



DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2017.01.146>

УДК 368.001+519.886

JEL: C650

**Кузьменко О.В.**, д-р екон. наук  
завідувач кафедри економічної кібернетики

**Каца М.О.**,  
аспірант кафедри економічної кібернетики  
Сумський державний університет

### МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГНОСТИКИ БАНКРУТСТВА СУБ'ЄКТІВ СТРАХОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ГАРМОНІЙНОГО АНАЛІЗУ

*Розглядається сутнісна характеристика та наводиться математична формалізація підходу до діагностики банкрутства суб'єктів страхового ринку. Проаналізовано ознаковий простір оцінювання банкрутства суб'єктів страхового ринку України з метою проведення його діагностики. На основі методу Ірвіна визначено аномальні рівні часових рядів як індикатори передчасної діагностики банкрутства. За допомогою рядів Фур'є проведено декомпозицію системоутворюючих складових даних індикаторів та фільтрацію сезонної компоненти, розраховано короткострокові прогнози та математично описано трендову та коливальну компоненти. Вироблено практичні рекомендації щодо прийняття тактичних і стратегічних рішень на різних рівнях управління діяльності суб'єктів страхового ринку, що дозволяють своєчасно адаптуватись до можливих негативних зовнішніх змін.*

*Ключові слова:* моделювання, страховий ринок, діагностика банкрутства, прогнозування, метод Ірвіна, гармонійний аналіз, декомпозиційний аналіз.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Страховий ринок відіграє важливу роль в економіці України, зважаючи на залежність суб'єктів господарювання як загалом від його стабільності, надійності та платоспроможності кожної окремої страхової компанії зокрема. Непередбачене банкрутство окремого суб'єкта страхового ринку може призвести до депресійних процесів у всій економіці. Кількість страховиків, які щорічно стають банкрутами, не зменшується, тому можна зробити висновок, що існуючі методики діагностики банкрутства, які застосовуються в Україні, не дозволяють ефективно виявляти кризові явища на ранніх етапах, за слабкими сигналами. Розроблення достовірної методики ранньої діагностики банкрутства суб'єкта страхового ринку – завдання, вирішення якого є на сьогодні актуальним для широкого кола користувачів – від ДКФМ до страховальників.

Діяльність будь-якого суб'єкта страхового ринку в умовах ринкових відносин тісно пов'язана з певними ризиками. Особливо ж – українські страховики, які працюють в умовах української нестабільної економіки, в період глобальної

© Кузьменко О.В., Каца М.О., 2017

економічної кризи. Саме тому виявлення несприятливих тенденцій розвитку суб'єкта страхового ринку і прогнозування їх можливого банкрутства набувають важливого значення. Разом із тим методика, що дозволяє з достатнім ступенем імовірності прогнозувати несприятливий результат, практично немає. Тобто необхідність у розробленні інструментарію для діагностики банкрутства суб'єктів страхового ринку для уникнення чи зменшення впливу негативних явищ є.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання цієї проблеми, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Проводячи дослідження визначення банкрутства суб'єктів страхового ринку, розглянемо насамперед його теоретичну сутність та можливі моделі діагностики. Так, моделюванню діагностики банкрутства суб'єктів господарювання присвячені роботи таких вчених, як У.Бівер, Р.Таффлер, Р.Ліса, Е.Альтман, Ж.Депальян, А.Матвійчук, О.Герещенко, В.Шпирко, С.Рибальченко, О.Черняк, Д.Яшук, Г.Кадиков, М.Портер, Г.Тішоу, Л.Лігоненко, І.Бланк, В.Забродський тощо [1–9]. У вітчизняній літературі для проведення діагностики банкрутства використовують підхід, запропонований Бівером, тоді як зарубіжні роботи ґрунтуються на моделях Альтмана, Ліса, Таффлера тощо [10, 11]. Крім того, зазначені моделі є прикладними і не використовуються для оцінювання діагностики банкрутства суб'єктів страхового ринку, а також ґрунтуються на специфічних показниках, які або взагалі не обчислюються, або розраховуються за винятковими методиками.

Якщо ж екстраполювати зазначені дослідження на оцінку стану суб'єктів страхового ринку для діагностики їх банкрутства, необхідно зазначити, що ці показники є залежними від багатьох факторів, тож необхідно було вибрати ті з них, які найбільше впливають на стан страхового ринку, знайти індикатори банкрутства суб'єктів, виділити трендову, сезонну та циклічну компоненти та, відкинувши випадкову складову, провести прогнозування та аналіз частоти появи кризових явищ розглянутого ринку.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання):** 1) узагальнити існуючий досвід щодо діагностики банкрутства суб'єктів страхового ринку; 2) ідентифікувати складові елементи банкрутства страховиків; 3) провести композиційний аналіз та прогнозування на основі гармонійного аналізу.

**Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Розпочинаючи дослідження у сфері діагностики банкрутства страхових компаній, необхідно перш за все визначити сутність самого його поняття. Зазначимо, що згідно із Законом України "Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом": банкрутство – це визнана судом нездатність об'єкта відновити платоспроможність протягом встановленого терміну, а тільки через застосування ліквідації [12]. Боржником вважають того, хто не виконує свої майнові зобов'язання, не має можливості віддати грошові позики кредиторів у трьохмісячний термін після визначеного терміну сплати [13].

Банкрутство – стан, коли темп зростання боргів значно перевищує темпи можливості їх покриття за допомогою прибутку від основної діяльності [14]. Також зазначимо, що банкрутство та неплатоспроможність – це не синоніми.



Вони відрізняються тим, що неплатоспроможність – "це нездатність суб'єкта виконувати свої грошові зобов'язання", а банкрутство – "це визнаний судом стан нездатності відновити свою платоспроможність" [16].

Водночас під поняттям "діагностика банкрутства" розуміють систему заходів аналізу фінансового стану підприємства, що спрямована на виявлення передкризового стану [15].

Таким чином діагностику банкрутства можна визначити як системний аналіз найсуттєвіших критеріїв, за допомогою яких є можливість передчасно виявити кризовий стан компанії з метою вчасно прийняти адміністративні рішення різного рівня для уникнення негативних наслідків.

Переходячи до математичної формалізації діагностики банкрутства, пропонується провести комплекс обчислень щодо: всебічного аналізу ознакового простору оцінювання банкрутства суб'єктів страхового ринку України; ідентифікації аномальних рівнів часових рядів як індикаторів передчасної діагностики банкрутства; декомпозиції системоутворюючих складових даних індикаторів та фільтрації сезонної компоненти; короткострокових прогнозів та математичного опису трендової та коливальної компонент; формування практичних рекомендацій щодо прийняття тактичних і стратегічних рішень на різних рівнях управління діяльності суб'єктів страхового ринку. Розглянемо кожен із запропонованих кроків моделювання діагностики банкрутства суб'єктів страхового ринку України детальніше:

*Перший етап.* Формування ознакового простору оцінювання банкрутства суб'єктів страхового ринку України та його діагностика. На цьому етапі проводиться ідентифікація показників, які найбільш імовірно кількісно характеризують стан суб'єктів страхового ринку країни: валові страхові премії (млн грн), суми грошей, які сплачуються страхувальниками у разі укладання договору страхування; валові страхові виплати (млн грн), суми грошей, які виплачуються страховиками у разі настання страхового випадку; сформовані страхові резерви (млн грн), суми грошей до запитання, що забезпечують ризики настання страхового випадку [17].

*Другий етап.* Оцінка аномальних значень показників ознакового простору оцінювання банкрутства суб'єктів страхового ринку України та проведення його діагностики. На цьому етапі пропонується аномальні значення інтерпретувати як можливі індикатори банкрутства на основі методу Ірвіна та модифікованого методу Ірвіна з подальшим виявленням роду аномальності та коригуванням аномальних рівнів.

2.1. Визначення часового діапазону з розподілом по кварталах достатнього для якісної характеристики у рамках цього дослідження. Враховуючи особливості звітності страхових компаній, пропонується розглянути поквартальні дані з 2002 р. по 2016 р. у вигляді інтервальних часових рядів, тобто дані кожного кварталу характеризують значення тільки за розглянутий квартал.

2.2. Збір статистичної інформації оцінювання банкрутства суб'єктів страхового ринку України та проведення його діагностики й детального аналізу представленої вхідної інформації (інформаційного масиву цього досліджен-



ня) з метою виявлення взаємозв'язків між показниками і подальшою формалізацією за допомогою математичного апарату.

2.3. Виявлення аномальних рівнів часових рядів за допомогою методу Ірвіна:

$$\lambda_t = \frac{|y_t - y_{t-1}|}{\sigma_y} \quad (1)$$

де  $y_t$  – рівень показника часового ряду за відповідний проміжок часу,

$\sigma_y$  – оцінка середньоквадратичного відхилення часового ряду  $y_t$

2.4 Виявлення аномальних рівнів часових рядів за допомогою модифікованого методу Ірвіна:

$$\lambda_t = \frac{|\bar{y}_t|}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{t-1} - \bar{y}_t)^2 + \sum_{i=1}^n (y_{t+1} - \bar{y}_t)^2}{2n}}} \quad (2)$$

де  $y_t$  – рівень показника часового ряду за відповідний проміжок часу,

$t=2 \div (n-1)$ ,  $\bar{y}_t = \frac{y_{t+1} + y_{t-1}}{2}$  – середнє арифметичне за двома суміжними членами часового ряду.

Результати проведення цього етапу моделювання діагностики банкрутства суб'єктів страхового ринку наочно представимо у вигляді діаграми динаміки (рис. 1).

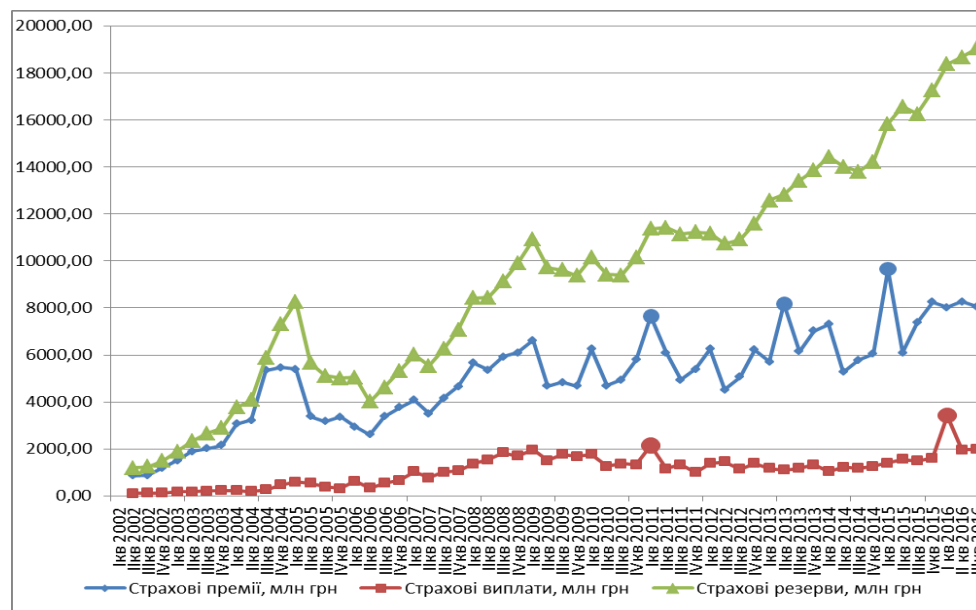


Рис. 1. Динаміка виявлення аномальних рівнів часових рядів

Джерело: побудовано авторами.

Отже, в результаті аналізу діаграми 1 можна зробити висновок, що у часовому ряді сформованих часових резервів аномальних величин не виявлено жодним з методів, тоді як інші показники містять аномальні рівні (рис. 1): валові страхові премії: I кв. 2011 р., I кв. 2013 р., I кв. 2016 р.; валові страхові виплати: I кв. 2011 р., I кв. 2016 р. Отже, аномальним виявився 2011 рік, адже одразу два показники – валові страхові премії та валові страхові виплати – мають нестандартний рівень. Виявлені закономірності свідчать про індикатор кризових явищ в Україні у 2013–2014 рр. Крім того, цей метод не показав жодних різких аномальних змін перед кризою 2009 р., що пояснюється застосуванням інших інструментів, специфічних саме для страхового ринку.

Таким чином, результати аналізу вхідних даних щодо оцінки аномальних рівнів часових рядів як індикаторів банкрутства на страховому ринку дозволяють дослідити динаміку та тенденції їх подальшого розвитку.

*Третій етап.* Проведення декомпозиційного та гармонійного аналізу, який дозволить не лише виділити системотворчі компоненти досліджуваних часових рядів, але й математично описати систематичну (трендову та коливальну) компоненту. Так, на цьому етапі необхідно в першу чергу провести декомпозицію часового ряду на циклічну, сезонну, трендову та випадкові компоненти. Відкинувши стохастичні похибки, пропонується провести прогнозування на основі тренд-сезонної адитивної моделі:

3.1 Виявлення наявності сезонних коливань у часовому ряді та здійснення їх фільтрації. Для цього необхідно обчислити ковзну середню:

$$\tilde{y}_t = \frac{y_{t-1} + y_t + y_{t+1} + y_{t+2}}{4} \quad t = 2 \div (n-2) \quad (3)$$

провести оцінку сезонної компоненти  $\hat{y}_t = \tilde{y}_t - y_t$ , розрахувати середнє значення оцінки для кожного кварталу.

3.2 Вилучення з часового ряду отриманих на попередньому кроці оцінок сезонності та значення тренду – визначення випадкової компоненти. Результати формалізації цього кроку представимо у вигляді побудови адитивної тренд-сезонної моделі валових страхових премій:

$$y_t = 101,5 \cdot x_t + 1975,7 - 328,8 \cdot I_1 - 288,8 \cdot I_2 + 88,9 \cdot I_3 + 493,7 \cdot I_4, \quad (4)$$

де  $I_i$  – індикатор  $i$ -го кварталу.

Переходячи до проведення гармонійного аналізу за допомогою побудови рядів Фур'є[18], перш за все необхідно вилучити з часового ряду трендову складову

$$T = 101,5 \cdot x_t + 1975,7, \quad (5)$$

Циклічну складову розкладемо у ряд Фур'є:

$$S_t = 0,5 \cdot a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos \omega t + b_k \sin \omega t), \quad (6)$$

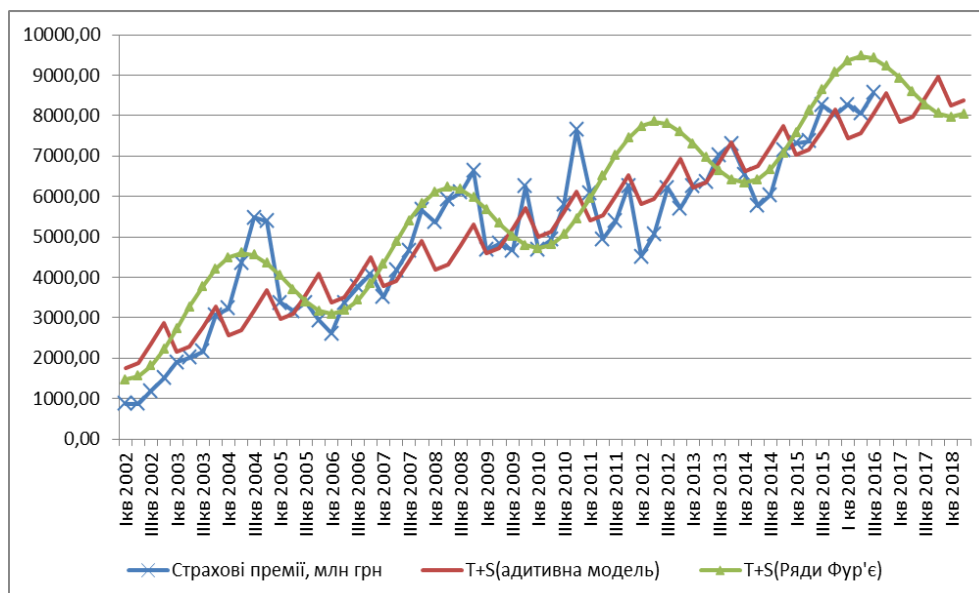
де  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  – частота коливань,  $T$  – період коливань,  $a_k$  та  $b_k$  коефіцієнти ряду Фур'є.

Обчисливши необхідні коефіцієнти за результатами проведення гармонійного аналізу, запишемо тренд-сезонну модель часового ряду валових страхових премій у вигляді ряду Фур'є:

$$y_t = 2471,6 + 101,5 \cdot x_t + 1135 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{8} \cdot x_t + 2,522\right) \quad (7)$$

Зобразимо графічно динаміку та порівняння фактичних та прогнозних значень валових страхових премій, обчислених за допомогою побудованих моделей (4) та (7).

На основі отриманих даних, наведених на рис. 2, можна зазначити, що середнє квартальне значення валових страхових премій в Україні у період з 2001–2016 рр. становить 5029,21 млн грн. Загальний обсяг має тенденцію до зростання, підтвердженням чого виступає середній абсолютний приріст в обсязі 132,6 млн грн, а також середній темп приросту, який становить 104% за розглянутий період. Гармонійний аналіз дає змогу виділити циклічні коливання – 4 роки. Спад обсягу валових страхових премій, відкинувши стохастичні похибки, припадає на 2002 р., 2006 р., 2010 р. та 2014 р. Тому можна зробити припущення, що у 2018 р. очікуються зменшення обсягу премій і, як наслідок, – кризовий стан для суб'єктів страхового ринку України.



**Рис. 2. Фактичні та прогнозовані значення валових страхових премій, млн грн**

Джерело: побудовано авторами.



*Четвертий етап.* Прогнозування стану страхових премій на коротко-строковий період за допомогою мультиплікативної тренд-сезонної моделі та гармонійного аналізу рядів Фур'є. На основі даних сезонних коливань та трендових показників розробимо прогнозування тренд-сезонного процесу (рис. 2). Прогнозовані значення для валових страхових премій наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Прогнозовані значення для валових страхових премій, млн грн

		І кв. 2017	II кв. 2017	III кв. 2017	IV кв. 2017	І кв. 2018	II кв. 2018
Валові страхові премії	Метод декомпозиції	9217,7	8915,4	8574,2	8261,3	8040,4	7959,9
	Застосування рядів Фур'є	7876,7	8019,3	8499,3	9006,7	8286,6	8326,6
Валові страхові виплати	Метод декомпозиції	1957,2	1877,4	1928,5	1954,7	2066,5	1986,7
	Застосування рядів Фур'є	2543,3	2615,0	2618,6	2557,7	2445,6	2303,7
Страхові резерви	Метод декомпозиції	18218,8	17812,9	18042,0	18534,3	19325,5	18919,6
	Застосування рядів Фур'є	20297,5	20125,3	19857,0	19575,3	19365,2	19300,8

Джерело: розраховано авторами.

Використовуючи аналогічні методи, виділимо сезонну та трендову складові для валових страхових виплат та страхових резервів (рис. 3). На основі тренд-сезонної моделі зробимо прогнозування на наступні 6 кварталів.

Так, переходячи до комплексного аналізу валових страхових виплат страхового ринку України за 2001–2016 рр., дослідимо аномальні рівні для валових страхових виплат, які ідентифіковано у I кв. 2011 р., I кв. 2016 р. Адитивна тренд-сезонна модель валових страхових виплат набуває вигляду:

$$y_t = 27,3 \cdot x_t + 251,1 - 38,4 \cdot I_1 - 14,6 \cdot I_2 - 15,7 \cdot I_3 + 68,7 \cdot I_4 \quad (8)$$

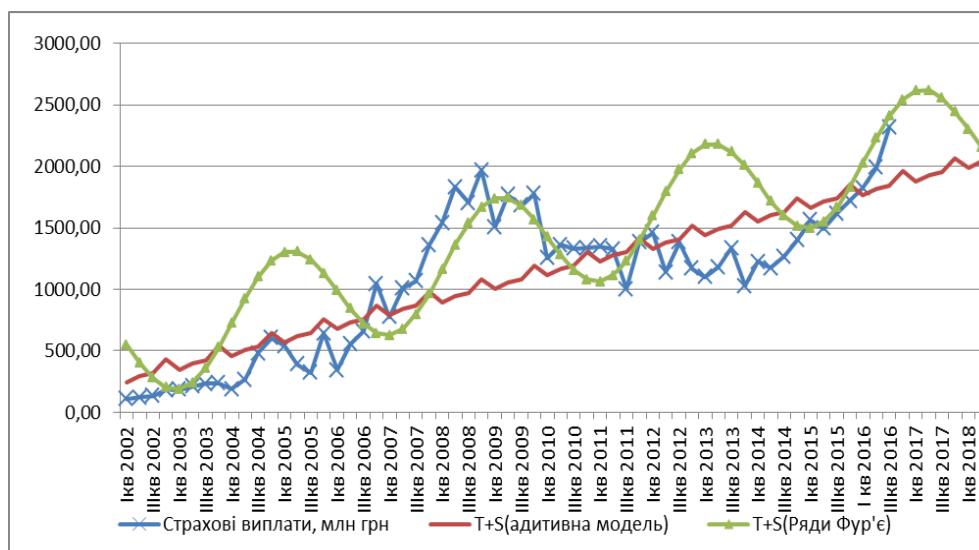
де  $I_i$  – індикатор  $i$ -го кварталу.

Модель валових страхових виплат на основі гармонійного аналізу:

$$y_t = 500,1 + 27,3 \cdot x_t + 448,8 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{8} \cdot x_t + 1,13\right) \quad (9)$$

На основі даних сезонних коливань та трендових показників страхових виплат розробимо прогнозування тренд-сезонного процесу, представлені на рис. 3. Прогнозовані значення для валових страхових виплат наведені у табл. 1.

Отже, середнє квартальне значення валових страхових виплат в Україні (2001–2016 рр.) – 1070,89 млн грн. Середній абсолютний приріст розглянутого показника – 38,1 млн грн, а середній темп приросту – як і для валових страхових премій, 104%. Побудована тренд-сезонна модель на основі рядів Фур'є дала змогу виявити період циклічного колювання у 4 роки: піки обсягів страхових виплат припадали на 2005 р., 2009 р., 2013 р. Отже, у 2017 р. згідно з попередньою тенденцією, очікується збільшення обсягу виплат порівняно з попередніми роками.



**Рис. 3. Фактичні та прогнозні значення валових страхових виплат, млн грн**

Джерело: побудовано авторами.

Переходячи до дослідження та комплексного аналізу страхових резервів страхового ринку України за 2001–2016 рр., ідентифікуємо аномальні рівні для страхових резервів. У результаті проведеного аналізу зазначимо, що аномальні рівні не виявлено ані за допомогою методу Ірвіна, ані за допомогою модифікованого методу Ірвіна. При цьому адитивна тренд-сезонна модель страхових резервів та модель на основі гармонійного аналізу набувають вигляду:

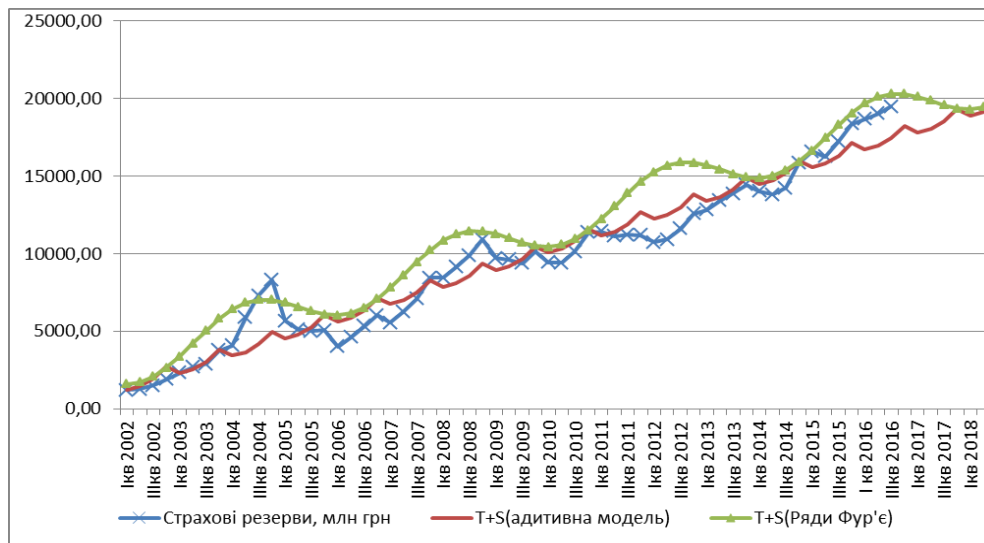
$$y_t = 276,7 \cdot x_t + 1148 - 200,8 \cdot I_1 - 248,3 \cdot I_2 - 32,7 \cdot I_3 + 4871,8 \cdot I_4 \quad (10)$$

$$y_t = 2616 + 276,7 \cdot x_t + 1445 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{8} \cdot x_t + 2,31\right) \quad (11)$$

де  $I_i$  – індикатор  $i$ -го кварталу.

Графічне представлення сезонних колювань та трендових показників страхових виплат, а також прогнозні значення тренд-сезонного процесу зображено на рис. 4.





**Рис. 4.** Діаграма фактичних та прогнозних значень страхових резервів, млн грн

Джерело: побудовано авторами.

Отже, зважаючи на тенденції, відображені на рис. 4, необхідно зазначити, що для страхових резервів, як і для двох попередніх показників, середній темп приросту становить 104% за період 2001 – 2016 рр. Середнє квартальне значення – 9448,03 млн грн; середній абсолютний приріст – 315,1 млн грн, тому є тенденція до зростання. За допомогою інструментарію гармонійного аналізу виділимо циклічні коливання у 4 роки. Спад обсягу страхових резервів припадає на 2002 р., 2006 р., 2010 р. та 2014 р. Тобто у 2018 р. очікується зменшення обсягу страхових резервів для суб'єктів страхового ринку України.

Перевірка адекватності та значущості побудованих моделей, поданих у вигляді формул (7) – (11), проведена за допомогою такого інструментарію, як MSE (Mean of Error Sum of Square – квадрат стандартної помилки регресії), MAD (Mean Absolute Derivation – середнє абсолютне відхилення), MAPE (Mean Absolute Percentage Error – середня абсолютна похибка), U (коефіцієнт Тейла), F (критерій Фішера) та t (критерій Стьюдента). Квадрат стандартної помилки регресії для отриманих моделей варіюється від 117029 для тренд-сезонної моделі валових страхових виплат до 1089622 для валових страхових премій. Середнє абсолютне відхилення перебуває у межах 269–1514. Середня абсолютна похибка найменша для тренд-сезонної моделі страхових резервів – 11,6 та є найбільшою для циклічної моделі валових страхових виплат – 64. Коефіцієнт Тейла є найбільш прийнятним для тренд-сезонної моделі страхових резервів – 5,4%, та навпаки для моделі валових страхових виплат, що побудовано за допомогою гармонійного аналізу. Коефіцієнт детермінації є прийнятним для 5 моделей з побудованих (більше 0,7). Якщо звернутися до критерію Фішера, то емпіричні значення значно перевищують табличні, отже моделі є значущими.

**Висновки та перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.** Підсумовуючи результати дослідження, необхідно зауважити, що запропонована математична формалізація дала змогу провести діагностику банкрутства суб'єктів страхового ринку та прогнозувати показники діяльності цього ринку на наступні роки. На основі методу Ірвіна визначено аномальні рівні часових рядів як індикатори передчасної діагностики банкрутства, за допомогою рядів Фур'є проведено декомпозицію системотворчих складових даних індикаторів та фільтрацію сезонної компоненти, розраховано короткострокові прогнози. Виявлено циклічність усіх розглянутих показників (цикл становить 4 роки), на 2018 р. спрогнозовано кризовий стан страхового ринку, що викликає необхідність застосування стабілізуючих заходів з метою зменшення негативних впливів.

#### **Список використаних джерел**

1. Шахов В.В., Медведєв В.Г., Миллерман А.С. Теория и управление рисками в страховании. Москва: Финансы и статистика, 2002. 224 с.
2. Матвійчук А.В. Моделювання та аналіз економічних систем на підґрунті теорії нечіткої логіки : дис. д-ра екон. наук. КНЕУ ім. Вадима Гетьмана. Київ, 2007. 466 с.
3. Шпирко В.В. Методи та моделі оцінювання банкрутства страхових компаній : дис. канд. екон. наук. КНУ ім. Тараса Шевченка. Київ, 2012. 181 с.
4. Рибальченко С.А. Імітаційне моделювання та оптимізація параметрів перестраховальної діяльності страхових компаній України : автореф. дис. канд. екон. наук. Київ, 2014. 20 с.
5. Черняк О.І., Крехівський О.В., Монаков В.О., Ящук Д.В. Виявлення ознак неплатоспроможності підприємства та можливого його банкрутства. *Статистика України*. 2003. № 4. С. 87–94.
6. Ящук Д.В. Економіко-математичні методи та моделі діагностики банкрутства українських підприємств: автореф. дис. канд. екон. наук КНУ ім. Т. Шевченка. Київ, 2010. 20 с.
7. Шевчук О.О., Гулик М.І. Методи оцінювання ризиків у страховій діяльності. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.2. С. 291–299. URL: [http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2016/26\\_2/46.pdf](http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2016/26_2/46.pdf)
8. Gorter J., Bikker J. A. Investment risk taking by institutional investors. *DNW Working Paper*. 2011. № 294. URL: [http://www.dnb.nl/binaries/working%20paper%20294\\_tcm46-253007.pdf](http://www.dnb.nl/binaries/working%20paper%20294_tcm46-253007.pdf)
9. Базилевич В.Д. Страхування. Київ: Знання, 2008. 1019 с. URL: <http://westudents.com.ua/knigi/584-strahuvannya-bazilevich-vd-.html>
10. Michel-Kerjan E., Raschky P., Kunreuther H. Corporate Demand for Insurance: New Evidence from the U.S. Terrorism and Property Markets. Risk Management and Decision Processes Center The Wharton School, University of Pennsylvania Philadelphia, 2013. URL: [http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP2013\\_Corporate-Demand-For-Insurance.pdf](http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP2013_Corporate-Demand-For-Insurance.pdf)
11. Юрченко М.Є., Марченко Н.А. Модель оцінки ймовірності банкрутства підприємств у сучасних реаліях. *Ефективна економіка*. 2015. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4283>
12. Закон України "Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом". URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/784-14>
13. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств. Київ: КНЕУ, 2002. 624 с.
14. Кондрашихін А.Б., Пепа Т.В., Федорова В.О. Фінансова санація і банкрутство підприємств: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 208 с.



15. Козьменко О.В., Кузьменко О.В. Актуарні розрахунки. Суми: Ділові перспективи, 2011. 224 с.
16. Іванілов О.С. Економіка підприємства. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 728 с.
17. Статистика страхового ринку України. URL: <http://forinsurer.com/stat>
18. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-математических моделей. Москва: ЗАО "Финстатинформ", 2000. 246с.

Надійшла до редакції 23.02.2017 р.

**Кузьменко О.В.**, *д-р екон. наук,  
заведуюча кафедрою економічної кібернетики*  
**Каща М.А.**,  
*аспірантка кафедри економічної кібернетики  
Сумський державний університет*

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ БАНКРОТСТВА СУБЪЕКТОВ СТРАХОВОГО РЫНКА УКРАИНЫ НА ОСНОВЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Рассматривается сущностная характеристика и математическая формализация подхода диагностики банкротства субъектов страхового рынка. На основе метода Ирвина определены аномальные уровни часовых рядов как индикаторы преждевременной диагностики банкротства, при помощи рядов Фурье проведена декомпозиция системообразующих составляющих данных индикаторов и фильтрация сезонной компоненты, рассчитаны кратковременные прогнозы. Нарботаны практические рекомендации по принятию тактических и стратегических решений на разных уровнях управленческой деятельности субъектов страхового рынка, которые способствуют своевременной адаптации к возможным негативным изменениям

**Ключевые слова:** *страховой рынок, диагностика банкротства, прогнозирование, метод Ирвина, гармонический анализ, декомпозиционный анализ.*

**O.Kuzmenko**, *Doctor of Economics,  
Associate Professor, Department of Economic Cybernetics*  
**M.Kascha**,  
*Graduate Student, Department of Economic Cybernetics  
Sumy State University*

#### **MODELING THE DIAGNOSTICS OF BANKRUPTCY ON UKRAINE'S INSURANCE MARKET BASED ON HARMONIC ANALYSIS**

The article focuses on the characteristics and mathematical formalization of an approach to the diagnostics of the bankruptcy of agents on the insurance market. Analyzed the characteristic space of the estimation of the bankruptcy of subjects on Ukraine's insurance market for its diagnosis. On the basis of Irwin method, the authors identify the abnormal levels of time series as indicators of early diagnosis of



a bankruptcy. Using Fourier series, a decomposition of systemic constituents of the above mentioned indicators and filtration of seasonal components are performed, short-term forecasts are calculated and a mathematical description of the trend and oscillatory components is made. Formulated various practical recommendations for tactical and strategic decisions at different levels of management of the activities of insurance market agents, allowing the latter a timely adaptation to the possibility of adverse changes.

**Keywords:** *insurance market, diagnosis of a bankruptcy, prediction, Irwin method, harmonic analysis, decomposition analysis.*

### **References**

1. Shakhov, V.V., Medvedev, V. H., Millerman, A.S. (2002). Theory and Management dashes in insurance. Moscow: Finansy i statistika [in Russian].
2. Matviichuk, A.V. (2007). Modeling and analysis of economic systems on the grounds of the theory of fuzzy logic. Kyiv: Hetman Kyiv National Economic University [in Ukrainian].
3. Shpyrko, V.V. (2012). Methods and assessment models bankruptcy insurance companies. Shevchenko Kyiv National University [in Ukrainian].
4. Rybalchenko, S.A. (2014). Simulation and optimization of reinsurance of insurance companies Ukraine. Kyiv: [in Ukrainian].
5. Cherniak ,O. I., Krekhivs'kyj ,O.V., Monakov, V.O., Yaschuk, D.V. (2003). Look for signs of insolvency and its possible bankruptcy]. *Statystyka Ukrainy – Statistics of Ukraine*. 4, 87-94 [in Ukrainian].
6. Yashchuk, D. V. (2010). Economic-mathematical methods and models of diagnosis bankruptcy Ukrainian enterprises. Kyiv: Shevchenko Kyiv National University [in Ukrainian].
7. Shevchuk, O.O., Gulyk, M.I. (2016). Methods of risk assessment in insurance activity *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin NLTU Ukraine*, 26.2. Retrieved from [http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2016/26\\_2/46.pdf](http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2016/26_2/46.pdf) [in Ukrainian].
8. Gorter, J., Bikker, J.A. (2011). Investment risk taking by institutional investors. *DNW Working Paper*, 294. Retrieved from [http://www.dnb.nl/binaries/working%20paper%20294\\_tcm46-253007.pdf](http://www.dnb.nl/binaries/working%20paper%20294_tcm46-253007.pdf) [in English].
9. Bazylevych V.D. (2008). Insurance. Kyiv: Znannia [in Ukrainian].
10. Michel-Kerjan, E., Raschky, P., Kunreuther, H. (2013). Corporate Demand for Insurance: New Evidence from the U.S. Terrorism and Property Markets. Risk Management and Decision Processes Center The Wharton School, University of Pennsylvania Philadelphia. Retrieved from [http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP2013\\_Corporate-Demand-For-Insurance.pdf](http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP2013_Corporate-Demand-For-Insurance.pdf) [in English].
11. Urchenko, M.Ye., Marchenko, N.A. (2015). The model estimates the probability of bankruptcy in modern realities. *Efektivna ekonomika – Efficient economy*, 9. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4283> [in Ukrainian].
12. The law of Ukraine "On restoring debtor's solvency or declaring bankruptcy". Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/784-14> [in Ukrainian].
13. Andriychuk, V.H. (2002). Economics of agricultural enterprises. Kyiv: Hetman Kyiv National Economic University [in Ukrainian].
14. Kondrashukhin, A.B., Pepa, T.V., Fedorova, V.O. (2007). Financial reorganization and bankruptcy. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
15. Kozmenko, O.V., Kozmenko, O.V. (2011). Actuarial calculations. Sumy: Dilovi perspektyvy [in Ukrainian].
16. Ivanilov, O.S. (2011). Business Economics. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
17. Statistics of insurance market of Ukraine. Retrieved from <http://forinsurer.com/stat> [in Ukrainian].
18. Kobelev N.B. (2000). The practice of application yekonomyko-mathematical models. Moscow: ZAO Finstatinform [in Russian].