко та інші.

Аналіз нормативно-правової бази України стосовно визначення рейтингових оцінок регіонів, галузей національної економіки та суб'єктів господарювання показав, що відповідно схваленому Кабінетом Міністрів України розпорядженню від 01.04.2004 № 208-р визначення ступеня ефективності фінансової установи, виконання нею фінансових нормативів і рівня ризикованості її діяльності встановлюються за результатами рейтингування. Однак, конкретної методики та основних принципів до визначення рейтингових оцінок не надається.

Залежно від аспектів дослідження проблем значна увага іноземних та вітчизняних авторів приділялась питанню визначення фінансової надійності, рівня ризикованості та визначення рейтингових оцінок страхових компаній. Зокрема, це стосується робіт Н. М. Внукова, Л. В. Временко, А. Ю. Казак, Г. В. Кравчук, О. Л. Ольховська, Ю. Е. Слепухіна, В. І Успенко та Л. В. Шірінян [4—8].

Проблемі оцінки фінансових ризиків і надійності страхових компаній присвячено роботи [4; 5], але в них основна увага приділена теоретичним аспектам та актуальності, в той час як практична складова та конкретні методики рейтингування майже відсутні. У [6] автор пропонує діагностувати ризик банкрутства страховиків за допомогою моделі, яка базується на нечіткій логіці. Однак, хоча модель, параметри якої налаштовані на реальних даних, дозволяє класифікувати компанії на банкрути та стабільно функціонуючі з урахуванням експертних знань, вона не дає можливості оцінити динаміку розвитку страховика та його положення на ринку відносно інших учасників, що є досить важливим при виборі комерційним банком свого страхового партнера.

Окрема увага приділялась дослідженню та аналізу методологій визначення рейтингових оцінок для страхових компаній. Зокрема, в [7] автор пропонує визначити рейтинг кожної окремої страхової компанії, аналізуючи показники рентабельності, ліквідності активів, маневреності власних засобів і незалежності страховика. Хоча, в такий спосіб і можна достатньо адекватно оцінити поточний стан компаній, однак, визначити рівень надійності та проаналізувати динаміку її розвитку не є можливим.

Розглянутий у [8] підхід до рейтингування учасників ринку страхових послуг України шляхом оцінки якості страхових послуг з точки зору як страховика, так і страхувальника, спирається

лише на оцінки експертів, що робить його суб'єктивним. На наш погляд, цього недостатньо, оскільки при визначенні рейтингових оцінок слід брати до уваги широке коло показників як якісного, так і кількісного характеру.

Аналіз методів, які застосовують іноземні агенції, наприклад «Moody's», «Standard&Poor's», «Fitch», «A. M. Best», «Dun&Bradstreet» і «KPMG» [9—14], показав, що розроблені ними системи оцінки фінансової стійкості страхових компаній, а також їх класифікації, у більшості випадків не можуть адекватно описати український ринок з його динамічними змінами та ускладненнями прогнозування. Вони орієнтовані на аналіз підприємств розвинених країн, яким притаманні відносно стабільні темпи розвитку, низький рівень «тіньової економіки» та чітко визначена нормативно-правова база.

У Росії достатньо поширеними є методики таких агентств, як «Експерт РА», «Рейтор», «Рус-Рейтинг» і «АК&М». Результат їх застосування занадто залежить від суб'єктивних оцінок експертів і рівня їх кваліфікації.

В Україні також існують деякі методи оцінки, хоча більшість авторитетних страхових видань [15—17] формують рейтинги страховиків України за кожним показником або видом страхування окремо, не пропонуючи комплексної оцінки. На даний момент на вітчизняному ринку представлені такі рейтингові агенції, як «ІВІ-Рейтинг», «Кредит-Рейтинг», «Рюрик» і «Експерт-Рейтинг», з яких тільки дві здійснюють рейтингування страховиків за всіма видами послуг, включаючи страхування життя.

Ще одним недоліком українських рейтингів страховиків є те, що жодний з них не відображає інформацію про споживчі якості, оскільки більшість аудиторських звітів компаній, на базі яких формуються рейтинги, мають досить очевидні ознаки фальсифікацій. Зокрема, за результатами рейтингів, які складаються відомим і поважним страховим виданням «InsuranceTop» [15], лідери ринку практично не змінюються за кожною характеристикою роботи страхових компаній. Цей факт викликає підозри багатьох спеціалістів, бо всі лідируючі компанії є членами «Ліги страхових організацій України», офіси якої знаходяться в одній будівлі з офісом «InsuranceTop». Дані, наведені у статті генерального директора «Асоціації страховиків України» Л. Хоріна «Чи можна довіряти рейтингу «InsuranceTop»?» [18], свідчать про те, що фінансування роботи досить дорогого видавництва, оновлення ін-

формації, збір статистичних даних і рейтингування проводять виключно за рахунок співробітників редакції, що також викликає сумніви щодо адекватності та об'єктивності інформації «InsurganceTop».

Держкомісія з регулювання ринків фінансових послуг України розробила ряд рекомендацій щодо аналізу структури та функціонування ринку страхових послуг [19], які майже не беруться до уваги вітчизняними рейтинговими агенціями та страховими виданнями.

Незважаючи на велику кількість наукових робіт, присвячених питанню рейтингування страхових компаній, досі так і не було розроблено підходу, який би адекватно відображав структуру та основні засади функціонування страхового ринку України та його взаємодії з банківським сектором. Тобто, дана проблема досліджена недостатньо та потребує найскорішого вирішення.

Наукове обґрунтування пріоритетів щодо співпраці банків і страхових компаній має базуватися на застосуванні економіко-математичної методології, яка б включала оцінку як якісних, так і кількісних показників їх роботи. Для забезпечення такої можливості авторами цієї статті запропоновано у ході розробки підходу до рейтингування страхових компаній застосувати інструментарій карт самоорганізації (SOM) Кохонена в поєднанні з принципами нечіткого моделювання та експертними методами.

Розробкою, дослідженням та порівнянням різноманітних методів експертних оцінок займалися Б. Г. Литвак [20], Г. М. Гнатієнко [21], Ю. Ф. Мартем'янов [22], а також багато інших вітчизняних та іноземних науковців.

Для подальшої обробки якісних показників доцільно застосувати методи нечіткого моделювання, які є ефективним інструментом для врахування експертних знань та обробки лінгвістичної інформації. Основний фундамент теорії нечітких множин було закладено професором Лотфі Заде [23], а в Україні розробкою та впровадженням різноманітних нечітких моделей займалися провідні науковці В. В. Вітлінський [24], К. Ф. Ковальчук [25], А. В. Матвійчук [26], С. Д. Штовба [27] та ін. Залучення до нечітких моделей технології нейронних мереж забезпечує можливість автоматичного налагодження їх параметрів з урахуванням кількісних та якісних факторів і надає низку додаткових переваг у ході моделювання фінансово-економічних систем.

Сучасні методики рейтингування використовують карти самоорганізації Кохонена здебільшого для аналізу фінансової стійкості фінансових установ і визначення їх положення на ринку відносно інших його учасників [9; 10]. Утім, практичний досвід щодо їх застосування для дослідження процесів в українській економіці більш пов'язаний з аналізом діяльності комерційних банків і тому потребує адаптації для страхових компаній.

Таким чином, зважаючи на високий рівень актуальності зазначеної проблеми та коло нерозв'язаних задач, метою даного дослідження є підвищення рівня фінансової надійності та прибутковості комерційних банків шляхом ефективного вибору страхових партнерів на засадах економіко-математичного моделювання.

Зауважимо, що основна складність у ході розробки підходу до рейтингування страхових компаній полягає в тому, що для одержання результатів, які будуть адекватно відображати існуючу структуру та принципи функціонування страхового ринку, слід проаналізувати показники не тільки кількісного, а й якісного характеру.

Задача полягає у такому: потрібно сформувати рейтинги, які будуть адекватно відображати функціонування страховиків відносно інших у нестационарному середовищі українського страхового сектору, та проаналізувати динаміку їх роботи.

Можна припустити, що стратегія управління страхових компаній суттєво впливає на фінансовий стан, відображає їх місце на страховому ринку і віддзеркалюється у підсумковому інтегральному показнику стійкості та розвитку.

Відомо, що діяльність p страхових компаній протягом m періодів часу характеризується за $\tilde{n}$ кількісними показниками, які занесені у матрицю $\tilde{A} = \{\tilde{a}_{ijk}\}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, \tilde{n}}; k = \overline{1, p}$, та z якісними показниками, які містяться в $\bar{A} = \{\bar{a}_{ijk}\}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, z}; k = \overline{1, p}$, де елемент $\bar{a}_{ijk}$ – це лінгвістична оцінка k -го страховика за j -м якісним показником протягом i -го періоду часу.

Задля рейтингування учасників ринку страхових послуг, аналізуючи набір іноді суперечливих характеристик діяльності страхових компаній, необхідно:

— сформувати матрицю кількісних оцінок якісних показників $Q = \{q_{ijk}\}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, z}; k = \overline{1, p}$ на основі відповідних лін-

гвістичних оцінок з якісних показників матриці $\bar{A} = \{\bar{a}_{ijk}\}$ із застосуванням експертних методів;

— отримати підсумкову кількісну оцінку якісних показників діяльності страхових компаній на українському ринку на базі матриці Q , тобто матрицю $H = \{\gamma_{ik}^*\}; i = \overline{1, m}; k = \overline{1, p}$;

— сформувати набір інформативних показників кількісного характеру, тобто матрицю $A = \{a_{ijk}\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, k = \overline{1, p}, n = \tilde{n} + 1$, де n —кількість показників, що мають кількісний характер. У кожен i -ий період часу елемент a_{ink} буде приймати значення $\gamma_{ik}^*, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}$;

— встановити адекватну з огляду на задачі дослідження кількість кластерів g для розподілу серед них страхових компаній і надати їм лінгвістичну оцінку;

— визначити шляхом послідовних математичних перетворень місце на ринку страхових послуг кожної з p компаній та розподілити їх за g кластерами в момент часу $i, i = \overline{1, m}$;

— за підсумками кластеризації у різні періоди часу отримати підсумковий інтегральний показник стійкості та розвитку для кожного k -го страховика, тобто $O = \{o_k\}, k = \overline{1, p}$.

Загальну схему реалізації розробленого підходу до рейтингування страхових компаній, який включає всі зазначені етапи, зображено на рис. 1.

Розглянемо алгоритм задачі визначення підсумкового інтегрального показника стійкості та розвитку для учасників страхового ринку більш детально.

На підставі заданої матриці $\bar{A} = \{\bar{a}_{ijk}\}$ формуємо матрицю експертних оцінок $Q = \{q_{ijk}\}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, z_q}; k = \overline{1, p}$. Для отримання попередніх числових оцінок q_{ijk} за z суб'єктивними характеристиками, які неможливо формалізувати математичними способами без їх попередньої обробки, можна скористатись одним із методів експертних оцінок.

Етапи отримання оцінок якісних суб'єктивних характеристик діяльності страхових компаній такі:

- визначення мінімально-необхідної кількості експертів;
- оцінка рівня компетентності експертів;
- вибір найбільш компетентних експертів;

- оцінка альтернатив та визначення їх корисності;
- визначення ступеня узгодженості оцінок об'єктів експертизи;
- аналіз отриманих результатів експертизи.

На розмір експертної групи впливає величезна кількість факторів і передумов, які залежать від ступеня актуальності проблеми, що вирішують. Будемо розраховувати мінімально-необхідну кількість експертів як:

$$N_{\text{ex min}} = 0,5 * (3/\varpi + 5), \quad (1)$$

де $\varpi \in (0;1)$ — можлива помилка результатів експертизи, що задається особою, яка проводить експертизу [20].

Оцінки рівня компетентності експертів отримують за допомогою методу колективної оцінки, який наведено в [28]. Згідно цього методу кожен з N_{over} наявних експертів повинен обрати $N_{\text{ex min}}$ найкомпетентніших, на його думку, колег. У результаті чого формується матриця:

$$\tilde{\Psi} = \{\tilde{\psi}_{\tau\pi}\}, \tau = \overline{1, N_{\text{over}}}, \pi = \overline{1, N_{\text{over}}}, \quad (2)$$

де $\tilde{\psi}_{\tau\pi} \in \{0;1\}$, тобто, якщо τ -го експерта було вибрано π -м експертом, то $\tilde{\psi}_{\tau\pi} = 1$, та 0 у протилежному випадку. Оскільки експерт не може обрати сам себе, то $\tilde{\psi}_{\tau\tau} = 0 \quad \forall \tau$.

Кожен експерт може обрати лише $N_{\text{ex min}}$ експертів, тому справедливо таке:

$$\sum_{\tau=1}^{N_{\text{over}}} \tilde{\psi}_{\tau\pi} = N_{\text{ex min}}, \pi = \overline{1, N_{\text{over}}}. \quad (3)$$

Сума голосів, яку отримав кожен експерт τ , знаходиться за формулою:

$$\tilde{\psi}_{\tau} = \sum_{\pi=1}^{N_{\text{over}}} \tilde{\psi}_{\tau\pi}, \tau = \overline{1, N_{\text{over}}}. \quad (4)$$

Отримане значення $\tilde{\psi}_{\tau}$ буде розглядатися як вага суджень щодо τ -го експерта.

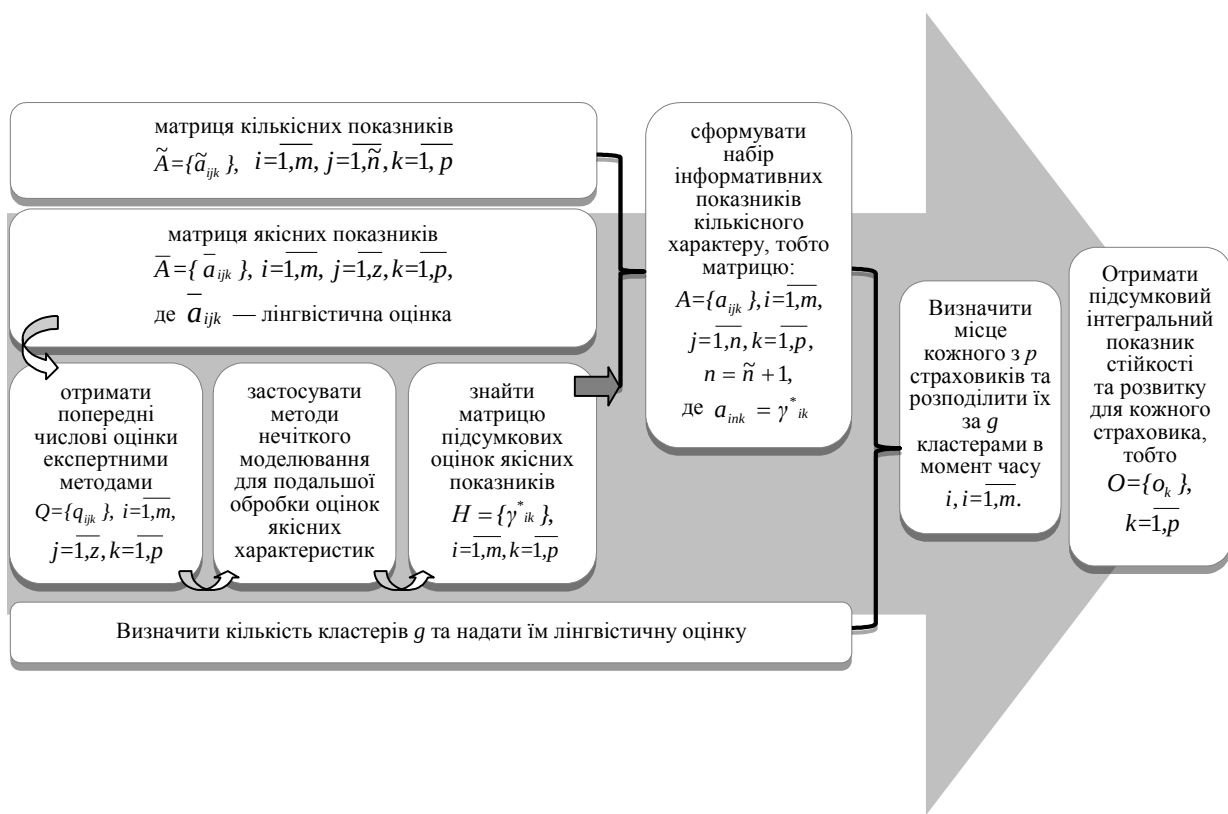


Рис. 1. Загальна схема реалізації підходу до рейтингування страхових компаній

Формуємо нову матрицю $\hat{\Psi} = \{\hat{\psi}_{\tau\pi}\}$, $\tau, \pi = \overline{1, N_{over}}$ за правилом:

$$\hat{\psi}_{\tau\pi} = \begin{cases} \tilde{\psi}_{\pi}, & \text{якщо } \tilde{\psi}_{\tau\pi} = 1; \\ 0, & \text{якщо } \tilde{\psi}_{\tau\pi} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

На базі $\hat{\Psi}$ отримуємо скореговані сумарні взаємні оцінки експертів за такою формулою:

$$\hat{\psi}_{\tau} = \sum_{\pi=1}^{N_{over}} \hat{\psi}_{\tau\pi}, \tau = \overline{1, N_{over}}. \quad (6)$$

Обираємо N_{exmin} найкомпетентніших експертів, тобто тих, для яких значення $\hat{\psi}_{\tau}$ найбільше. Для зручності у подальших розрахунках скорегуємо значення оцінок $\hat{\psi}_{\tau}$ для кожного τ -го експерта ($\tau = \overline{1, N_{exmin}}$) так, щоб вони приймали значення від 0 до 1:

$$\psi_{\tau} = \frac{\tilde{\psi}_{\tau}}{\max_{\nu=\overline{1, N_{exmin}}} \tilde{\psi}_{\nu}}, \tau = \overline{1, N_{exmin}}. \quad (7)$$

Після того як було сформовано групу експертів та оцінено їх компетентність буде доцільно провести пошук індивідуальної суб'єктивної співставленої оцінки альтернатив, спираючись на принципи теорії корисності, у кожен i -ий період часу, $i = \overline{1, m}$. В якості оцінюваних альтернатив виступають якісні показники діяльності учасників страхового ринку.

Для визначення корисностей наявних альтернатив у період часу i ($i = \overline{1, m}$) була використана методика Фішберна [29], яка базується на якісній оцінці характеру множин альтернатив. Доцільно припустити, що корисність альтернатив приймає значення від 0 до 1.

Розглянемо, яким чином виставляються оцінки альтернатив кожним τ -м експертом для чотирьох можливих випадків [22]:

1. У разі, якщо альтернативи $\varphi_{i1}, \varphi_{i2}, \dots, \varphi_{iz}, i = \overline{1, m}$ є рівнозначними, то в якості оцінки значень функції корисності візьмемо таке співвідношення:

$$\hat{u}^{\tau}(\varphi_{ij}) = \frac{1}{z}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}. \quad (8)$$

2. Якщо з точки зору переваг множина альтернатив представляє собою ряд, якому притаманна повна транзитивність вигляду:

$$\varphi_{i1} \succ \varphi_{i2} \succ \dots \succ \varphi_{iz}, i = \overline{1, m}, \quad (9)$$

то значення функції корисності може бути визначено за формулою:

$$\hat{u}^{\tau}(\varphi_{ij}) = \frac{2^{*(z-j+1)}}{z^{*(z+1)}}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}. \quad (10)$$

3. Якщо наявним альтернативам відповідає відносно сильна транзитивність, тобто:

$$\varphi_{ij} \succ (\varphi_{ij+1} \wedge \varphi_{ij+2} \wedge \dots \wedge \varphi_{iz}), i = \overline{1, m}, \quad (11)$$

де $\wedge$ — логічний знак кон'юнкції (знак «та»), то функція корисності представлена формулою:

$$\hat{u}^{\tau}(\varphi_{ij}) = \frac{2^{z-j}}{2^{z-1}}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}. \quad (12)$$

На наступному етапі аналізу, який проводиться експертною групою, кожен τ -ий експерт у період часу i виставляє кожному k -му об'єкту сукупності за j -м показником відповідність деяке число ζ_{ijk}^{τ} , яке знаходиться у проміжку від 0 до 1.

У результаті, підсумкова експертна оцінка у кожен i -ий період часу за j -м якісним показником k -го страховика розраховується за формулою:

$$\bar{q}_{ijk} = \sum_{\tau=1}^{N_{\text{ex min } r}} (\zeta_{ijk}^{\tau} * \psi_{\tau} * \hat{u}^{\tau}(\varphi_{ij})), i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, k = \overline{1, p}, \quad (13)$$

де ζ_{ijk}^{τ} — оцінка k -го об'єкта τ -м експертом за j -м показником у i -ий період часу;

ψ_{τ} — оцінка компетентності τ -го експерта;

$\hat{u}^{\tau}(\varphi_{ij})$ — оцінка корисності j -ої альтернативи експертом τ у період часу i .

Для зручності подальшої обробки підсумкової експертної оцінки p страховиків, скоригуємо їх значення в кожен i -ий період часу за j -м показником таким чином, щоб вони належали інтервалу від 0 до 100, за формулою:

$$q_{ijk} = \frac{\bar{q}_{ijk} * 100}{\max_k \{\bar{q}_{ijk}\}}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, k = \overline{1, p}. \quad (14)$$

Відповідно до визначених значень q_{ijk} , для кожного j -го показника кожній k -ій компанії в i -ий період часу виставляється ранг r_{ijk} за таким принципом: 1 відповідає максимальній оцінці q_{ijk} ; 2 — наступний за значенням і так далі до тих пір, доки p -му об'єкту не буде поставлено у відповідність мінімальне значення q_{ijk} .

Для того, щоб кількісно оцінити ступінь узгодженості експертів, розрахуємо для кожного j -го показника в i -ий період значення коефіцієнта конкордації за формулою:

$$U_{ij} = \frac{12 * d_{ij}}{N_{over}^2 * (z^3 - z^2)}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, \quad (15)$$

де $d_{ij} = \sum_{k=1}^p d_{ijk}^2 = \sum_{k=1}^p \left(\sum_{\tau=1}^{N_{over}} r_{ijk} - 0,5 * N_{over} * (z + 1) \right)^2, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z},$

r_{ijk} — місце, яке зайняла k -та компанія в ранжуванні за j -м показником у період часу i ;

d_{ijk} — відхилення суми рангів по k -тій компанії за j -м показником у i -ий період від середнього арифметичного сум рангів за z показниками.

За допомогою коефіцієнту конкордації оцінюються ряди переваг, які виставлені кожним експертом, за ступенем їх узгодженості між собою. Слід зазначити, що $U_{ij} \in [0; 1]$, тобто $U_{ij} = 0$ свідчить про абсолютну протилежність оцінок, а $U_{ij} = 1$ — повне співпадіння ранжувань, відповідно. Зокрема, достовірність оцінювання є адекватною, якщо $U_{ij} \geq 0,7$ [20].

Для подальшої обробки матриці якісних оцінок Q , отриманих для кожного i -го періоду часу, були застосовані методи нечіткого моделювання. Спираючись на результати, отримані за допомо-

гою експертних методів, для визначення підсумкової оцінки якісних показників діяльності страхових компаній на українському ринку γ_{ik} , визначених для m періодів часу, із множини суб'єктивних показників була сформована єдина система нечіткого виводу, де кількість показників дорівнює z , а кількість об'єктів, що будуть ідентифікуватися на її базі, відповідає кількості страховиків p , що розглядаються.

Центральним поняттям теорії нечітких множин є поняття лінгвістичної змінної, тобто такої змінної, значеннями якої є слова або вирази природної чи штучної мови. Множина всіх можливих значень лінгвістичної змінної називається терм-множиною. Будь-який елемент терм-множини називається термом [27]. Належність того чи іншого показника до кожного з його лінгвістичних термів визначається деякою мірою впевненості, яка може бути встановлена із уведенням спеціальної кількісної ознаки та розрахована за так званою функцією належності. Функція належності визначає ступінь відповідності довільного елемента універсальної множини нечіткій множині, яка є підмножиною універсальної множини та описується певним лінгвістичним термом.

Для дискретної універсальної множини Q у кожен i -ий період часу при побудові функцій належності зазвичай застосовуються підходи, згідно з якими усім або окремим елементам q_{ijk} , $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, k = \overline{1, p}$, універсальної множини ставлять у відповідність значення функції належності $\mu^w(q_{ijk})$, $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, k = \overline{1, p}$, до нечіткої множини $\tilde{W}$, утворюючи таким чином сукупність пар $(\mu^w(q_{ijk}), q_{ijk})$, $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, k = \overline{1, p}$. Визначення відповідних значень функцій належності може бути здійснено шляхом статистичної обробки суджень групи експертів.

При побудові нечіткої моделі у кожен i -ий період часу за z різними показниками для p страхових компаній необхідно визначити множину можливих класів $V = \{v_r\}, r = \overline{1, R}$ та надати їм лінгвістичну оцінку, а також сформуванати базу правил для подальшої класифікації. Для визначення дискретного значення елемента $v_r \in V, r = \overline{1, R}$ для кожної k -ої компанії у кожен i -ий період застосуємо алгоритм [30], в основу якого покладено принцип Заде ідентифікації лінгвістичного терму за максимумом функції належності $\mu^{v_r}(q_{i1k}^*; q_{i2k}^*, \dots, q_{izk}^*)$, де $X^* = (q_{i1k}^*; q_{i2k}^*, \dots, q_{izk}^*)$ — вектор

фіксованих значень вхідних змінних, та подальше узагальнення такого підходу на всю матрицю знань.

Функція належності визначає ступінь належності кожного елемента $q_{ijk}^*, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, k = \overline{1, p}$ до різних лінгвістичних термів з відповідної множини $W_j = \{w_j^1, w_j^2, \dots, w_j^{c_j}\}, j = \overline{1, z}$ (c_j – кількість термів у множині W_j вхідної змінної q_{ijk}) та результуючої змінної γ_{ik} до кожного з термів множини V .

Загальний вигляд бази знань представлено у таблиці 1, в якій $w_j^{rh_r}$ — значення лінгвістичного терму вхідної змінної q_{ijk} ($i = \overline{1, m}, j = \overline{1, z}, k = \overline{1, p}$) за h_r правилом, що відповідає r -му терму результуючої змінної ($r = \overline{1; R}$), а ω_{rh_r} — вага правила прийняття рішення.

Таблиця 1

НЕЧІТКА БАЗА ЗНАНЬ

№ вхідної комбінації	Вхідні змінні				Вага правила	Вихідна змінна
	q_{i1k}	q_{i2k}	$\dots q_{ijk} \dots$	q_{izk}	ω	γ
11	w_1^{11}	w_2^{11}	w_j^{11}	w_z^{11}	ω_{11}	V_1
12	w_1^{12}	w_2^{12}	w_j^{12}	w_z^{12}	ω_{12}	
...	...	...	...	...	...	
$1h_1$	$w_1^{1h_1}$	$w_2^{1h_1}$	$w_j^{1h_1}$	$w_z^{1h_1}$	ω_{1h_1}	
...	...	...	...	...	...	...
$r1$	w_1^{r1}	w_2^{r1}	w_j^{r1}	w_z^{r1}	ω_{r1}	V_r
...	...	...	...	...	...	
rh_r	$w_1^{rh_r}$	$w_2^{rh_r}$	$w_j^{rh_r}$	$w_z^{rh_r}$	ω_{rh_r}	
...	...	...	...	...	...	...
$R1$	w_1^{R1}	w_2^{R1}	w_j^{R1}	w_z^{R1}	ω_{R1}	V_R
...	...	...	...	...	...	
Rh_R	$w_1^{Rh_R}$	$w_2^{Rh_R}$	$w_j^{Rh_R}$	$w_z^{Rh_R}$	ω_{Rh_R}	

Сформована, спираючись на знання експертів, база знань ставить у відповідність вектору вхідних змінних одне з можливих значень v_r , $r = \overline{1, R}$, за принципом «ЯКЩО...ТОДІ..., ІНАКШЕ...» для кожної k -ої компанії у період i , тобто:

$$\begin{aligned}
 &\text{ЯКЩО } (q_{i1k} = w_1^{11}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{11}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{11}) \text{ (з вагою } \omega_{11}) \\
 &\text{АБО } (q_{i1k} = w_1^{12}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{12}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{12}) \text{ (з вагою } \omega_{12}) \\
 &\text{АБО} \dots \\
 &\text{АБО } (q_{i1k} = w_1^{1h_1}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{1h_1}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{1h_1}) \text{ (з вагою } \omega_{1h_1}), \\
 &\text{ТОДІ } \gamma = v_1, \text{ ІНАКШЕ} \dots \\
 &\text{ЯКЩО } (q_{i1k} = w_1^{r1}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{r1}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{r1}) \text{ (з вагою } \omega_{r1}) \\
 &\text{АБО } (q_{i1k} = w_1^{r2}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{r2}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{r2}) \text{ (з вагою } \omega_{r2}) \\
 &\text{АБО} \dots \\
 &\text{АБО } (q_{i1k} = w_1^{rh_r}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{rh_r}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{rh_r}) \text{ (з вагою } \omega_{rh_r}), \\
 &\text{ТОДІ } \gamma = v_r, \text{ ІНАКШЕ} \dots \\
 &\text{ЯКЩО } (q_{i1k} = w_1^{R1}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{R1}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{R1}) \text{ (з вагою } \omega_{R1}) \\
 &\text{АБО} \dots \\
 &\text{АБО } (q_{i1k} = w_1^{Rh_R}) \text{ ТА } (q_{i2k} = w_2^{Rh_R}) \text{ ТА} \dots \\
 &\quad \text{ТА } (q_{izk} = w_z^{Rh_R}) \text{ (з вагою } \omega_{Rh_R}), \\
 &\text{ТОДІ } \gamma = v_R.
 \end{aligned} \tag{16}$$

Базу правил прийняття рішень і систему нечітких логічних рішень у компактній формі можна записати як:

$$\mu^{v_r}(q_{i1k}, q_{i2k}, \dots, q_{izk}) = \bigvee_{l=1}^{h_r} \left(w_{rl} \left[\bigwedge_{j=1}^z \mu^{w_j^l}(q_{ijk}) \right] \right), r = \overline{1, R}. \tag{17}$$

Значення функції належності $\mu^{v_r}(q_{i1k}, q_{i2k}, \dots, q_{izk})$ для кожного лінгвістичного терму $v_r, r = \overline{1; R}$, результуючої змінної γ моделі у кожен i -ий період часу для кожної k -ої страхової компанії розраховується так:

$$\gamma_{ik}^* = \arg \max_{\{v_1, v_2, \dots, v_r\}} [\mu^{v_r}(q_{i1k}^*, q_{i2k}^*, \dots, q_{izk}^*)], i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}. \quad (18)$$

Після проведення операції дефазифікації (перетворення нечіткої множини у чітке число) знаходиться кількісна оцінка результуючої змінної γ_{ik}^* , яка відповідає заданому вхідному вектору Q [26, с. 110—120].

У результаті обробки отриманих експертних оцінок якісних показників за допомогою побудованої нечіткої моделі, для кожної k -ої страхової компанії для кожного періоду часу i визначається числове значення підсумкової оцінки якісних показників діяльності страхових компаній на українському ринку γ_{ik}^* , тобто формуємо матрицю $H = \{\gamma_{ik}^*, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}\}$.

Матриця $A = \{a_{ijk}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, k = \overline{1, p}; n = \tilde{n} + 1\}$ формується таким чином:

$$a_{ijk} = \begin{cases} \tilde{a}_{ijk}, & \text{якщо } j = \overline{1, \tilde{n}}; \\ \gamma_{ik}^*, & \text{якщо } j = \tilde{n} + 1. \end{cases} \quad (19)$$

Подальша обробка та аналіз матриці кількісних показників A проводяться за допомогою карт самоорганізації Кохонена, які дозволяють здійснити кластеризацію компаній і візуалізувати результати, переводячи задачу з багатовимірного простору в простір з двовірною розмірністю, де кожній компанії відповідає певне положення на координатній площині. Якщо показники діяльності страховиків є більш-менш близькими, то сформується деякі групи — кластери.

Карта самоорганізації являє собою нейронну мережу без зворотних зв'язків, що зображено на рис. 2, налаштування параметрів якої здійснюється із застосуванням алгоритму навчання без учителя шляхом виявлення невідомих образів та структур у статистичних даних пояснюючих показників досліджуваних об'єктів. «Навчання без вчителя» — це такий тип оптимізації моделі, коли значення результуючої змінної заздалегідь невідомі й ней-

ромережа вчиться виявляти приховані закономірності у масиві вхідних даних.

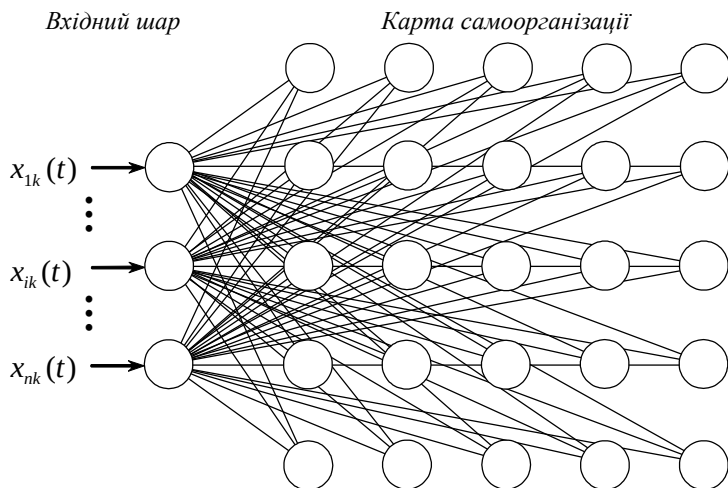


Рис. 2. Структура нейронної мережі Кохонена

Алгоритм побудови карт самоорганізації, що складаються із визначеної кількості компонент (нейронів), для кожного i -го періоду буде виглядати таким чином:

1. Ініціалізація. Визначити початкові ваги вузлів шляхом присвоєння всім ваговим коефіцієнтам деяких випадкових значень.

2. Цикл. Нехай t — номер ітерації (ініціалізація відповідає номеру 0).

Необхідно вибрати довільне спостереження $x_{ik}(t) = (a_{i1k}; a_{i2k}; \dots; a_{ink})$ із множини вхідних даних, знайти відстань від нього до векторів ваг усіх вузлів карти та визначити найближчий по вазі вузол M_c . Це — краща одиниця відповідності (англ. best matching unit — BMU або Winner). Умова на $M_c: \|x_{ik}(t) - m_c(t)\| \leq \|x_{ik}(t) - m_q(t)\| \forall m_q(t)$, де $m_q(t)$ — вектор ваг вузла M_q на t -ій ітерації. Якщо знаходяться кілька вузлів, які задовольняють цій умові, BMU вибирається випадковим чином серед них.

3. Визначити сусідів і змінити їх вектори за допомогою функції сусідства.

Функція сусідства повинна поступово уточнювати значення сусідніх з нейронів, спочатку у більшій кількості вузлів і сильніше, потім у меншій і слабкіше. Часто у якості функції сусідства використовується гаусова функція:

$$h_{cq}(t) = \alpha(t) \cdot \exp\left(-\frac{\|r_c - r_q\|^2}{2\sigma^2(t)}\right), \quad (20)$$

де $0 < \alpha(t) < 1$ — навчальний коефіцієнт, монотонно спадаючий з кожною наступною ітерацією;

r_c, r_q — двовимірні координати вузлів M_c та M_q на карті;

$\sigma(t)$ — коефіцієнт, який зменшує кількість сусідів BMU по мірі навчання та монотонно спадає з часом.

Для BMU функція $h_{cc}(t) = \alpha(t)$ та зменшується з віддаленням від нього.

4. Зміна векторів ваги:

$$m_q(t) = m_q(t-1) + h_{cq}(t) \cdot (x_{ik}(t) - m_q(t-1)) \quad \forall m_q(t). \quad (21)$$

Таким чином вектор ваг всіх вузлів, які є сусідами BMU в деякому радіусі, наближаються до спостереження $x_{ik}(t)$, яке подається на вході нейромережі [31].

Після навчання кожен вузол відповідає групі об'єктів (страховиків), які мають подібні між собою ознаки. У результаті самоорганізації схожі вектори вхідних даних проектується на нейрони, розташовані на карті Кохонена близько один до одного. Об'єкти зі схожими ознаками описуються або одним і тим же нейроном, або сусідніми нейронами шару Кохонена. Отримані на карті самоорганізації класи є топологічно впорядкованими та у разі необхідності легко піддаються групуванню [26, с. 65—66].

Підсумковий інтегральний показник стійкості та розвитку визначається за результатами кластеризації учасників ринку страхових послуг як сума оцінок класів, до яких належала k -та компанія протягом усіх періодів дослідження з урахуванням їх значущості за формулою:

$$O_k = \sum_{i=1}^m (l_{ik} \cdot v_i), k = \overline{1, p}, \quad (22)$$

де l_{ik} — кількісна оцінка k -го страховика у i -й період часу ($L = \{l_{ik}\}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}$);

v_i — вагові коефіцієнти значущості кожного i -го періоду ($i = \overline{1, m}$), причому $\sum_{i=1}^m v_i = 1$. Коефіцієнти виставляються експертом з огляду на важливість періоду часу i в контексті розвитку ринку страхових послуг.

Для кожної k -ої страхової компанії кількісна оцінка $l_{ik}, i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}$, залежить від того, до якого кластеру була віднесена страхова компанія в момент часу i . Для переходу від лінгвістичних оцінок кластерів до кількісних оцінок w -кластеру f_w може бути застосована така формула:

$$f_w = g - w + 1, \quad (23)$$

де $F = \{f_w\}, w = \overline{1, g}$ — множина кількісних оцінок кластерів;

g — кількість кластерів, на які розбиваються страхові компанії.

Таким чином, максимальне значення оцінок кластерів буде присвоєно групі найуспішніших компаній (f_1), а мінімальне, відповідно, найменш ефективним з них (f_g).

Тобто, значення кількісних оцінок страховиків l_{ik} у кожен період визначається шляхом присвоєння їм відповідного значення із множини оцінок кластерів $F, L \subset F$.

Апробацію запропонованого підходу до рейтингування страхових компаній було проведено на даних щодо діяльності страхових компаній, які працювали в Україні протягом п'яти років (2008—2012 рр.), тобто $m = 5$. Інформаційна база була сформована на основі даних, представлених на сайті журналу «InsuranceTop» [15].

Страхові компанії слід аналізувати, спираючись на сукупність як кількісних, так і якісних показників їх діяльності.

Було визначено десять найпоширеніших якісних характеристик діяльності страхових компаній ($z = 10$):

- стратегія страховика;
- власники;
- якість менеджменту компанії;
- динаміка зміни складу власників;
- наявність звітності за МСФЗ;
- оцінка іміджу та бренду;
- рівень географічної диверсифікованості діяльності;

- рівень кептивності компанії;
- динаміка розвитку філіальної мережі;
- структура клієнтської бази.

Відповідно до вище запропонованого підходу на першому етапі сформована група експертів надає оцінку кожній зазначеній суб'єктивній характеристиці. Мінімально-необхідна кількість експертів була знайдена за формулою (1) при заданому особою, яка проводить експертизу, значенні $\pi = 0,05$ та виявилася рівною 33 (тобто, загальна кількість експертів у групі $N_{over} \geq 33$). З огляду на це спочатку була сформована експертна група з 50 чоловік, рівень компетентності кожного з яких було визначено методом колективної оцінки, внаслідок чого було сформовано відповідну матрицю $\tilde{\Psi} = \{\tilde{\psi}_{\tau\pi}\}$, $\pi, \tau = \overline{1, N_{over}}$, де $\tilde{\psi}_{\tau\pi} = \{0; 1\}$, тобто, якщо τ -го експерта було вибрано π -м експертом, то $\tilde{\psi}_{\tau\pi} = 1$, та 0 у протилежному випадку. Оскільки експерт не може обрати сам себе, то $\tilde{\psi}_{\tau\tau} = 0 \ \forall \tau$. За формулою (5) формується матриця скоригованих значень $\hat{\Psi} = \{\hat{\psi}_{\tau\pi}\}$, $\tau, \pi = \overline{1, N_{over}}$. Отримуємо скореговані оцінки компетентностей експертів за формулою (7). Таблиця 2 заповнюється за допомогою формул (5)–(7).

Таблиця 2

ВЗАЄМНІ ОЦІНКИ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЕКСПЕРТІВ

№ експерта, якого оцінюють	оцінка компетентності експерта, який оцінює								Сумарна оцінка	Рангова оцінка компетентності	Скорегована оцінка компетент- ності експертів
	1	2	3	4	5	...	49	50			
1	0	0	18	0	26	...	36	0	1172	7	0,0307
2	0	21	0	0	26	...	0	35	1132	32	0,0296
3	0	0	0	24	26	...	36	35	1155	18	0,0302
4	0	0	0	0	26	...	36	35	1193	2	0,0312
5	21	0	18	0	0	...	0	0	1140	26	0,0298
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
49	0	0	0	24	0	...	36	0	1172	7	0,0307
50	0	0	0	0	26	...	36	35	1158	15	0,0303

У результаті з 50 експертів було відібрано 33 найкомпетентніших, оцінки яких враховувалися при подальшому аналізі.

Для оцінки альтернатив у кожен i -ий період часу τ -м експертом за формулою (12) розраховуються значення $\hat{u}^{\tau}(\varphi_{ij}), i = 1, m, j = \overline{1, z}, \tau = \overline{1, N_{over}}$. У табл. 3 наведено їх значення для періоду $i = 1$ при $\tau = 1$.

Таблиця 3

ОЦІНКА АЛЬТЕРНАТИВ

Назва показника	$\hat{u}^1(\varphi_{1j})$
структура клієнтської бази	0,1818
якість менеджменту компанії	0,1636
стратегія СК	0,1455
рівень кептивності	0,1273
власники	0,1091
імідж та бренд компанії	0,0909
наявність звітності за МСФЗ	0,0727
динаміка зміни складу власників	0,0546
динаміка розвитку філіальної мережі	0,0364
рівень географічної диверсифікованості діяльності	0,0182

На наступному етапі аналізу кожен τ -ий експерт у період часу i виставляє кожному k -му об'єкту сукупності за j -м показником у відповідність деяке число ζ_{ijk}^{τ} , яке знаходиться у проміжку від 0 до 1. У таблиці 4 наведено матрицю, елементи якої ζ_{ijk}^{τ} характеризують оцінку структури клієнтської бази ($j = 1$) для періоду $i = 1$, що виставляється експертами.

Таблиця 4

ОЦІНКА СТРУКТУРИ КЛІЄНТСЬКОЇ БАЗИ

№ експерта Назва компанії	1	2	3	5	...	31	32	33
ЛЕММА	0,84	0,73	0,94	0,97	...	0,97	0,76	0,74
КРЕМЕНЬ	0,98	0,99	0,71	0,9	...	0,83	0,82	0,98
ЗАХІД-РЕЗЕРВ	0,86	0,95	0,93	0,89	...	0,83	0,93	0,83

Закінчення табл. 4

№ експерта Назва компанії	1	2	3	5	...	31	32	33
АСКА	0,8	0,85	0,72	0,9	...	0,81	0,71	0,27
ОМЕГА	0,9	0,92	0,77	0,93	...	0,92	0,88	0,85
ВУСО	0,73	0,83	0,82	0,78	...	0,97	0,99	0,72
ТЕКОМ	0,89	0,92	0,99	0,81	...	0,96	0,73	0,6
...	...	...	...	...	...	...	...	...
НАСТА	0,66	0,76	0,53	0,26	...	0,79	0,57	0,62

За формулами (13) та (14) були визначені підсумкові кількісні оцінки якісних характеристик роботи страхових компаній для кожного періоду i , значення яких для першого періоду ($i=1$) наведено у табл. 5.

Таблиця 5

**ЕКСПЕРТНІ ОЦІНКИ СУБ'ЄКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ В УКРАЇНІ**

Назва компанії	Структура клієнтської бази	Якість менеджменту компанії	Стратегія СК	...	Рівень географічної диверсифікова- ності діяльності
ЛЕММА	67,68	85,68	73,25	...	66,18
КРЕМЕНЬ	80,16	80,16	68,86	...	75,23
ЗАХІД-РЕЗЕРВ	67,85	67,85	68,96	...	74,00
АСКА	73,86	73,86	68,90	...	59,05
ОМЕГА	67,18	67,18	60,84	...	67,80
ВУСО	85,27	85,27	88,91	...	66,85
ТЕКОМ	76,33	76,33	59,40	...	75,42
...	...	...	...	...	...
НАСТА	72,90	54,20	46,30	...	89,92

За допомогою спеціального програмного пакету fuzzyTECH 6.02, який спеціалізується на нечіткому моделюванні, була сформована єдина система нечіткого виводу. Для кожної вхідної змінної були визначені такі терм-множини, які задаються відповідними функціями належності (рис. 3):

- власники: *owners*={*ukr dependent*; *daughter ukr*; *ukr independent*; *daughter for*; *foreign*};
- динаміка зміни складу власників: *changersofowners*={*high intensivity*; *low intensivity*; *constant*};
- структура клієнтської баз: *structureofclients*={*enterprises*; *individuals*; *banks*};
- стратегія страховика: *strategy*={*ineffective*; *medium effective*; *effective*};
- якість менеджменту компанії: *qualityofmanagement*={*low*; *medium*; *high*};
- рівень географічної диверсифікованості діяльності: *geogr-diversification*={*low*; *medium*; *high*};
- динаміка розвитку філіальної мережі: *dynamicsofbranches*={*low*; *medium*; *high*};
- оцінка іміджу та бренда компанії: *imagebrand*={*low*; *medium*; *high*};
- наявність звітності за МСФЗ: *ISFA*={*not available*; *available*};
- рівень кептивності: *captivity*={*high*; *low*}.

Для даної моделі задачею нечіткого виводу є визначення кількісного значення підсумкової кількісної оцінки якісних показників діяльності страхової компанії (γ_{ik}), тобто вихідної змінної «*reliability*», якій відповідають лінгвістично задані терм-множини: *reliability*={*low*; *medium*; *high*}. Також була сформована база правил нечіткої логіки, які є формально представленими емпіричними знаннями експерта щодо даної проблемної області.

Визначений вектор підсумкових оцінок якісних показників діяльності страхових компаній на українському ринку γ_{ik} заноситься до матриці за формулою (19).

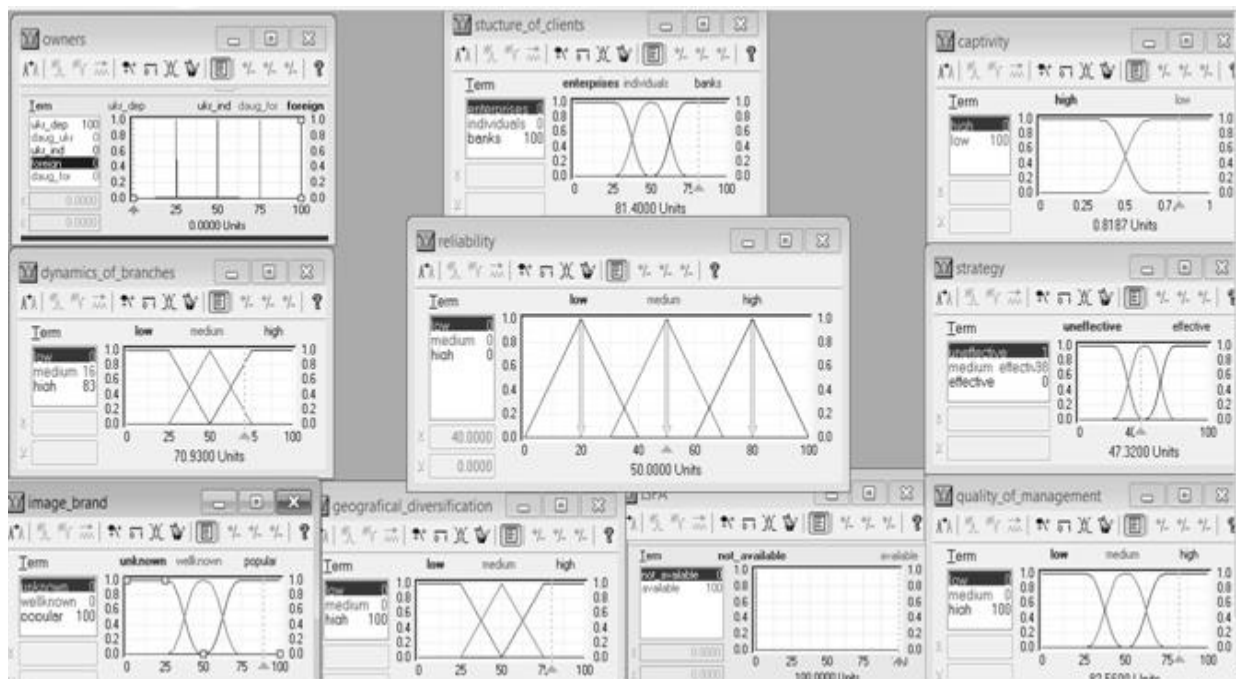


Рис. 3. Функції належності
для якісних характеристик діяльності страхових компаній

Таким чином, до матриці інформативних кількісних показників $A = \{a_{ijk}\}$, $i=1, m$, $j=1, n$, $k=1, p$, $n = \tilde{n} + 1$, де $n = 10$ — кількість показників, $m = 5$ — кількість періодів, що оцінюються, p — кількість страховиків, входять такі характеристики:

a_{i1k} — гарантійний фонд (тис. грн);

a_{i2k} — власний капітал (тис. грн);

a_{i3k} — вихідне перестраховування (тис. грн);

a_{i4k} — страхові премії (тис. грн);

a_{i5k} — страхові виплати (тис. грн);

a_{i6k} — резерви (тис. грн);

a_{i7k} — питома вага перестраховування (%);

a_{i8k} — рівень виплат (%);

a_{i9k} — активи (тис. грн);

$a_{i10k} = \gamma_{ik}$ — підсумкова кількісна оцінка якісних показників діяльності страхової компанії (%).

Відповідно, кожен з періодів, що розглядається, буде аналізуватися за допомогою таблиці, структура якої наведена нижче (табл. 6).

Таблиця 6

КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ В УКРАЇНІ

Назва	Гарантій- фонд, тис. грн	Власний капітал, тис. грн	Вихідне перестра- хування, тис. грн	...	Активи, тис. грн	Підсумкова оцінка якісних показників
ЛЕММА	835 695	1 385 695	144 986	...	1 983 373	80
КРЕМЕНЬ	1109 484	1 126 484	455 530	...	1 330 699	78
ОРАНТА	37 122	812 247	52862,1	...	1 130 872	91
ОМЕГА	786 256	841 256	6196,9	...	928 353	93
АХА СТРА- ХОВАНИЕ	184 915	446 890	31 220	...	859 736	40
ТАС СГ	244 293	429 498	43004,9	...	704 578	38
...	...	...	...	...	...	...
ПРОВІДНА	118 215	189 802	71222,2	...	791 877	43

Для реалізації кластеризації було застосовано програмний пакет ViscoverySOMine5, за допомогою якого для кожного періоду часу з матриці вхідних даних сформовано m карт. Нейрони побудованих карт самоорганізації групуються таким чином, що подібні між собою страхові компанії об'єднуються в одну з p груп (або областей на карті самоорганізації), а вузли різних груп достатньо віддалені один від одного, щоб виправдати границі груп. Тобто, кожна з таких областей буде відповідати одній з p аналізованих страхових компаній, кожна з яких буде надалі віднесена до якогось із g виокремлених на кожній i -ій карті ($i=1, m$) кластерів.

Результати аналізу свідчать, що всі страхові компанії України групуються у три різні за розмірами та складом учасників кластери ($g = 3$), яким на SOM відповідають окремі області:

А — найефективніші страховики (S3);

В — страхові компанії з середньою ефективністю (S2);

С — компанії з найнижчою ефективністю (S1).

Пропорцію розподілу компаній за класами в різні моменти часу за SOM представлено на рис. 4. Результати аналізу свідчать, що група компаній-лідерів стабільно зростала до 2011 року за рахунок класу В і С. Частка низькоефективних страховиків розширювалась протягом усіх періодів, що розглядалися.

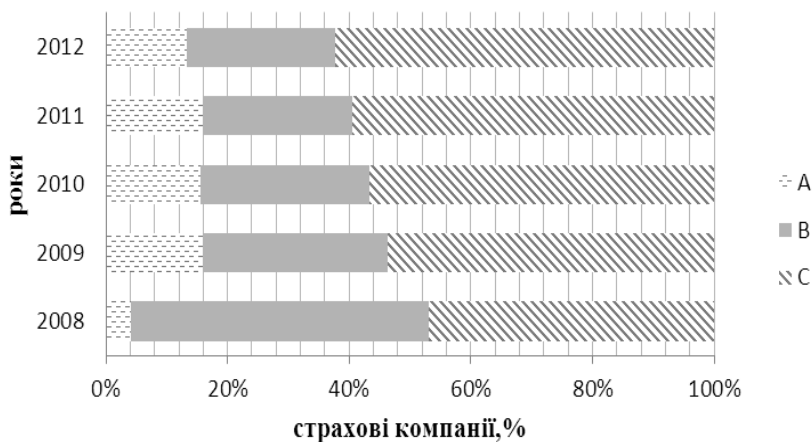


Рис. 4. Результати розподілу страховиків на групи у 2008—2012 рр.

У програмному пакеті ViscositySOMine5 карти Кохонена будуються таким чином, що в результаті кожній компанії на карті відповідає певна сукупність точок (рис. 5), аналізуючи розміщення яких можна зробити висновки щодо динаміки розвитку компанії по відношенню до тенденцій ринку.

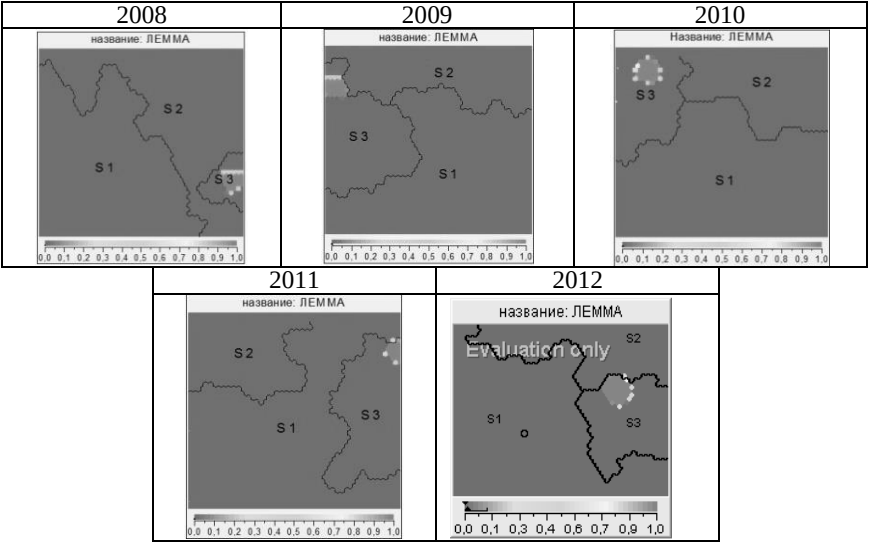


Рис. 5. Карти Кохонена, які характеризують діяльність страхової компанії «Лемма» протягом 2008—2012 рр.

Проаналізуємо результати, отримані за представленим у статті підходом, акцентуючи увагу на страховому ринку та компаніях «Лемма», «ЮТИКО» та «Актив-страхування».

Загалом СК «Лемма» всі п'ять періодів демонструвала високу ефективність роботи. Показники її роботи були суттєво вищими, ніж у більшості страховиків, які працювали на ринку протягом 2008—2012 рр.

За картами самоорганізації «Лемма» протягом всіх аналізованих періодів відносилась до компаній класу А. Компанія «Лемма» в 2008 році була безперечним лідером на ринку страхових послуг України, що видно з її положення на карті Кохонена. У розпал кризи лише чотири страховика потрапили до кластеру, який описує страховиків класу А. Сусідами «Лемми» на першій

карті є виключно компанії-лідери, а її положення є найвіддаленішим від інших кластерів. Після 2008 року страховий ринок кардинально змінився, оскільки криза стала своєрідним фільтром для економіки. У 2009 році «Лемма» зберегла своє положення у групі найефективніших компаній, але все ж її показники відносно інших страховиків цього класу погіршились: вона перемістилася до границі з страховиками середньої ефективності. Третя карта дає підстави вважати, що її ефективність у 2010 р. зросла, але перше місце їй повернути не вдалося. Карта Кохонена, яка характеризує страховий сектор у 2011 році, демонструє, що «Лемма» стала однією з найменш ефективних компаній кластеру S3, на що вказує її сусідство з компаніями класу С. На фоні загального зниження рівня страхової активності на ринку протягом 2012 року страхова компанія «Лемма» трохи покращила своє становище на ринку та перемістилася до межі, що розділяє групи середньо- та високоефективних компаній, як можна бачити з рис. 5.

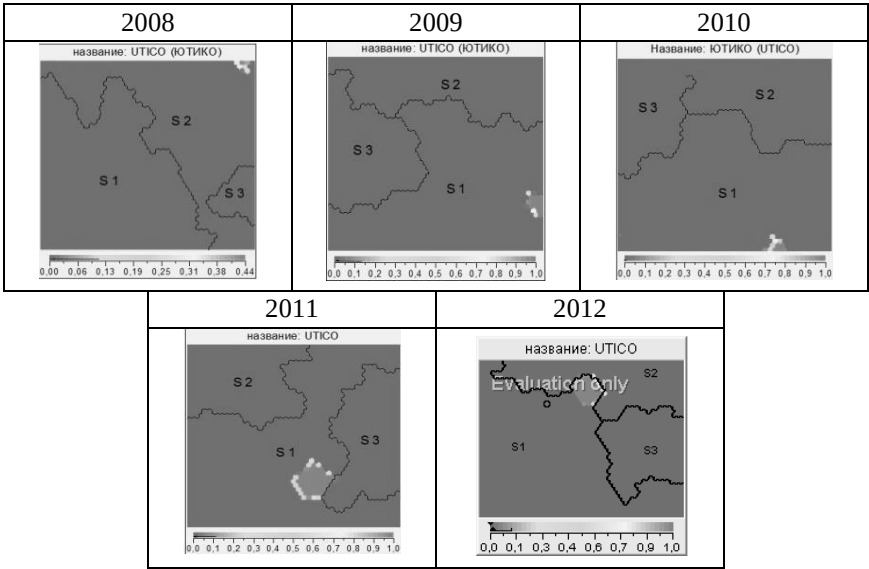


Рис. 6. Динаміка страхової компанії «ЮТИКО» протягом 2008—2012 рр.

Стосовно страхової компанії «ЮТИКО», динаміка діяльності якої відображена на рис. 6, можна стверджувати таке. У 2008 році компанія «ЮТИКО» належала до групи компаній середньої ефективності, але у післякризові періоди її положення відносно інших учасників ринку страхових послуг значно погіршилося і вона перемістилася до групи найбільш ризикових страховиків, які знаходяться на межі дефолту, аж до 2011 року. У 2012 році загальне зростання обсягів активів та премій дало їй можливість перейти у кластер ефективніших страховиків. Хоча її положення у 2011 році трохи покращилося, компанія «ЮТИКО» залишилася у кластері С, але вже у 2012 положення страховика на ринку почало погіршуватися, що стало причиною її розташування у класі низькоефективних компаній.

Щодо компанії «Актив-страхування», то протягом усіх п'яти періодів показники її діяльності відносно інших учасників страхового ринку України були досить невисокими. Карта самоорганізації, яка характеризує роботу страхової компанії «Актив-страхування» у кризовий рік, свідчить про досить хитке положення страховика в 2008 р. Однак, протягом наступних двох років (2009—2010 рр.) показники діяльності «Актив-страхування» покращувалися і компанія перейшла до класу В. Хоча у 2011 році страховик усе ще відносився до групи середноефективних, рівень роботи цієї компанії погіршився, що відображається на карті Кохонена її близьким сусідством з низькоефективними компаніями. Як наслідок, у 2012 році вона перейшла до класу С (рис. 7).

За результатами проведеного аналізу для визначення підсумкового інтегрованого показника стійкості та ефективності розвитку за допомогою (22) попередньо були визначені такі оцінки для сформованих у кожному періоді трьох кластерів (А, В, С): $f_1 = 3$; $f_2 = 2$; $f_3 = 1$ та вагові коефіцієнти для кожного періоду (2008—2012 рр.): $v_1 = 0,1$; $v_2 = 0,15$; $v_3 = 0,2$; $v_4 = 0,25$; $v_5 = 0,3$.

За картами самоорганізації Кохонена було визначено, що безперечним лідером на ринку за 5 періодів є страхова компанія «Лемма», підсумковий інтегральний показник стійкості та ефективності розвитку якої $O_1 = 3$. Підсумковий інтегральний показник стійкості та ефективності розвитку для страховиків «Актив-страхування» (O_{16}) та «ЮТИКО» (O_{63}) становить $O_{16} = 1,6$ та $O_{63} = 1,1$, відповідно.

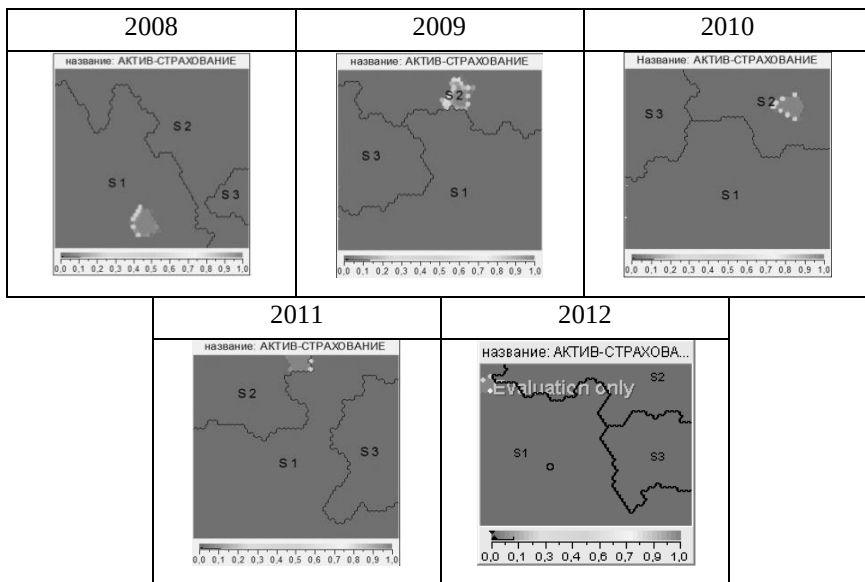


Рис. 7. Динаміка страхової компанії «Актив-страхування» протягом 2008—2012 рр.

Висновки

У статті розглянуто існуючі підходи до рейтингування фінансових установ і, зокрема, страхових компаній. Показано, що застосування методик, які традиційно застосовуються провідними рейтинговими агенціями для оцінки компаній, що діють у динамічно змінюваному страховому полі України, є майже неможливим.

Аналіз історичних даних щодо діяльності учасників страхового ринку України дозволив сформувати базу інформативних показників діяльності страховиків, яка містить найбільш значущі як кількісні, так і якісні їх характеристики.

Побудована в рамках запропонованого у статті методологічного підходу комплексна економіко-математична модель дозволяє проаналізувати динаміку розвитку та структуру ринку страхових послуг України. Розроблений підхід базується на поєднанні різноманітних математичних інструментів інтелектуального

аналізу характеристик діяльності страховиків, зокрема, застосуванні карт самоорганізації Кохонена у поєднанні з принципами нечіткої логіки та експертними методами.

Розроблений у роботі підхід дозволяє розподілити страхові компанії за рівнем ефективності на основі як кількісних, так і якісних показників, а також провести аналіз їх положення на ринку фінансових послуг відносно інших його учасників.

Апробація запропонованого методологічного підходу була проведена із застосуванням реальних історичних даних щодо діяльності страховиків, які працювали на ринку страхових послуг України у 2008—2012 рр. Отримані результати засвідчили високу адекватність запропонованого підходу та розроблених економікоматематичних моделей в умовах сучасної структури та динаміки розвитку страхового сектору України.

Література

1. *Оглих В.* Классификация страховых компаний с использованием карт Кохонена / Оглих В., Бесчастная Г. // Научно-теоретический и практический журнал «Современный научный вестник»: Серия «Экономические науки. Государственное управление». — 2012. — № 23 (135). — С. 57—64.
2. *Осовська Г. В.* Економічний словник / Г. В. Осовська, О. О. Юркевич, Й. С. Завадський. — К. : Кондор, 2007. — 358 с.
3. *Ковальчук А. Т.* Фінансовий словник/ А. Т. Ковальчук. — К. : Знання, 2006. — 287 с.
4. *Казак А. Ю.* Финансовые риски в страховом бизнесе: модели и методы оценки / А. Ю. Казак, Ю. Э. Слепухина // Известия Уральского государственного университета. — 2010. — № 2 (77). — С. 75—89.
5. *Шірінян Л. В.* Фінансова надійність і фінансова стійкість страховиків / Л. В. Шірінян // Актуальні проблеми економіки. — 2009. — № 9. — С. 173—178.
6. *Ольховська О. Л.* Моделювання фінансового стану страхової компанії із застосуванням апарату нечіткої логіки / О. Л. Ольховська // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. — 2013. — № 2. — С. 119—134.
7. *Страховання: теорія та практика: Навчально-методичний посібник* / Н. М. Внукова, В. І. Успенко, Л. В. Временко та ін. — Харків: Бурун Книга, 2004. — 376 с.
8. *Кравчук Г. В.* Методологічні засади управління конкурентоспроможністю страхових компаній: автореф. дис. ... д-ра екон. наук :

08.00.08 / Г. В. Кравчук ; ДВНЗ «Укр. акад. банк. справи Нац. банку України». — Суми, 2010. — 40 с.

9. Moody's [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.moody.com>.

10. Standard&poor's [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.standardandpoors.com>.

11. Fitch [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fitchratings.com>.

12. А. М. Best [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ambest.com>.

13. Dun&Bradstreet [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.dnb.com>.

14. KPMG [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.kpmg.com>.

15. InsuranceTop. Рейтинг страхових компаній [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.insurancetop.com>.

16. Фориншурер [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://forinsurer.com/>

17. Рейтинг страхових компаній України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://myagent.com.ua/rating/>

18. Хорин Л. Можно ли доверять рейтингу «InsuranceTOP»? / Л. Хорин // [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.insurhelp.org.ua/articles/Mozgno_li_doverjat_Insurance_TOP.html.

19. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dfp.gov.ua>.

20. Литвак Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений. — М.: Патент, 1996. — 298 с.

21. Гнатієнко Г. М. Експертні технології прийняття рішень: Монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. — К.: ТОВ «Маклаут», 2008. — 444 с.

22. Мартемьянов Ю. Ф. Экспертные методы принятия решения: Учеб.пособие / Мартемьянов Ю. Ф., Т. Я. Лазарева. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. — 80 с.

23. Zadeh L. Fuzzy Sets // Information and Control. — 1965. — № 8. — P. 338—353.

24. Математичні моделі та методи ринкової економіки: навч. посіб. / В. В. Вітлінський, О. В. Піскунова. — К.: КНЕУ, 2010. — 531 с.

25. Kovalchuk K. F. Intelligent Decision Support System // Proc. First Asian Fuzzy Svstems Symposium. — Singapore: November 23—26. — 1993. — P. 510—516.

26. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: монографія / А. В. Матвійчук. — К.: КНЕУ, 2011. — 439 с.

27. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007. — 288 с.

28. Онлайн библиотека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://banauka.ru/1782.html>.

29. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. — М.: Наука, 1978. — 352 с.

30. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. — Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця. 1999. — 320 с.

31. Kohonen T. Self-organization and associative memory. — Berlin : Springer-Verlag, 1989. — 312 p.

References

1. Oglih, V., & Beschastnaya, G. (2012). Classificatsiya strahovyh kompaniy s ispolzovaniem kart Kohonena. *Nauchno-teoreticheskiy i prakticheskiy zhurnal «Sovremeny nauchniy vestnik» (Scientific, theoretical and practical journal «Modern Scientific Bulletin»)*, 23 (135), 573—64 [in Russian].

2. Osovska, G. V., Jurkewich, O. O., & Zavadskiy, Y. S. (2007). *Ekonomichny slovnyk*. Kyiv: Kondor [in Ukrainian].

3. Kovalchuk, A. T. (2006). *Finansovy slovnyk*. Kyiv: Znannia [in Ukrainian].

4. Kazak, A. Yu., & Slepuhina, Yu. E. (2010). Finansovyie riski v strahovom biznese: modeli i metody otsenki. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo universiteta (Proceedings of the Ural State University)*, 2 (77), 75—89 [in Russian].

5. Shirinian, L. V. (2009). Finansova nadiynist i finansova stiykist strahovykiv. *Aktualni problemy ekonomiky (Actual problems of economics)*, 9, 173—178 [in Ukrainian].

6. Olhovska, O. L. (2013). Modeliuvannia finansovogo stanu strahovoi kompanii iz zastosuvanniam aparatu nechitkoi logiky. *Neiro-nechitki tekhnologii modeliuvannia v ekonomitsi (Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics)*, 2, 119—134 [in Ukrainian].

7. Vnukova, N. M., Uspalenko, V. I., Vremenko, L. V., & et al. (2004). *Strahuvannia: teoriia ta praktyka: Navchalno-metodychnyi posibnyk*. Kharkiv: BurunKnyga [in Ukrainian].

8. Kravchuk, G. V. (2010). Metodologichni zasady upravlinnia konkurentospromozhnistiu strahovyh kompanii. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Sumy [in Ukrainian].

9. Moody's. *moodys.com*. Retrieved from <http://www.moodys.com>.

10. Standard & poor's. *standardandpoors.com*. Retrieved from <http://www.standardandpoors.com>.

11. Fitch. *fitchratings.com*. Retrieved from <http://www.fitchratings.com>.

12. A.M.Best. *ambest.com*. Retrieved from <http://www.ambest.com>.

13. Dun & Bradstreet. *dnb.com*. Retrieved from <http://www.dnb.com>.

14. KPMG. *kpmg.com*. Retrieved from <http://www.kpmg.com>.
15. Insurance Top. Reiting strahovyh kompaniy. *insurancetop.com*. Retrieved from <http://www.insurancetop.com> [in Russian].
16. Forinsurer. *forinsurer.com*. Retrieved from <http://forinsurer.com>.
17. Reiting strahovyh kompaniy Ukrainy. *myagent.com.ua*. Retrieved from <http://myagent.com.ua/rating> [in Russian].
18. Khorin, L. Mozhno li doveriat reytingu «Insurance TOP»? *insurhelp.org.ua*. Retrieved from http://www.insurhelp.org.ua/articles/Mozhno_li_doverjat_Insurance_TOP.html [in Russian].
19. Natsionalna komisiia, shcho zdiisniuie derzhavne reguliuvannia v sferi rynkiv finansovyh poslug. *dfp.gov.ua*. Retrieved from <http://dfp.gov.ua> [in Ukrainian].
20. Litvak, B. G. (1996). *Expertnyye otsenki i priniatiye resheniy*. Moskva: Patent [in Russian].
21. Gnatienko, G. M., & Snytiuk, V. M. (2008). *Expertni tekhnologii pryiniattia rishen*. Kyiv: TOV «Maklaut» [in Ukrainian].
22. Martemyanov, Yu. F., & Lazareva, T. Ya. (2010). *Expertnyye metody prinyatiya resheniya: Ucheb. posobiye*. Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tehn. un-ta [in Russian].
23. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338—358.
24. Vitlinskyi, V. V. & Piskunova, O. V. (2010). *Matematychni modeli ta metody rynkovoï ekonomiky : navch. posib*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
25. Kovalchuk, K. F. (1993). Intelligent Decision Support System. *Proc. First Asian Fuzzy Systems Symposium*, 510—516.
26. Matviychuk, A. V. (2011). *Shtuchnyi intelekt v ekonomitsi: neironni merezhi, nechitka logika*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
27. Shtovba, S. D. (2007). *Proyektirovaniye nechetkikh sistem sredstvami MATLAB*. Moskva : Goryachaya liniya — Telekom [in Russian].
28. Online biblioteka [Online library]. *banauka.ru*. Retrieved from <http://banauka.ru/1782.html> [in Russian].
29. Fishburne, P. (1978). *Teoriya poleznosti dlya prinyatiya resheniy*. Moskva : Nauka [in Russian].
30. Rotshtein, A. P. (1999). *Intelektualnyie tekhnologii identifikatsii: nechetskaya logika, geneticheskie algoritmy, neyronnyie seti*. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia [in Russian].
31. Kohonen, T. (1989). *Self-organization and associative memory*. Berlin : Springer-Verlag.

Стаття надійшла до редакції 23.08.2013