

С. А. Рибальченко,
асистент кафедри економічної кібернетики,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ФОРМУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ

S. Rybalchenko,
Lecturer assistant Department of economic cybernetics, Taras Shevchenko National University of Kyiv

DEVELOPING OF INSURANCE COMPANY SIMULATION MODEL

У статті розкриваються основні етапи, методи та результати створення імітаційної моделі діяльності страхової компанії. Модель надає прогностичні значення основних характеристик страховика.

The article describes the main stages, methods and results of creating a insurance company simulation model. The model provides predictive values of the insurer basic characteristics.

Ключові слова: функція розподілу, ризик у страхуванні, математичне сподівання, дисперсія, асиметрія, ексцес.

Key words: distribution function, risk in insurance, mean, dispersion, asymmetry, excess.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Страховий ринок України уже декілька років знаходиться на фазі активного розвитку. Даний факт обумовлює необхідність у розробленні методологічної бази аналізу даного виду діяльності. На даному етапі провідні страхові компанії України для аналізу своєї діяльності та розробки політики перестраховування користуються послугами європейських компаній, оскільки в нашій країні ще не розроблено дієву методику актуарного аналізу напрямів страхування, яка б могла на рівних конкурувати із західними аналогами. Дана проблема має значну актуальність, свідченням чого є пожвавлення співпраці страхових компаній України із ВНЗ, організація навчання вітчизняних актуаріїв. Зацікавленість українських компаній пояснюється можливістю в майбутньому скоротити свої витрати через використання значно дешевших послуг українських актуаріїв.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Усе більшою популярністю набуває дана тематика серед вітчизняних вчених. Значний внесок до теорії страхування та дослідження страхового ринку внесли такі відомі вітчизняні вчені, як В. Базилевич, К. Базилевич, В. Грушко, Ю. Журавльов, О. Заруба, М. Карташов, С. Осадець, О. Черняк, А. Александров, В. Шахов, С. Єфимов та багато інших.

Фундаментальні дослідження щодо використання теорії економічного ризику у страхуванні проводили такі зарубіжні вчені: С. Асмуссен, Дж. Беекман, Н. Боверс, К. Бурнецькі, Н. Вікстад, Х. Гадвігер, Х. Гербер, Я. Грандел, Ф. Де Вільдер, Д. Діксон, Х. Крамер, О. Лундберг, Ф. Лундберг, Х. Панжер, Дж. Рейнхард, А. Рені, Т. Рольські, С. Сегердал, Е. Слад, Дж. Тойгельс, Е. Штрауб, Дж. Янсен та інші.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування і побудова імітаційної моделі страхувальної діяльності страхової компанії на основі розробки нових та оцінки достовірності відомих методів та моделей ризику.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для дослідження було використано реальні дані за останні шість років діяльності провідних українських компаній. У даній роботі для наглядності будуть наведені вхідні дані та результати для компанії, що входить у першу п'ятірку найбільших страхових компаній України.

Першим кроком моделі є прогнозування попиту на страхові поліси в наступні періоди.

Наступним кроком є прогнозування потрібних нам показників — премій та виплат. Це реалізується методом генерації величини премії по кожному контракту, де кількість контрактів — це величина прогнозованого попиту. Аналогічно генеруються тарифи, що відповідають цим преміям. А знаючи величину премії та тариф, ми легко можемо знайти страхову суму контракту, де

$$S_{\text{страхова}} = \frac{P}{t}, \text{ р — величина премії та } t \text{ — тариф (1).}$$

Але повернемося до методу генерації премій та тарифів. Для початку нам потрібно визначити, закону якого розподілу відповідають наші змінні. У результаті дослідження було виявлено таку залежність.

Щоб генеровані величини були адекватні, потрібно, щоб щільність шуканого розподілу відповідала даним ілюстраціям (рис. 1). Аналізуючи ці діаграми, можна так охарактеризувати шукану функцію щільності розподілу: додатньо визначена, спочатку крутий підйом, а потім поступове спадання, величина, що відповідає піку функції, знаходиться лівіше середнього значення нашої вибірки. Також шукана щільність повинна відповідати загальним вимогам до щільності розподілу, а саме:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1, \int_{-\infty}^{\infty} x * f(x) dx = m, \int_{-\infty}^{\infty} x^2 * f(x) dx - (\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx)^2 = \sigma^2 \quad (2),$$

де m — математичне сподівання σ^2 — дисперсія.

Отже, ми генеруємо по даному розподілу потрібну кількість премій та тарифів і знаходимо відповідні страхові суми. При простому складанні величин премій ми отримуємо прогноз надходжень страхової компанії за відповідний період.

Далі нам необхідно знати величини виплат по кожному контракту. Для цього спочатку робимо прогноз кількості виплат —

$$Count_{vиплат} = Popul * I \quad (3),$$

де I — ймовірність виплати.

Виявлено, що ймовірність виплати адекватно описує нормальний розподіл, вона коливається в межах 20%. Також було помічено, що величину виплат описує такий самий розподіл, що і величину премій.

Тепер ми можемо підсумувати всі попередні розроблені моделі програмою, що автоматизує розрахунок всіх необхідних параметрів попередніх моделей, а також дасть можливість проводити більш наглядний аналіз, а тому приймати більш обгрунтовані рішення.

Модель розроблено в програмі PowerSim 7.0, яка і передбачена для написання імітаційних моделей.

Як вже було зазначено, діяльність страховика описується класичною моделлю процесу ризику страхової компанії. До її складу входять три основні показники: початковий капітал, динамічний потік премій та динамічний потік виплат. Отже, дві останні зазначені характеристики підлягають імітаційному моделюванню через динамічність.

Першим потоком розглянемо процес надходження премій. Це основний доходоформуєчий фактор компанії. Даний потік є результатом взаємодії попиту на страхові послуги, розподілу страхових сум та встановлених тарифів страхової компанії.

Схематично зобразити такий потік можна наступним чином (рис. 2).

При кожному прогоні імітаційної моделі до компанії, що розглядається у моделюванні, приходять новий клієнт. Згідно з обраним розподілом страхових сум, генерується величина актуальна для зазначеного клієнта. Згенерована величина множиться на тариф, встановлений компанією, і отримуємо величину премії за період. Кількість прогонів моделі визначається попитом на страхові послуги компанії. Таким чином після проходження всіх описаних кроків ми отримаємо величину кумулятивної премії страховика. Більше того, ми можемо відстежити динаміку потоку премій компанії.

Така модель характеризується динамічністю, інтерактивністю та об'єктивністю. Потік премій залежить від часу, тому є динамічним. Ми маємо можливість змінювати вхідні параметри моделювання: вид розподілу страхових та тарифів страховика. Функції розподілу страхових сум та інших параметрів моделі визначаються за допомогою критеріїв згоди Пірсона та інших. Зазначені критерії згоди використовуються до історичних даних компанії, що надає об'єктивності отриманим результатам.

Наступним потоком у нашому розгляді буде процес надходження виплат. Це значно складніший процес. Його складність пояснюється більшою кількістю параметрів стохастичного характеру. Так, при кожному про-



Рис. 1. Емпіричний розподіл страхових параметрів

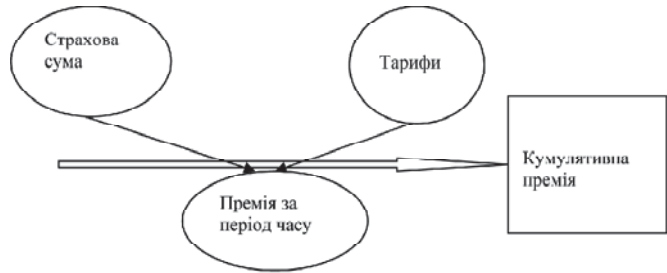


Рис. 2. Блок-схема процесу премій

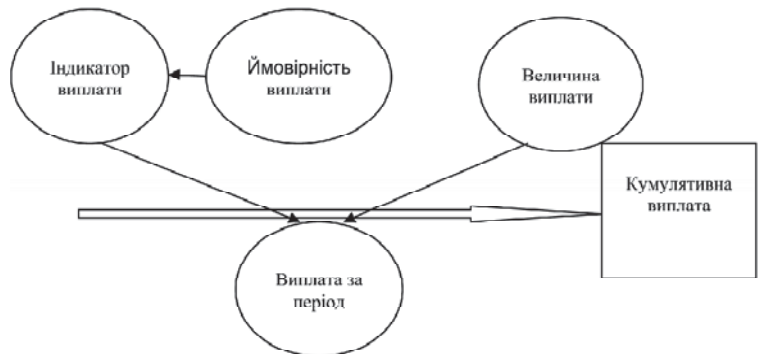


Рис. 3. Блок-схема процесу виплат

гоні моделі генерується індикатор, який вказує, надійшов чи ні позов протягом даного періоду. Якщо так, то генерується сума страхової виплати згідно наявних страхових сум у портфелі угод компанії.

На рисунку 3 зображено схему розрахунку виплат для страхової компанії. При прогоні програми величина виплати за період може скласти 0 грн., якщо індикатор згенерує відсутність виплати в даному періоді. Оскільки індикатор відтворює реальний стан справ страхування, то у більшості випадків позов відсутній. Але якщо позов надійшов, то далі генерується величина виплати, згідно з розглянутими функціями розподілу позовів та визначених за критерієм згоди для даної компанії.

Після проходження всіх етапів імітаційної моделі ми отримаємо кумулятивну величину виплат компанії за період, що розглядався. Застосована модель, як і попередній процес премій, характеризується динамічністю, інтерактивністю та об'єктивністю.

Надалі порівнюючи величину премій з виплатами, ми отримаємо динаміку прибутку страхової компанії. Як відомо, прибуток є основною метою діяльності комерційного підприємства, до яких належать і страхові орга-

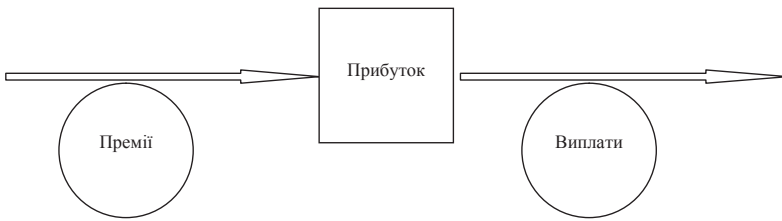


Рис. 4. Блок-схема динаміки прибутку

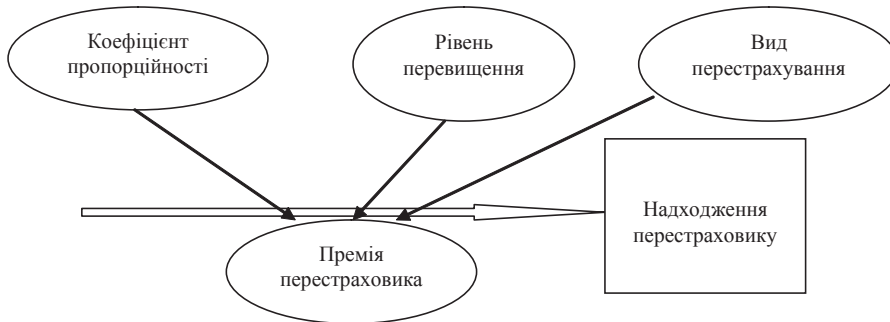


Рис. 5. Блок-схема динаміки надходжень перестраховика

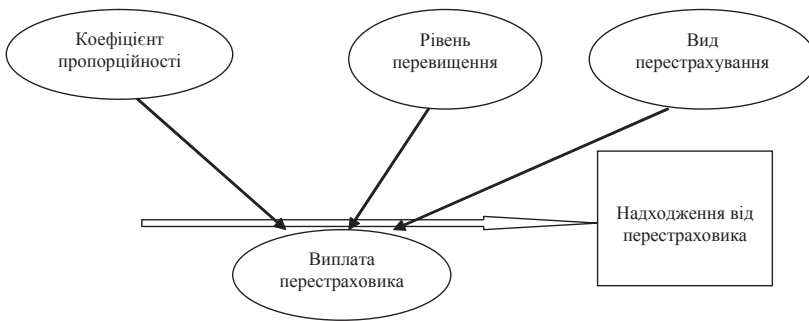


Рис. 6. Блок-схема динаміки надходжень від перестраховика

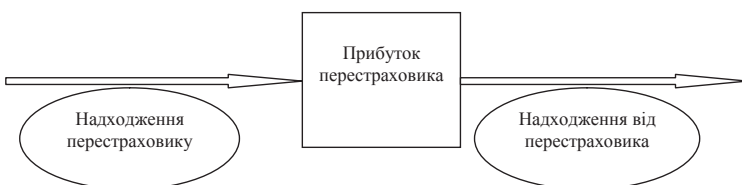


Рис. 7. Блок-схема динаміки прибутку перестраховика



Рис. 8. Блок-схема динаміки прибутку без перестраховування

нізації. Отже, описані потоки дають змогу моделювати та визначити основні фактори впливу результатів діяльності страховика.

У загальній імітаційній моделі передбачено похідний потік прибутку страхової компанії з метою простоти аналізу та наглядності результату моделювання (рисунк 4).

Для аналізу такого важливого показника, як прибуток, у програмі виділено окрему сторінку. У межах зазначеної сторінки відображаються значення прибутку страховика за проміжні періоди. Такий інструмент є дуже зручним при аналізі стану миттєвої платоспроможності страхової компанії. Якщо протягом усіх періодів значення прибутку є позитивним, то подія миттєвої неплатоспроможності, або актуарного банкрутства, не відбулась.

Графічний аналіз дозволить визначити межі та розміри коливань прибутку, та чи відповідає такий хід справ політиці управління ризиками компанії.

Наступним етапом нашого моделювання стане включення функції перестраховування у модель діяльності страховика. Перестраховування впливає на всі описані раніше потоки. Воно

буває декількох видів.

Для зручності моделювання блок перестраховування розбито на два окремі потоки: надходження перестраховика (частина премій страховика, що сплачується перестраховику) та надходження від перестраховика (частина виплат страховика, що покривається перестраховиком).

Надходження від перестраховика визначаються відповідно до виду перестраховування, що використовує страхова компанія. Якщо це пропорційне перестраховування, то всі премії страховика множаться на коефіцієнт пропорційності і дана величина переправляється перестраховику. Якщо це облігаторно-факультативне перестраховування — перевищення певної суми страхової угоди, то така пропорційність застосовується тільки для премій, де страхова сума перевищує зазначений рівень, і т.д. (рисунк 5).

За схожою логікою було побудовано потік надходжень від перестраховика, визначальною різницею було лише те, що даний показник стосується більш стохастичного потоку виплат (рисунк 6).

Маючи два потоки, що характеризують дохідну та витратну частини, ми як у випадку зі страховиком, можемо побудувати потік прибутку перестраховика від операцій співпраці з страховиком. Такий потік буде основою аналізу та ґрунтовною базою прийняття рішень щодо параметрів перестраховування. Ма-

лаймовірно що перестраховик погодиться зменшувати ризик страховика за відсутності позитивного очікуваного прибутку. Інтерактивно змінюючи параметри угод перестраховування, страховик наглядно знатиме динаміку власного прибутку та ризику неліквідності, у свою чергу перестраховик отримає дані про вигідність такої співпраці у вигляді прибутку (рисунк 7).

Для повного обґрунтування рішення про оптимальність вибраних угод перестраховання, варто порівнювати очікуваний прибуток та ризик страховика при застосуванні обраних угод перестраховання і без них. З цією метою до моделі додано потік прибутку страховика без перестраховання (рисунок 8).

Усі зазначені види величини прибутку виводяться у формі таблиць на окремих сторінках аналізу та на графіках. Це дає змогу зручно та мобільно аналізувати наслідки та переваги застосування різного роду угод перестраховання.

Тепер об'єднаємо описані потоки та моделі у одну інтегральну імітаційну модель аналізу та оптимізації перестраховальної діяльності страхової компанії.

Блок-схема моделі має наступний вигляд (рис. 9).

Як один з результатів імітаційного моделювання ми отримаємо прогноз надходжень, виплат і прибутку страхової компанії по своєму портфелю (табл. 1).

У цій таблиці наведені дані щодо прогнозованих надходжень виплат і прибутку, що змінюється при кожному новому контракті, з врахуванням перестраховання. Як бачимо з першого рядка таблиці, стартовий капітал компанії також враховується, і в даному випадку він дорівнює 100000.

Далі ми маємо можливість переглянути графічно отримані результати.

Наводиться два графіки (рис. 10 та 11), а саме Аналіз стану страховика — проілюстровано суму премій і виплат, прибутку при перестрахованні і без нього в залежності від кількості контрактів. А також Аналіз стану перестраховика — наведено суму надходжень перестраховика від перестраховальника і виплат перестраховальнику, а також прибуток від такої діяльності перестраховика.

Дані ілюстрації відповідають перестрахованню при наступних параметрах.

Частка премій, що надходять перестраховику з кожного контракту, що перестраховується, дорівнює 0.5. А частка виплат, що бере на себе перестраховик дорівнює 0.55. Як бачимо страховик, хоч і виграє від перестраховання, але не значною мірою (лінія прибутку вище із перестрахованням, ніж без нього). Але враховуючи, що він мінімізує при цьому свої ризики страховик вважатиме вигідними умови такого контракту. Однак для перестраховика лінія прибутку лежить нижче нуля, і він бере на себе додаткові ризики, тому для нього такі умови не вигідні.

На рисунках 12 та 13 проілюстровано графіки такого ж виду, але вже для інших параметрів перестраховання — 0.5 та 0.45 відповідно.

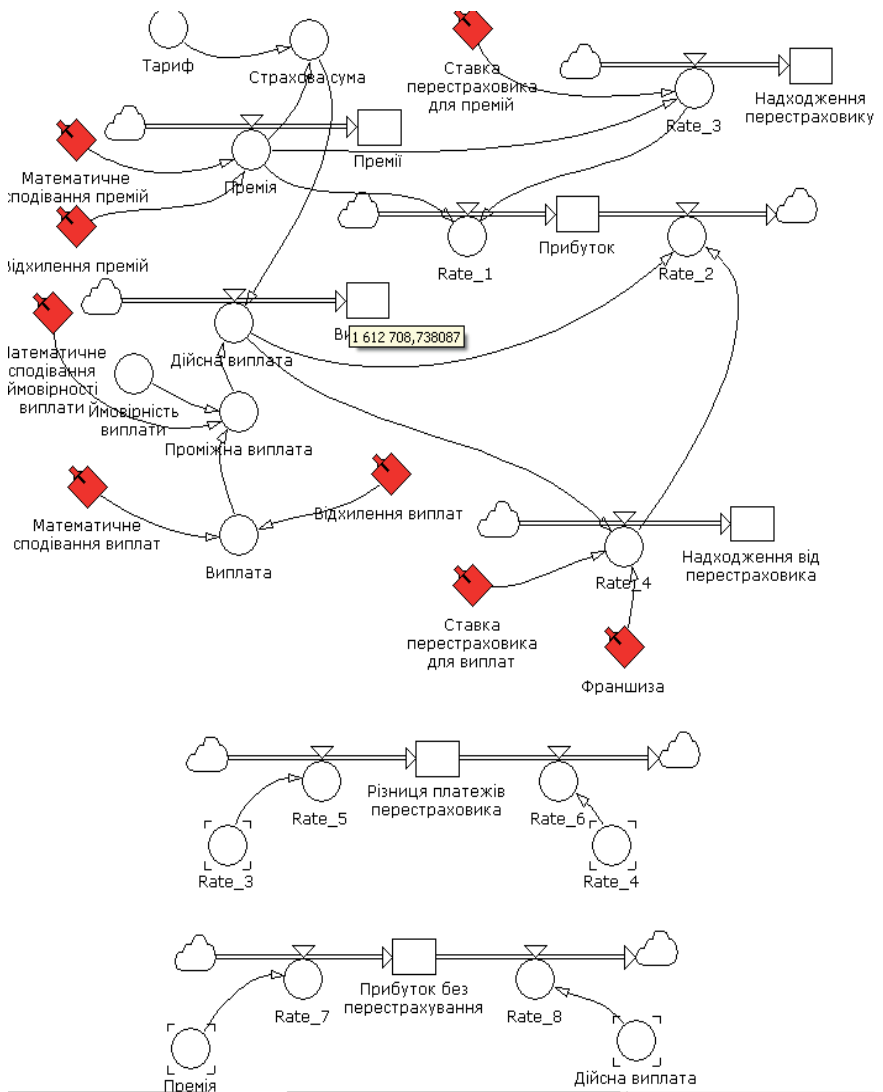


Рис. 9. Імітаційна модель страхової компанії

Таблиця 1. Результати моделювання

| г | Премії | Виплати | Прибуток |
|----|--------------|--------------|------------|
| 20 | 0,00 | 0,00 | 100 000,00 |
| 2 | 63 088,71 | 54 719,39 | 105 466,02 |
| 2 | 136 199,17 | 137 410,21 | 103 189,46 |
| 20 | 210 092,70 | 176 484,35 | 120 765,11 |
| 2 | 260 485,40 | 221 847,02 | 124 391,93 |
| 2 | 304 462,01 | 263 990,07 | 126 415,35 |
| 2 | 356 500,18 | 314 469,91 | 128 536,64 |
| 2 | 418 946,89 | 375 947,97 | 130 679,64 |
| 2 | 470 589,30 | 462 905,81 | 116 320,75 |
| 2 | 537 904,59 | 497 084,79 | 132 964,49 |
| 2 | 573 928,69 | 561 108,35 | 121 445,45 |
| 20 | 626 728,26 | 608 754,00 | 125 193,53 |
| 20 | 681 221,33 | 675 175,83 | 121 358,17 |
| 2 | 745 960,67 | 716 867,53 | 133 425,34 |
| 2 | 803 252,38 | 819 211,82 | 114 872,17 |
| 20 | 851 776,10 | 911 171,42 | 96 800,94 |
| 2 | 914 819,82 | 984 335,06 | 94 007,68 |
| 2 | 977 066,77 | 1 008 818,34 | 112 579,37 |
| 2 | 1 042 017,04 | 1 054 233,47 | 123 083,49 |
| 2 | 1 098 319,23 | 1 097 564,66 | 130 418,93 |
| 2 | 1 145 893,78 | 1 155 056,56 | 127 292,46 |
| 2 | 1 208 186,21 | 1 205 910,71 | 134 107,40 |
| 2 | 1 271 138,74 | 1 301 337,25 | 121 327,38 |
| 20 | 1 343 235,60 | 1 337 581,64 | 139 315,23 |
| 20 | 1 394 390,10 | 1 353 060,32 | 156 650,58 |
| 2 | 1 447 409,18 | 1 430 127,39 | 147 361,91 |
| 2 | 1 504 448,60 | 1 487 319,56 | 148 855,94 |
| 20 | 1 561 772,71 | 1 544 777,72 | 150 366,12 |
| 2 | 1 623 375,73 | 1 581 898,06 | 162 988,34 |
| 2 | 1 686 053,56 | 1 612 708,74 | 178 938,20 |

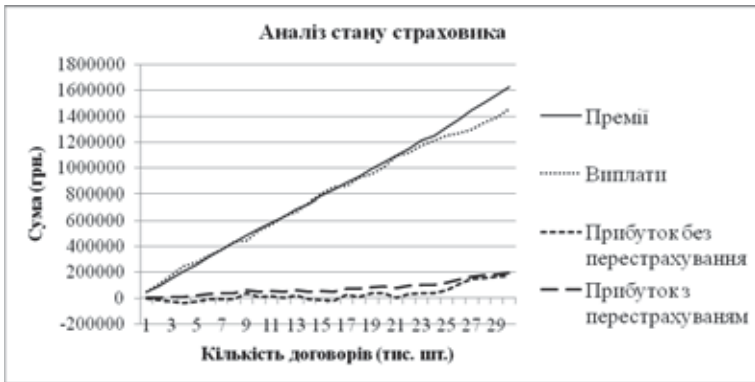


Рис. 10. Результати моделювання для страховика

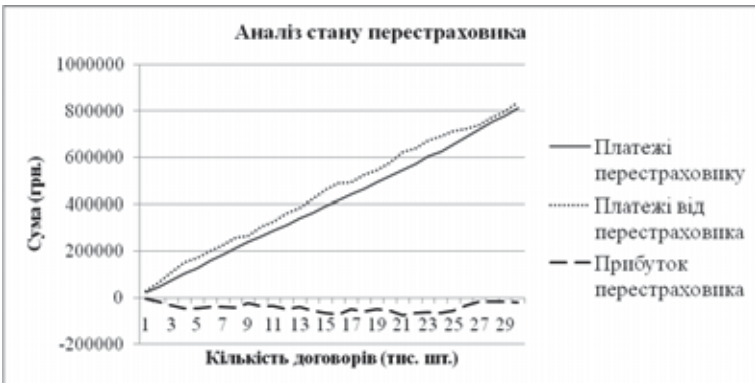


Рис. 11. Результати моделювання для перестраховика

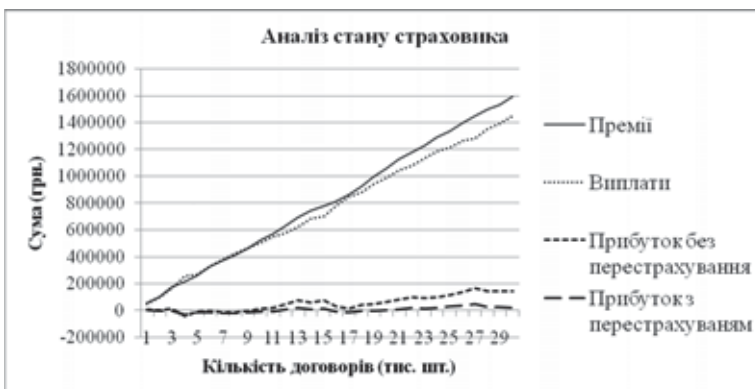


Рис. 12. Результати моделювання для страховика

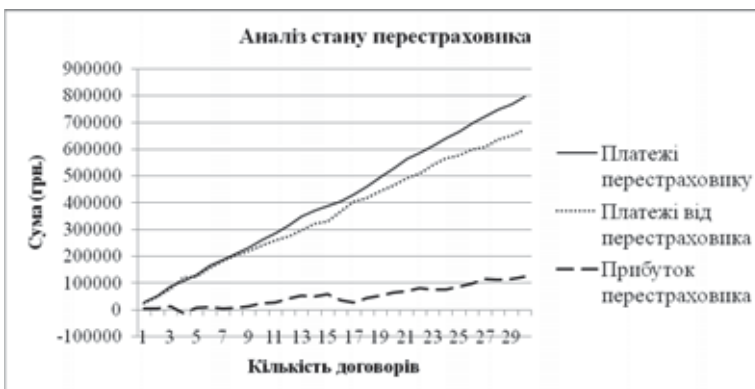


Рис. 13. Результати моделювання для перестраховика

Тепер, як бачимо, для страховика перестраховання є менш вигідним, ніж у попередньому випадку, але воно все ж таки виконує функцію мінімізації ризику. На графіку видно, що перестраховання дає можливість уникнути піку збитків. А прибутків у цілому витрачається небагато при перестрахованні, тому страховик буде схильним до контракту і на таких умовах.

Як бачимо, за таких умов перестраховик отримуватиме певний прибуток, тому може і погодитись заключити контракт.

Отже дана програма дає можливість проаналізувати свою політику у сфері перестраховання не тільки страховику, а й перестраховику. Вона може бути надзвичайно корисною на переговорах при заключенні контракту по перестрахованню, бо дає змогу визначити оптимальні параметри, які будуть вигідні як одній стороні, так і іншій.

Дана програма також дає можливість обчислити приблизно ймовірність банкрутства страхової компанії. Це можна реалізувати наступним чином: оскільки в програмі ведеться обрахунок капіталу компанії, то можна запустити програму при однакових параметрах певну кількість раз, наприклад 100, і підрахувати, у скількох випадках рівень капіталу ставав менший нуля, що і є критерієм краху. У нашому випадку дана ймовірність рівна 8,5%.

Література:

1. Базилевич В.Д. Страховий ринок України: монографія / В.Д. Базилевич. — К.: Товариство "Знання КОО", 1998. — 374 с.
2. N. Bowers Actuarial Mathematics Society of Actuaries / N. Bowers, H. Gerber, J. Hickman, D. Jones C. Nesbitt // Itasca — 1986. — №3 — Р. 31—38.
3. Черняк О.І. Техніка вибіркового дослідження: монографія О.І. Черняк. — К.: МІВВЦ, 2011. — 248 с.
4. Річні звіти Держфінпослуг [Електронний ресурс] / Державна комісія з регулювання фінансових послуг України. — Режим доступу: <http://www.dfp.gov.ua/742.html>

References:

1. Bazylevych, V.D. (1998), *Strakhovyy rynek Ukrainy* [Ukrainian Insurance market], Znannia, Kyiv, Ukraine.
2. Bowers, N. (1986), "Actuarial Mathematics Society of Actuaries", *Itasca*, vol. 3, p. 31-38.
3. Cherniak, O.I. (2011), *Tekhnika vybirkovykh doslidzhen* [Technique of sample surveys], MIVVTs, Kyiv, Ukraine.
4. The official site of the state commission for regulation of financial services markets of Ukraine (2013), "Annual reports", available at: <http://www.dfp.gov.ua/742.html> (Accessed 3 August 2013).

Стаття надійшла до редакції 21.08.2013 р.