

Волошин В.С.

Національний університет водного господарства та природокористування

Омелянюк А.А.

Національний університет водного господарства та природокористування

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ EViews ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ СТРАХОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ

Досліджено динаміку зміни кількості страхових компаній України. Встановлено, що в Україні ринок страхування є незначним за обсягом активів та за рівнем споживання страхових послуг. Розраховано показник проникнення в Україні, який становить 1,4 %. Виявлено, що показник щільності страхування перебуває на дуже низькому рівні і становить 34 долари США. Побудовано математичну модель з використанням сучасного засобу автоматизації EViews. Визначено основні її переваги, а саме векторна авторегресія коефіцієнту Баєса, нелінійна оцінка ARDL, удосконалення коінтеграційного тестування та оцінки. Для моделі у середовищі EViews розглянуто такі залежні змінні як валові страхові премії та кількість договорів страхування. У якості пояснюючих змінних відібрано наступні показники: страхові резерви, валові страхові виплати, чисті страхові премії, загальні активи страховиків, сума коштів на перестраховування, компенсовані виплати перестраховиками, чисті страхові виплати. У середовищі EViews проведено кореляційний аналіз показників та тестування масиву пояснюючих змінних на мультиколіарність за VIF-індексом. За допомогою RESET-тесту програмного продукту EViews перевірено на помилки специфікації моделей. Встановлено, що усі варіанти моделі специфіковано правильно і до моделей включено усі суттєві пояснюючі змінні. Лінійна функціональна форма моделі відповідає фактичним статистичним даним. Перевірено моделі на надлишкові змінні використовуючи засіб програми EViews Redundant Variables Test – Likelihood Ratio. Аналіз отриманих даних показав, що надлишкових змінних немає. Для моделі виконувалася перевірка залишків моделі на нормальність їх розподілу на основі статистичного тесту Харке-Бера. Проведено тестування залишків на гетероскедастичність за тестами Уайта та Бройша-Пагана-Голдфі. Для оцінювання прогностичних якостей моделі було використано такі показники, як середнє абсолютне відхилення і середня абсолютна похибка. Наведено графік інтервальних прогностичних значень залежної змінної моделі у програмному середовищі EViews.

Ключові слова: програмування, математичне моделювання, Eviews, VIF-індекс, RESET-тест, тест Харке-Бера, страхування.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день інформаційні системи та технології охоплюють усі сфери життя суспільства. Не виключенням цього є ринок страхових послуг та математичне моделювання, що застосовується для даного ринку. Побудова моделей дає змогу оперативно та в повному обсязі отримати інформацію, потрібно для збалансування попиту та пропозиції, а також покращення результатуючих показників, таких як показник проникнення та показник щільності страхування. Досить актуальним є застосування технологій програмного забезпечення EViews для побудови економіко-математичних моделей та покращення інформатизації страхового ринку України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням застосування математичних моделей та програмних продуктів автоматизації їх побудови

для прогнозування економічних показників цікавило багатьох українських та закордонних вчених. Так, наприклад, індійський професор департаменту економіки університету Калькутти Бхаумік Санкар Кумар досліджував сучасні підходи використання EViews для економетрики, зокрема проводив аналіз економічних показників Індії з відкритих джерел на основі панельні моделі даних, моделі з фіктивною залежною змінною та економетрику часових рядів [1, с. 24–27]. Українські науковці Долгіх А. О. та Байбуз О. Г. досліджують методи побудови ансамблів моделей прогнозування часових рядів, зокрема моделі авторегресії-ковзкого середнього, моделі нейронної мережі, моделі сингулярного спектрального розкладання, адаптивних моделей, моделі групового урахування аргументів і моделі нечіткої логіки [2, с. 79]. У свою чергу Радзіховська Л. М.

разом з своїми колегами Гусак Л. П. та Панчук Ю. С. приділяють увагу особливостям практичного застосування сучасних інформаційних технологій до здійснення прогнозування макро-економічних процесів на основі економетричних моделей. Зокрема проводили прогнозування показників реального ВВП з виростанням статистичного пакету Eviews [3, с. 54].

Мета статті – побудувати математичну модель на основі даних страхового ринку України із застосуванням технологій програмного забезпечення EViews для покращення інформаційного забезпечення стейкхолдерів з метою прийняття своєчасних та ефективних управлінських рішень.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до даних у Державному реєстрі фінансових установ відомо, що в Україні зареєстровано 233 страхові компанії, з яких 23 надають послуги страхування життя, а 210 – здійснюють страхування інше, ніж страхування життя [4]. Досліджуючи динаміку, можна відмітити, що починаючи з 2000-х років кількість страхових компаній була відносно сталою, однак після кризи 2008–2009 років почала зменшуватись.

Потрібно також відмітити, що в Україні ринок страхування є незначним за обсягом активів та за рівнем споживання страхових послуг. Показник проникнення, що враховує премії за полісами страхування життя лише як відсоток від ВВП [5] становить 1,4%. Для порівняння, у Європі – 5.0%. Показник щільності страхування – це один з ключових показників, який використовується для оцінки рівня розвитку страхового сектора країни [6]. Це відношення премій, зібраних страховими компаніями, до населення країни. В Україні даний показник перебуває на дуже низькому рівні і становить 34 дол. США. З-поміж 88 країн, які досліджував один із провідних світових поставальників перестраховання Swiss Re Institute [7], Україна за цими показниками споживання послуг загального страхування посідає 73 місце, а послуг страхування життя – 82 місце.

З метою дослідження страхового ринку України запропоновано побудувати економіко-математичну модель з використанням сучасних засобів автоматизації. Одним з таких засобів є EViews, що поєднує найкращі сучасні технології програмного забезпечення з передовими функціями операційних систем. Результатом виконання є сучасна програма, яка пропонує безпрецедентну потужність у гнучкому об'єктно-орієнтованому інтерфейсі. Перевагами даного додатку є інтуїтивно зрозумілий і простий

у використанні інтерфейс, потужні аналітичні інструменти, складне управління даними, якість презентації та традиційний командний рядок з інтерфейсом програмування [8].

Остання на даний момент 13 версія EViews має наступні переваги:

- векторна авторегресія коефіцієнту Басса, що змінюється в часі;
- нелінійна оцінка ARDL;
- удосконалення коінтеграційного тестування та оцінки;
- діагностика ARDL і PMG;
- можливість декількох нових підключень до бази даних;
- налаштування мови програмування в середовищі EViews;
- підтримка Jupyter Notebook.

У якості залежної змінної побудованої моделі у середовищі EViews було розглянуто наступні показники:

y_1 – валові страхові премії, млн. грн;

y_2 – кількість договорів, крім договорів з обов'язкового страхування від нещасних випадків на транспорті, тис. од.;

y_3 – кількість договорів з обов'язкового особистого страхування від нещасних випадків на транспорті, тис. од.

За результатами кореляційного аналізу було прийнято у якості залежної змінної валові страхові премії (млн. грн.) за період з 2006 по 2019 рік, а у якості пояснюючих змінних, виходячи з економічних міркувань та з доступності інформації було відібрано наступні показники:

x_1 – страхові резерви, млн. грн.;

x_2 – валові страхові виплати, млн. грн.;

x_3 – чисті страхові премії, млн. грн.;

x_4 – загальні активи страховиків, млн. грн.;

x_5 – сплачено на перестраховання, млн. грн.;

x_6 – виплати, компенсовані перестраховиками, млн. грн.;

x_7 – чисті страхові виплати, млн. грн.

На етапі специфікації за результатами кореляційного аналізу статистичних показників страхового ринку України, використовуючи шкалу Чеддока, було визначено які показники найбільш корелюють. Також проводилося тестування масиву пояснюючих змінних на мультиколіарність за VIF-індексом. Результатом було отримано дві економетричні моделі у яких всі пояснюючі змінні мають значення $VIF < 5$ (рис. 1):

$$y_1 = b_0 + b_4x_4 + b_7x_7 + \varepsilon \quad (1)$$

$$y_1 = b_0 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + \varepsilon \quad (2)$$

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
X4	0.004630	23.56549	1.400730
X7	0.075827	7.809839	1.400730
C	9500342.	16.82391	NA

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
X4	0.004500	22.05044	1.310675
X5	0.019060	16.31697	2.719712
X6	0.897996	9.291776	2.626493
C	10248061	17.47250	NA

Рис. 1. Значення VIF-індексу моделі у EViews

Джерело: власна розробка виконана на основі [8]

За допомогою RESET-тесту Ремзі було перевірено на помилки специфікації моделей (1) та (2). За результатами тесту Ремзі можна зробити висновок, що до моделей включено усі суттєві пояснюючі змінні. Також було перевірено моделі на надлишкові зміни використовуючи Redundant Variables Test – Likelihood Ratio.

Результати проведених досліджень наведено на рисунку 2.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X4	0.189598	0.068046	2.786312	0.0177
X7	2.974859	0.275368	10.80323	0.0000
C	-1144.863	3082.262	-0.371436	0.7174

R-squared	0.952269	Mean dependent var	29264.87
Adjusted R-squared	0.943591	S.D. dependent var	11838.43
S.E. of regression	2811.708	Akaike info criterion	18.90838
Sum squared resid	86962711	Schwarz criterion	19.04532
Log likelihood	-129.3587	Hannan-Quinn criter.	18.89570
F-statistic	109.7288	Durbin-Watson stat	1.592665
Prob(F-statistic)	0.000000		

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X4	0.237581	0.067083	3.541611	0.0053
X5	0.542367	0.138056	3.928596	0.0028
X6	3.737839	0.947626	3.944422	0.0028
C	-1980.793	3201.259	-0.618754	0.5499

R-squared	0.954930	Mean dependent var	29264.87
Adjusted R-squared	0.941410	S.D. dependent var	11838.43
S.E. of regression	2865.546	Akaike info criterion	18.99386
Sum squared resid	82113514	Schwarz criterion	19.17645
Log likelihood	-128.9570	Hannan-Quinn criter.	18.87696
F-statistic	70.62646	Durbin-Watson stat	1.554353
Prob(F-statistic)	0.000000		

Рис. 2. Оцінені параметри наскрізної регресії у EViews

Джерело: власна розробка виконана на основі [8]

Отримані показники можна охарактеризувати наступним чином: R² має значення 0,952. Це означає що на 95,2% можна пояснити залежними змінними x4 – загальні активи страховиків та x7 – чисті страхові виплати, а на 4,8% іншими факторами. Оскільки параметр C є статистично не значущий було додатково проведено тест Вальда за результатами якого було вилучено параметр C з моделі (1). Тоді отримаємо нову економетричну модель:

$$y = b_4x_4 + b_7x_7 + \varepsilon \quad (3)$$

Економетрична модель (2) також характеризується високим рівнем R-квадрат (R-squared) 0,955. Залежність змінної y₁ – страхові премії, можна пояснити на 95,5% такими пояснюючими змінними як x₄ – загальні активи страховиків, x₅ – сплачено на перестраховування та x₆ – виплати, компенсовані перестраховиками, а 4,5% іншими випадковими факторами. Це свідчить про високий рівень адекватності моделі. Так само як і для першої моделі було проведено тест Вальда і за його результатами було вилучено параметр C. Отримана економетрична модель має вигляд:

$$y = b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + \varepsilon \quad (4)$$

Потрібно також відмітити, що після вилучення параметра C з двох моделей всі параметри є статистично значущі (на рівні 0,05).

Також для кожної моделі виконувалася перевірка залишків моделі на нормальність їх розподілу на основі статистичного тесту Харке-Бера (рис. 3).

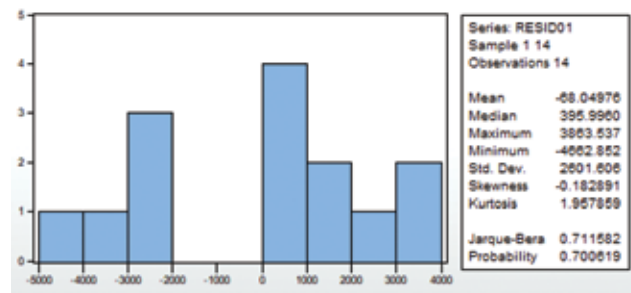


Рис. 3. Результати тесту Харке-Бера у програмному середовищі EViews

Джерело: власна розробка виконана на основі [8]

У результаті проведення тесту можна зробити висновки, що залишки розподілені за нормальним законом тільки в другому варіанті, адже JB < x². У першій моделі JB > x² і тому відхиляється гіпотеза про нормальний розподіл залишків.

Тестування залишків на гетероскедастичність проводилося за двома тестами Уайта та Бройша-Пагана-Голдфі. Результати тестів представлено на рисунку 4 та 5.

Отримані результати тестів Уайта та Бройша-Пагана-Голдфі свідчать про відсутність у моделях гетероскедастичності. Оскільки значення є більші за 0,05.

Для оцінювання прогностичних якостей кожної моделі було використано такі показники, як середнє абсолютне відхилення (MAE – Mean Absolute Error) і середня абсолютна похибка у відсотках (VFPE – Mean Absolute Percent Error). Результати наведені у таблиці 1.

Результати оцінювання прогностичних якостей моделі у програмному середовищі EViews

№ п/п	Назва показника	Значення показника	
		Модель 3	Модель 4
1	Forecast	Y1F	Y1F
2	Actual	Y1	Y1
3	Forecast sample	1,14	1,14
4	Included observations	14	14
5	Root mean squared error	2507,894	2467,753
6	Mean absolute error	2101,539	2070,316
7	Mean abs percent error	8,696799	7,458514
8	Theil inequality coefficient	0,039986	0,039344
9	Bias proportion	0,000736	0,002110
10	Variance proportion	0,033600	0,053853
11	Covariance proportion	0,965664	0,944036

Джерело: власна розробка виконана на основі [8]

Для прогнозування пояснюючих змінних на 2020 рік було використано метод ковзної середньої. Отримані результати прогнозування представлено на рисунку 6.

Отримане прогностичне значення свідчить, що на 2020 рік кількість валових страхових премій спадатиме і становить 46949,32 млн. грн. Опубліковані дані за I квартал 2020 року валові страхові премії дорівнюють 11548,8 млн. грн., а в I кварталі 2019 року становили 13331,1 млн.

Висновки. Український ринок страхування є незначним за обсягом активів та за рівнем споживання страхових послуг. Так, показник проникнення становить 1,4%, що приблизно на 3% менше ніж у країнах Європейського союзу. Показник щільності страхування також перебуває на дуже низькому рівні і становить приблизно

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.276149	Prob. F(3,10)	0.8413
Obs*R-squared	1.071093	Prob. Chi-Square(3)	0.7841
Scaled explained SS	0.385287	Prob. Chi-Square(3)	0.9433

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Sample: 1 14
Included observations: 14

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7084047.	5491614.	1.289976	0.2261
X4^2	-0.001843	0.004793	-0.384433	0.7087
X4*X7	0.034571	0.089591	0.385877	0.7077
X7^2	-0.149542	0.319351	-0.468268	0.6496

Рис. 4. Тест Уайта у програмному середовищі EViews

Джерело: власна розробка виконана на основі [8]

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.245766	Prob. F(2,11)	0.7863
Obs*R-squared	0.598828	Prob. Chi-Square(2)	0.7413
Scaled explained SS	0.215406	Prob. Chi-Square(2)	0.8979

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Sample: 1 14
Included observations: 14

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9260951.	7530657.	1.229767	0.2444
X4	-5.984892	166.2517	-0.035999	0.9719
X7	-385.0624	672.7845	-0.572341	0.5786

Рис. 5. Тест Бройша-Пагана-Голдфі у EViews

Джерело: власна розробка виконана на основі [8]

Після аналізу отриманих даних було обрано модель (4) для прогнозування оскільки має кращі значення таких показників як середнє абсолютне відхилення (MAE – Mean absolute error) і середня абсолютна похибка у відсотках (VFPE – Mean absolute percent error).

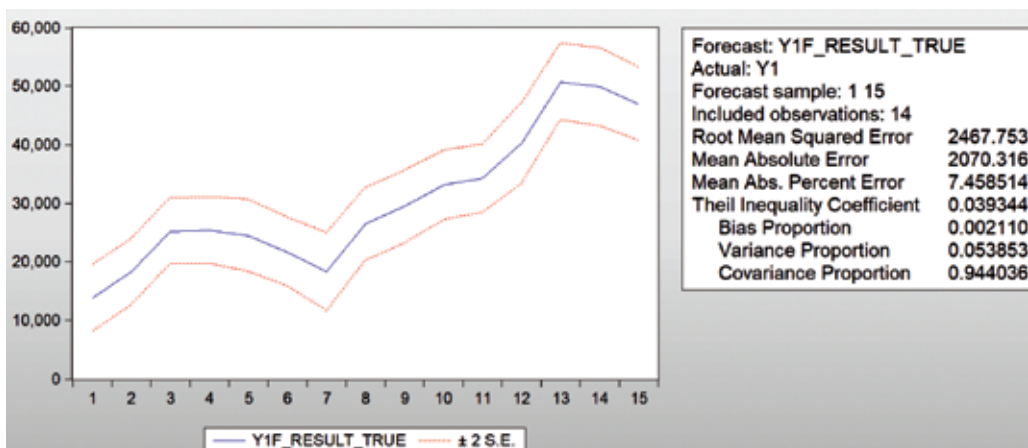


Рис. 6. Графік інтервальних прогностичних значень залежної змінної

Джерело: власна розробка виконана на основі [8]

30 доларів США. З метою дослідження страхового ринку України побудовано математичну модель за допомогою програмного продукту EViews. У якості залежної змінної побудованої моделі було вибрано валові страхові премії. У якості пояснюючих змінних відібрано наступні показники: страхові резерви, валові страхові виплати, чисті страхові премії, загальні активи страховиків, сума коштів на перестраховування, компенсовані виплати перестраховиками, чисті страхові виплати. Тестування масиву пояснюючих змінних на мультиколіарність за VIF-індексом показало

її відсутність. За результатами тесту Ремзі виявлено, що усі дві варіанти моделі специфіковано правильно. Коефіцієнт кореляції має значення 0,953, а це означає що на 95,2% можна пояснити вплив на валові страхові премії такими залежними змінними як загальні активи страховиків та чисті страхові виплати, а на 4,8% іншими факторами. Тест Харке-Бера показав, що залишки розподілені за нормальним законом. Отримані результати тестів Уайта та Бройша-Пагана-Голдфі свідчать про відсутність у моделях гетероскедастичності, оскільки значення є більші за 0,05.

Список літератури:

1. Bhaumik, Sankar Kumar. Principles of Econometrics: A Modern Approach Using EViews. *Catalogue Oxford University Press*. 2015. № 978 0198098539. URL: <https://ideas.repec.org/b/oxp/obooks/9780198098539.html> (дата звернення: 22.07.2023).
2. Долгіх А. О., Байбуз О. Г. Інформаційна технологія ансамблевого прогнозування з використанням паралельних обчислень. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Том 33 (72). № 1. С. 79–86.
3. Радзіховська Л. М., Гусак Л. П., Панчук Ю. С. Побудова багатofакторної регресійної моделі засобами програмного забезпечення Eviews. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2021. Випуск № 44. С. 54–59.
4. Державний реєстр фінансових установ : веб сайт. URL: <https://data.gov.ua/dataset/nfp-drfu> (дата звернення: 22.07.2023).
5. What is Penetration Rate? *The Economic Times* : веб сайт. URL: <https://economictimes.indiatimes.com/definition/penetration-rate> (дата звернення: 22.07.2023).
6. What is insurance density? *Money control* : веб сайт. URL: <https://www.moneycontrol.com/news/mcminis/what-is-insurance-density-10101611.html> (дата звернення: 22.07.2023).
7. *Swiss Re Institute* : веб сайт. URL: <https://www.swissre.com/institute> (дата звернення: 22.07.2023).
8. What is Eviews? *EViews* : веб сайт. URL: <https://www.eviews.com/home.html> (дата звернення: 22.07.2023).

Voloshyn V.S., Omelianiuk A.A. APPLICATION OF EViews SOFTWARE TECHNOLOGIES TO IMPROVE INFORMATIZATION OF THE INSURANCE MARKET OF UKRAINE

The dynamics of changes in the number of insurance companies in Ukraine is researched. It is established that the insurance market in Ukraine is insignificant in terms of assets and the level of consumption of insurance services. The penetration rate in Ukraine is calculated, which is 1.4%. It is found that the insurance density indicator is at a very low level and amounts to 34 US dollars. A mathematical model is built using the modern automation tool EViews. Its main advantages are identified, namely Bayesian time-varying coefficient vector autoregression, nonlinear ARDL estimation, improvement of cointegration testing and estimation. The dependent variables for the model in the EViews environment are gross insurance premiums and the number of insurance contracts. The following indicators were selected as explanatory variables: insurance reserves, gross insurance claims, net insurance premiums, total assets of insurers, amount of funds for reinsurance, compensated claims by reinsurers, net insurance claims. The correlation analysis of the indicators and testing of the array of explanatory variables for multicollinearity by the VIF-index were performed in the EViews environment. The RESET test of the EViews software product was used to check for model specification errors. It is established that all model variants are correctly specified and all significant explanatory variables are included in the models. The linear functional form of the model is consistent with the actual statistical data. The models were tested for redundant variables using the EViews Redundant Variables Test – Likelihood Ratio. The analysis of the data showed that there were no redundant variables. For the model, the residuals of the model were tested for the normality of their distribution based on the Jarque-Bera statistical test. The residuals were tested for heteroscedasticity using the White and Breusch-Pagan-Goldfish tests. To evaluate the predictive qualities of the model, such indicators as the mean absolute deviation and the mean absolute error were used. The graph of interval predictive values of the dependent variable of the model in the EViews software environment is presented.

Key words: programming, mathematical modeling, Eviews, VIF-index, RESET-test, Jarque-Bera test, insurance.