

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-76-7>

УДК 368.025.6:336.71

МОДЕЛЮВАННЯ ТА СТІЙКІСТЬ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ СТРАХУВАННЯ ВОЄННИХ РИЗИКІВ

MODELING AND SUSTAINABILITY OF THE STATE SYSTEM FOR WAR RISK INSURANCE

Бридун Ігор Євгенійович

молодший науковий співробітник, здобувач ступеня PhD,
Державна установа «Інститут економіки та прогнозування
Національної академії наук України»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8557-2723>

Brydun Ihor

State Institution "Institute of Economics and Forecasting
of the National Academy of Sciences of Ukraine"

У статті досліджено проблеми фінансового моделювання та забезпечення стійкості державної системи страхування воєнних ризиків в умовах зростаючої геополітичної нестабільності. Проаналізовано прогалини у застосуванні традиційних актуарних методів до воєнних загроз. Запропоновано комплексну методологію актуарних розрахунків резервів, що враховує непередбачуваність та високу тяжкість збитків. Досліджено методики оцінки фінансової стійкості системи за різних сценаріїв конфлікту. Розглянуто роль перестрахування як ключового інструменту для диверсифікації ризиків та зменшення фінансового навантаження на державний бюджет. Наголошено на необхідності інтеграції актуарних розрахунків, стрес-тестування та механізмів перестрахування для створення державної системи страхування воєнних ризиків, що підвищить національну економічну стабільність. Визначено подальші напрямки досліджень.

Ключові слова: фінансове моделювання, воєнні ризики, страхування, актуарні розрахунки, стрес-тестування, перестрахування, резерви.

This article addresses the critical challenges of financial modeling and ensuring the sustainability of a state-backed war risk insurance system. Growing geopolitical instability highlights the urgent need for robust mechanisms to manage such unprecedented risks. We analyze existing catastrophic risk insurance approaches, identifying gaps in applying traditional actuarial methods to the unique characteristics of war-related threats. A comprehensive methodology for actuarial reserve calculations is proposed, specifically tailored to account for the inherent unpredictability, high severity, and potential for widespread losses associated with military conflicts. This methodology integrates statistical analysis and advanced probability distributions to assess risk-adjusted premiums and solvency requirements, considering the long-tail and catastrophic nature of war risks. Furthermore, the study delves into stress testing methodologies for state insurance systems, a crucial tool for evaluating financial resilience under various extreme conflict escalation scenarios. This involves defining diverse war risk scenarios (e.g., regional, large-scale, hybrid, "black swan") and assessing their impact on capital adequacy, liquidity, and solvency, with Monte Carlo simulations highlighted as a powerful technique. The paper also thoroughly investigates the role and types of reinsurance as a pivotal instrument for diversifying risk exposure and mitigating the financial burden on the state budget, exploring options like public-private partnerships. The research emphasizes the imperative of integrating precise actuarial calculations, rigorous stress testing, and optimized reinsurance mechanisms to establish a reliable and financially sustainable state system for war risk insurance. Its practical value lies in providing a foundational framework for policymakers and financial institutions to develop effective strategies for managing war-related financial exposures, thereby enhancing national economic stability. Future research includes dynamic modeling and developing specific legal/regulatory frameworks.

Keywords: financial modeling, war risks, insurance, actuarial calculations, stress testing, reinsurance, reserves.

Постановка проблеми. Сучасний світ характеризується зростанням геополітичної нестабільності, що призводить до збільшення ймовірності та масштабу воєнних конфліктів. Наслідки таких конфліктів є руйнівними не лише для людського життя, а й для економіки, інфраструктури та соціальної сфери держав. У цьому контексті надзвичайно гостро постає питання фінансового захисту від воєнних ризиків. Традиційні страхові ринки часто виключають воєнні ризики зі своїх покриттів або пропонують їх на вкрай обмежених та дорогих умовах через їхню катастрофічну природу та складність оцінки. Це створює значну прогалину у системі економічної безпеки, особливо для держав, що перебувають у зоні потенційних або активних конфліктів.

Створення та забезпечення стійкості державної системи страхування воєнних ризиків є критично важливим практичним завданням. Така система має на меті не лише відшкодування збитків фізичним та юридичним особам, а й підтримку економічної активності, відновлення інфраструктури та забезпечення соціальної стабільності в умовах війни. Без належного фінансового механізму покриття воєнних збитків, держава стикається з колосальним фінансовим навантаженням, яке може призвести до системної кризи. Отже, розробка науково обґрунтованих підходів до фінансового моделювання, актуарних розрахунків резервів, стрес-тестування та використання механізмів перестрахування є не просто актуальною, а життєво необхідною для забезпечення стійкості та функціональності держави в умовах воєнних загроз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема страхування катастрофічних ризиків, до яких належать і воєнні, є предметом численних досліджень. Значна увага приділяється моделюванню природних катастроф (землетруси, повені), терористичних актів та кіберризиків. Дослідження Кузнецової Н. В. [1] зосереджені на моделюванні екстремальних подій у страхуванні. Роботи Слободянюк О. та Орлова В. [2] аналізують роль держави у забезпеченні покриття ризиків, які не може повністю прийняти приватний сектор. У контексті державних гарантій та фондів підтримки, праці Дубініна С. В. [3] розглядають механізми створення та функціонування державних страхових фондів. Також тематику моделювання страхової галузі досліджували Навроцький С. А., Скляр Г. П., Фису, І. В. [4], Орлова О. В. [5] та Путінцев А. В., Іванович І. В. [6].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Зважаючи на значний обсяг наукових робіт у галузі страхування від катастроф, спостерігаються значні недоліки, особливо стосовно військових ризиків. Переважна частина наявних моделей та підходів не бере до уваги всі особливості військових дій: їх мінливий характер, непередбачуваність, здатність призводити до різноманітних втрат (від прямого знищення до збитків через окупацію чи переселення) та взаємозалежність подій. Актуарні обчислення для військових ризиків ускладнені браком необхідної статистичної інформації та значною невизначеністю майбутніх подій. Дослідження, що об'єднують актуарну науку, комплексне стрес-тестування та особливі механізми перестрахування для державних систем страхування воєнних ризиків, представлені в обмежній кількості. Невирішеними залишаються питання оптимального обсягу резервів, відповідних методик стрес-тестування для різних сценаріїв воєнних дій та ефективних стратегій перестрахування, які б забезпечили фінансову стабільність системи, не створюючи надмірного навантаження на державний бюджет. Ці нерозв'язані аспекти загальної проблеми є предметом розгляду цієї статті.

Формулювання цілей статті. Основною метою статті є розробка науково-методичних засад фінансового моделювання та забезпечення стійкості державної системи страхування воєнних ризиків. Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання:

- Запропонувати методологію актуарних розрахунків страхових резервів для державної системи страхування воєнних ризиків, враховуючи специфіку та масштаби потенційних збитків.
- Розробити сценарії та методику стрес-тестування фінансової стійкості державної системи страхування воєнних ризиків в умовах різних рівнів інтенсивності та тривалості конфлікту.
- Розробити та застосувати економетричну модель для аналізу ключових факторів, що впливають на необхідний обсяг страхових резервів у системі страхування воєнних ризиків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Актуарні розрахунки резервів є фундаментальним елементом забезпечення фінансової стійкості будь-якої страхової системи, а для воєнних ризиків вони набувають особливого значення через їхню катастро-

фічну природу. Традиційні актуарні моделі, що базуються на великій кількості однорідних ризиків та стабільній статистиці, є недостатніми. Для моделювання воєнних ризиків необхідно застосовувати підходи, що враховують екстремальні події та "важкі хвости" розподілів збитків. Пропонується використати методологію, що поєднує елементи колективної та індивідуальної теорії ризику з використанням методів екстремальних значень (Extreme Value Theory, EVT) для оцінки ймовірності настання надзвичайних збитків.

Ефективне управління воєнними ризиками в контексті національної безпеки вимагає розробки інтегрованої фінансової архітектури, що базується на принципах актуарної науки, теорії ризиків та стрес-тестування. Центральною задачею є не лише ідентифікація та кількісна оцінка потенційних збитків, а й формування адекватних резервів та механізмів передачі ризику.

Формування адекватних фінансових резервів для покриття воєнних ризиків є багатапним процесом:

Збір та аналіз даних: Проксі-моделювання та якісна оцінка. В умовах обмеженості прямої статистичної інформації щодо збитків від воєнних дій, необхідним є застосування проксі-моделювання. Це передбачає використання даних про збитки від подібних за природою подій, таких як масштабні природні катастрофи або терористичні акти, що демонструють схожі "важкі хвости" у розподілі збитків. Додатково залучаються експертні оцінки та історичні прецеденти з інших конфліктів, адаптовані до поточних геополітичних та соціо-економічних реалій [7]. Важливою є також типологія збитків, що охоплює не лише прямі руйнування майна, але й людські втрати (житті та здоров'я), а також кумулятивні економічні збитки від дестабілізації виробництва та логістичних ланцюгів.

Моделювання частоти та тяжкості збитків: Скінченні та екстремальні розподіли. Для моделювання частоти виникнення воєнних подій можуть бути застосовані дискретні розподіли, такі як розподіл Пуассона або негативний біноміальний розподіл, що дозволяють врахувати як рідкісні, так і більш часті події. Тяжкість (масштаб) збитків потребує моделювання за допомогою розподілів з "важкими хвостами", таких як розподіли Парето, Вейбулла або лог-нормальний розподіл [8]. Ці розподіли краще відображають ймовірність виникнення надзвичайно великих збитків, що є характерним для воєнних ризиків.

Визначення ймовірності руїни: Адаптація теорії ризику. Теорія руїни є фундаментальною для визначення необхідного рівня резервів, що забезпечують задану ймовірність неплатоспроможності системи. Моделі, подібні до моделі Крамера-Лундберга [9], можуть бути адаптовані для обліку специфіки воєнних ризиків. В цьому контексті надходження премій, хоч і відносно стабільні, протиставляються непередбачуваним та потенційно масштабним виплатам, що вимагає пересмислення стандартних припущень моделі.

Розрахунок технічних резервів: Ризик-адаптований підхід. Розрахунок технічних резервів має виходити за рамки покриття лише очікуваних збитків, включаючи значний запас для непередбачуваних подій. Пропонується застосовувати ризик-адаптований підхід до резервування, що інтегрує принципи Solvency II або аналогічних національних регуляторних фреймворків. Це передбачає формування:

- *Резервів незароблених премій* (unearned premium reserves).
- *Резервів збитків, що відбулися, але не врегульовані* (reserves for incurred but not reported, IBNR, та reported but not settled, RBNS).
- *Резервів катастрофічних збитків* (catastrophe reserves), які є критично важливими для воєнних ризиків.

Стрес-тестування: Оцінка стійкості до екстремальних сценаріїв. Стрес-тестування виступає ключовим інструментом для оцінки стійкості фінансової системи до екстремальних, проте ймовірних, подій [10]. Для державної системи страхування воєнних ризиків цей метод дозволяє виявити потенційні вразливості та розробити контрзаходи.

Методика стрес-тестування охоплює: *Визначення сценаріїв:* Багаторівнева ескалація. Розробка реалістичних, але стресових сценаріїв воєнних дій є основою стрес-тестування. Вони можуть варіюватися за масштабом та інтенсивністю:

- *Сценарій регіонального конфлікту:* Обмежені бойові дії на певній території з локалізованими, але значними руйнуваннями [11].
- *Сценарій широкомасштабної агресії:* Інтенсивні бойові дії по всій країні, що призводять до масового руйнування критичної інфраструктури та житлового фонду.
- *Сценарій тривалої гібридної війни:* Поєднання військових, економічних та інформаційних впливів, що призводять до кумулятивних збитків протягом пролонгованого періоду.

• *Сценарій «чорного лебедя»*: Непередбачувана подія з надзвичайно низькою ймовірністю, але катастрофічними наслідками, що вимагає особливого аналізу [12].

Для кожного сценарію необхідно кількісно оцінити очікувані збитки за різними категоріями. Це досягається за допомогою імітаційного моделювання, зокрема методу Монте-Карло [13], де генеруються тисячі можливих реалізацій подій у рамках сценарію. Це дозволяє отримати розподіл потенційних збитків та оцінити ймовірності перевищення певних порогових значень.

Аналіз впливу змодельованих збитків на ключові фінансові показники системи є критичним. Це включає оцінку рівня капіталу, ліквідності, показників платоспроможності та співвідношення премій та виплат в умовах стресових сценаріїв.

Аналіз чутливості дозволяє визначити, наскільки зміна ключових параметрів (наприклад, інтенсивність бойових дій, тривалість конфлікту, ефективність механізмів перестрахування) впливає на фінансову стійкість системи. Це допомагає ідентифікувати найбільш вразливі аспекти та розробити цільові заходи реагування.

Результати стрес-тестування є основою для визначення мінімально необхідного рівня резервів та капіталу, а також для розробки конгентних планів дій на випадок реалізації стресових сценаріїв.

Стратегічним інструментом трансферу ризику є перестрахування, яке виступає фундаментальним інструментом для управління великомасштабними та катастрофічними ризиками, оскільки дозволяє диверсифікувати та трансферувати частину ризику на інших учасників глобального страхового ринку [14]. Оптимізація механізмів перестрахування полягає у пошуку балансу між вартістю перестрахування та рівнем переданого ризику, враховуючи результати актуарних розрахунків та стрес-тестування [15]. Ці методологічні підходи, інтегровані в єдину систему, формують надійну основу для управління воєнними ризиками, забезпечуючи фінансову стійкість та здатність до відновлення національної економіки в умовах воєнних загроз.

Для аналізу факторів, що впливають на необхідний обсяг резервів у системі страхування воєнних ризиків, пропонується побудувати економетричну модель. Ця модель є спрощеною демонстрацією, оскільки для реальних розрахунків потрібні значні обсяги достовірних даних. У цьому прикладі ми змо-

делюємо залежність необхідних страхових резервів від кількох ключових факторів, таких як інтенсивність воєнних дій, рівень перестрахування та економічні наслідки.

Економетрична модель використовує метод звичайних найменших квадратів (МНК) для оцінки взаємозв'язку між «Необхідними резервами» (залежна змінна) та кількома факторами (незалежні змінні): *Індекс інтенсивності війни (War_Intensity_Index)*: Показує, наскільки сильно воєнні дії впливають на потребу в резервах. Очікується позитивний зв'язок: чим вища інтенсивність, тим більше резервів потрібно. *Коефіцієнт покриття перестрахування (Reinsurance_Coverage_Ratio)*: Відображає частку ризиків, переданих на перестрахування. Очікується негативний зв'язок: чим більше ризиків перестраховано, тим менше власних резервів потрібно. *Індекс економічного впливу (Economic_Impact_Index)*: Оцінює ширші економічні наслідки конфлікту. Очікується позитивний зв'язок: чим більший економічний вплив, тим вищі потенційні збитки і, відповідно, резерви. *Історичні збитки (з лагом) (Historical_Losses_Lagged)*: Враховує вплив збитків попередніх періодів, що може вказувати на певну інерцію або кумулятивний ефект.

У межах проведеного дослідження для ілюстрації економетричного моделювання було сформовано синтетичний набір даних, що репрезентує ключові фактори впливу на систему страхування воєнних ризиків. Змінні, які увійшли до моделі та були використані для аналізу, визначені наступним чином:

Незалежні змінні (предиктори): *War_Intensity_Index* (Індекс інтенсивності війни): Цей індекс відображає ступінь інтенсивності бойових дій, масштабований у діапазоні від 0 до 10, де значення 10 відповідає високій інтенсивності конфлікту. *Reinsurance_Coverage_Ratio* (Коефіцієнт покриття перестрахування): Коефіцієнт, що відображає частку ризику, яка покривається механізмами перестрахування, представлений у діапазоні від 0 до 1 (0% до 100%). *Economic_Impact_Index* (Індекс економічного впливу): Індикатор, що оцінює загальний економічний вплив конфлікту, масштабований від 0 до 5. *Historical_Losses_Lagged* (Історичні збитки з лагом): Показник, що враховує кумулятивні збитки з попередніх періодів.

Залежна змінна: *Required_Reserves* (Необхідні резерви): Обсяг страхових резервів, який є об'єктом моделювання. Всі перераховані змінні були структуровані у форматі

pandas.DataFrame для подальшого застосування економетричного аналізу з використанням методу звичайних найменших квадратів (МНК), включаючи додавання константи для коректного розрахунку вільного члена регресійної моделі.

Базове фінансове моделювання, зосереджене на оцінці необхідних страхових резервів у контексті воєнних ризиків. Він починається зі створення синтетичних даних, які імітують ключові фактори, що можуть впливати на ці резерви. Ці фактори включають індекс інтенсивності війни (показує наскільки активні бойові дії), коефіцієнт покриття перестраховування (яка частина ризику передається іншим страховикам), індекс економічного впливу (наскільки війна впливає на економіку) та історичні збитки з лагом (попередні збитки, що можуть впливати на поточні потреби в резервах).

Після генерації цих даних, вони об'єднуються у структурований формат, відомий як DataFrame, що дозволяє зручно працювати з ними. Основна мета коду – побудова економетричної моделі за допомогою методу найменших квадратів (МНК). Цей метод використовується для визначення того, як зміни у вищезгаданих факторах (інтенсивність війни, перестраховування, економічний вплив, історичні збитки) впливають на залежну змінну – необхідні страхові резерви. Фактично, модель намагається знайти математичну залежність, яка дозволить прогнозувати, скільки грошей потрібно відкласти в резерви, виходячи з поточних або прогнозованих значень цих факторів. Додавання константи до моделі є стандартною практикою в економетриці, що дозволяє врахувати базовий рівень резервів, незалежно від значень інших змінних.

В ході процесу навчання, оцінки та застосування моделі для оцінки взаємозв'язку між ключовими факторами та необхідними резервами (залежною змінною) було застосовано функцію `sm.OLS(y, X)`. Після ініціалізації моделі, `model.fit()` виконує процес навчання, використовуючи синтетичні дані для визначення оптимальних параметрів регресії.

Виведення `results.summary()` надає детальний статистичний звіт про результати моделі, що дозволяє оцінити її адекватність та статистичну значущість коефіцієнтів. Код передбачає інтерпретацію ключових предикторів. Заключний фрагмент коду демонструє практичну цінність моделі для прогнозування. Шляхом введення нових значень для незалежних змінних (імітація нового сценарію)

та використання функції `results.predict(new_data)`, модель розраховує прогнозований обсяг необхідних резервів. Це підтверджує функціональність моделі як інструменту для сценарного аналізу та фінансового планування в умовах воєнних ризиків.

Після навчання моделі на наданих даних, генерується зведена таблиця результатів, яка містить комплекс статистичних метрик. Ці метрики дозволяють кількісно оцінити адекватність моделі та статистичну значущість кожного предиктора. Особливий акцент робиться на інтерпретації регресійних коефіцієнтів. Наприклад, позитивний коефіцієнт при індексі інтенсивності війни свідчить про пряму залежність: зростання інтенсивності конфлікту асоціюється зі збільшенням необхідних резервів, за умови сталості інших факторів. Навпаки, негативний коефіцієнт для коефіцієнта покриття перестраховування вказує на обернену залежність: підвищення рівня перестраховування призводить до зниження власних резервних вимог страховика. Показник R^2 (коефіцієнт детермінації) є ключовим для оцінки пояснювальної здатності моделі, вказуючи, яку частку дисперсії залежної змінної пояснюють включені до моделі незалежні змінні. Високе значення R^2 (наближене до одиниці) свідчить про високу адекватність моделі.

Завершальний етап демонструє прогностичний потенціал розробленої моделі. Шляхом введення нових значень для незалежних змінних (наприклад, сценаріїв майбутньої інтенсивності війни чи політики перестраховування), модель дозволяє прогнозувати очікуваний розмір необхідних страхових резервів. Ця функціональність робить економетричну модель цінним аналітичним інструментом для стратегічного планування та оптимізації управління ризиками в системах страхування воєнних ризиків. Після запуску коду отримуємо звіт про результати OLS, що містить багато статистичної інформації (рис. 1).

Проведена регресійна модель методом найменших квадратів (МНК) спрямована на визначення залежності необхідних страхових резервів (Dependent Variable: Required_Reserves) від ключових факторів, що впливають на страховий ринок в умовах воєнних ризиків. Загальна пояснювальна здатність моделі є високою, про що свідчить коефіцієнт детермінації R -squared на рівні 0.984 та скоригований R^2 (Adj. R -squared) 0.981. Це означає, що близько 98.4% варіації в обсягах необхідних резервів пояснюється включеними до

--- Результати економетричної моделі ---

OLS Regression Results

Dep. Variable:	Required_Reserves	R-squared:	0.984			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.981			
Method:	Least Squares	F-statistic:	333.2			
Date:	Thu, 03 Jul 2025	Prob (F-statistic):	1.26e-14			
Time:	10:41:46	Log-Likelihood:	-105.28			
No. Observations:	20	AIC:	218.6			
Df Residuals:	16	BIC:	222.5			
Df Model:	3					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
=====						
	coef	std err	t P> t [0.025 0.975]			

const	195.2319	18.148	10.758	0.000	156.760	233.703
War_Intensity_Index	30.5372	55.463	0.551	0.590	-87.039	148.113
Reinsurance_Coverage_Ratio	192.1782	15.297	12.563	0.000	159.750	224.606
Economic_Impact_Index	23.5416	47.036	0.501	0.624	-76.170	123.253
Historical_Losses_Lagged	1.2762	0.507	2.516	0.023	0.201	2.352
=====						
Omnibus:	4.558	Durbin-Watson:	2.262			
Prob(Omnibus):	0.102	Jarque-Bera (JB):	1.582			
Skew:	0.201	Prob(JB):	0.454			
Kurtosis:	1.682	Cond. No.	3.99e+18			
=====						

Рис. 1. Результати економетричної моделі

Джерело: побудовано автором

моделі незалежними змінними. Статистична значущість моделі в цілому підтверджується F-статистикою 333.2 при надзвичайно низькому значенні Prob (F-statistic) 1.26e-14, що дозволяє відкинути нульову гіпотезу про відсутність спільного впливу факторів.

Розглядаючи коефіцієнти окремих предикторів, можна зробити наступні висновки. Змінна const (константа) є статистично значущою ($p=0.000$), вказуючи на базовий рівень резервів, який не пояснюється іншими змінними моделі.

War_Intensity_Index (індекс інтенсивності війни) має позитивний коефіцієнт 30.5372, що інтуїтивно відповідає очікуванням: зростання інтенсивності бойових дій призводить до збільшення потреби в резервах. Однак, незважаючи на позитивний зв'язок, даний предиктор виявився статистично незначущим ($p=0.590$), що може бути пов'язано з обмеженим обсягом вибірки або взаємодією з іншими змінними.

Змінна Reinsurance_Coverage_Ratio (коефіцієнт покриття перестрахування) демонструє сильний позитивний коефіцієнт 192.1782 та є високо статистично значущою

($p=0.000$). Це інтерпретується як те, що зі збільшенням частки перестрахування, необхідні власні резерви компанії, що їх моделюються, значно зростають. Важливо зазначити, що це суперечить загальноприйнятій економічній теорії, де перестрахування має зменшувати власні резерви страховика, оскільки частина ризику передається. Такий нетиповий результат вимагає додаткового аналізу, перевірки гіпотез, якості та інтерпретації синтетичних даних або врахування специфічних механізмів, що могли бути закладені в генерацію вибірки. Можливо, коефіцієнт відображає іншу залежність у даному синтетичному наборі даних, ніж очікувана пряма функція зменшення резервів.

Economic_Impact_Index (індекс економічного впливу) також має позитивний коефіцієнт 23.5416, що вказує на те, що зростання економічного впливу війни збільшує потребу в резервах. Проте, як і War_Intensity_Index, цей предиктор також виявився статистично незначущим ($p=0.624$).

Змінна Historical_Losses_Lagged (історичні збитки з лагом) має позитивний коефіцієнт 1.2762 і є статистично значущою ($p=0.023$).

Це підтверджує, що попередні збитки є важливим фактором у визначенні поточних потреб у страхових резервах, що відповідає актуарним принципам.

Аналіз додаткових діагностичних статистик показує, що значення Durbin-Watson 2.262 знаходиться поблизу 2, що не вказує на суттєву автокореляцію залишків. Однак, надзвичайно високе значення Cond. No. ($3.99e+18$) свідчить про серйозну мультиколінеарність між незалежними змінними, що може спричиняти нестабільність коефіцієнтів та ускладнювати їх інтерпретацію, особливо для тих змінних, які виявилися статистично незначущими. Це підкреслює необхідність подальшої діагностики моделі та потенційного перегляду набору предикторів або застосування методів для зменшення мультиколінеарності при роботі з реальними даними.

Детальний аналіз отриманих результатів OLS регресії дозволяє інтерпретувати вплив кожного предиктора на залежну змінну – необхідні страхові резерви.

Коефіцієнти регресії (coef) показують величину зміни залежної змінної при зміні відповідної незалежної змінної на одиницю, за умови сталості інших факторів.

Для War_Intensity_Index коефіцієнт становить 30.54. Позитивне значення вказує на те, що зі зростанням інтенсивності війни потреба в резервах збільшується.

Коефіцієнт для Reinsurance_Coverage_Ratio становить 192.18. Цей позитивний коефіцієнт є несподіваним, оскільки зазвичай очікується, що збільшення частки перестрахування призводить до зменшення власних необхідних резервів страховика. Такий результат свідчить про необхідність поглибленого аналізу джерела даних (особливо синтетичних) та, можливо, перегляду специфікації моделі.

Коефіцієнт Economic_Impact_Index дорівнює 23.54, що також є позитивним, вказуючи на пряму залежність між економічним впливом та обсягом резервів.

Змінна Historical_Losses_Lagged має коефіцієнт 1.28, підтверджуючи, що зростання минулих збитків корелюється зі збільшенням поточних резервних вимог.

P-значення ($P > |t|$) є ключовим індикатором статистичної значущості коефіцієнтів. Коефіцієнт вважається статистично значущим, якщо його p-значення менше встановленого рівня значущості (зазвичай 0.05). У даній моделі const (195.23), Reinsurance_Coverage_Ratio (192.18) та Historical_Losses_Lagged (1.28)

демонструють статистично значущі коефіцієнти (p-значення менше 0.05). Натомість, War_Intensity_Index ($p=0.590$) та Economic_Impact_Index ($p=0.624$) виявилися статистично незначущими. Це може бути наслідком різних чинників, зокрема, потенційної мультиколінеарності між предикторами, на що вказує високе значення Condition Number (Cond. No. $3.99e+18$) у зведених результатах.

Загальна адекватність моделі оцінюється за допомогою R^2 (коефіцієнт детермінації), який становить 0.984. Це свідчить про те, що близько 98.4% дисперсії залежної змінної (Required_Reserves) пояснюється включеними до моделі незалежними змінними. Таке високе значення R^2 вказує на відмінну відповідність моделі наявним даним.

Важливо підкреслити, що ця модель була побудована на синтетичних даних. Для практичного застосування та отримання достовірних висновків необхідно використовувати реальні, верифіковані історичні дані, що охоплюють інформацію про воєнні конфлікти, фактичні страхові виплати, обсяги перестрахування та відповідні макроекономічні індикатори. Збір, очищення та попередній аналіз таких даних є фундаментальним етапом будь-якого економетричного дослідження. Представлена модель є початковою точкою для подальшого розвитку; у реальних сценаріях її можна удосконалювати шляхом інтеграції додаткових змінних, використання методів аналізу часових рядів, а також врахування структурних зсувів та нестационарності процесів.

Висновки. Проведене дослідження комплексно розглядає проблематику фінансового моделювання та забезпечення стійкості державної системи страхування воєнних ризиків, що набуває критичної актуальності в умовах зростаючої геополітичної нестабільності. Обґрунтовано, що традиційні страхові механізми виявляються недостатніми для покриття воєнних загроз через їхню катастрофічну природу та непередбачуваність, що зумовлює нагальну потребу в розробці національних систем захисту.

Ключовим результатом дослідження є пропозиція методології актуарних розрахунків резервів, адаптованої до специфіки воєнних ризиків, що враховує їх високу невизначеність та потенціал значних кумулятивних збитків. Додатково, було розглянуто та застосовано методику стрес-тестування, що є незамінним інструментом для оцінки фінансової резистентності системи в умовах різноманітних

сценаріїв ескалації конфлікту. Визначено важливу роль перестрахування як фундаментального механізму диверсифікації ризиків та зменшення фінансового навантаження на державний бюджет.

Побудована економетрична модель, продемонструвала високу пояснювальну здатність ($R^2=0.984$) у визначенні факторів, що впливають на обсяг страхових резервів. Попри виявлену статистичну незначущість деяких предикторів (War_Intensity_Index, Economic_Impact_Index) та аномальний позитивний коефіцієнт для Reinsurance_Coverage_Ratio (що може вказувати на мультиколінеарність або особливості синтетичної вибірки), модель підтвердила статистично значущий вплив Historical_Losses_Lagged на потребу в

резервах. Ці результати підкреслюють потенціал економетричного інструментарію у даній сфері, але водночас вказують на необхідність ретельного підбору та верифікації даних для реальних застосувань.

Підсумовуючи, дослідження підтверджує, що для формування надійної та фінансово стійкої державної системи страхування воєнних ризиків є критично необхідною інтеграція актуарних розрахунків, комплексного стрес-тестування та оптимальних механізмів перестрахування. Подальші дослідження мають бути зосереджені на зборі та аналізі емпіричних даних, що дозволить удосконалити моделі та підвищити їх прогностичну точність для ефективного управління цими безпрецедентними ризиками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Кузнєцова Н. В. Методи і моделі аналізу, оцінювання та прогнозування ризиків у фінансових системах: дис. докт. техн. наук. Київ : Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерство освіти і науки України, 2018.
2. Слободянюк О., Орлов В. Моделювання фінансової діяльності страхових компаній в умовах ризикового страхування. *Modeling the development of the economic systems*. 2021. № 1. С. 71–77.
3. Дубініна С. В. Байєсівські методи моделювання актуарних процесів та оцінювання ризиків страхових компаній: дис. канд. техн. наук. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерство освіти і науки України, 2017.
4. Навроцький С. А., Скляр Г. П., Фисун І. В. Перестрахування ризиків виїзного туризму: математичне моделювання рівня власного утримання страховика. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Сер.: Економіка*. 2015. № 1. С. 107–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue_2015_1_21 (дата звернення: 04.07.2025).
5. Орлова О. В. Моделювання і оцінка ризиків управління платоспроможністю страховика. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Економіка і менеджмент»*. 2015. № 10. С. 290–293.
6. Путнінцев А. В., Івкін В. І. Проблеми та шляхи їх вирішення щодо розвитку страхового ринку України у воєнний та повоєнний період. Теоретичні аспекти та практичні проблеми управління, економіки та природокористування в Україні: Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 2–3 листопада 2023). Київ, 2023. С. 103.
7. Франтовський Є. М., Батрак О. В. Стрес-тестування фінансових установ та його удосконалення. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. Серія: «Економічні науки». 2023. Т. 1. № 4 (72). DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-4-8775> (дата звернення: 04.07.2025).
8. Бойко В. В., Зарічний М. Я. Інструменти підвищення конкурентоспроможності підприємств в умовах воєнного стану. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 54. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-39> (дата звернення: 04.07.2025).
9. Александрова М. М. Зміст воєнних ризиків у страхуванні. У: III Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні виклики сталого розвитку бізнесу» (3-4 листопада 2022 р.). Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/187.pdf> (дата звернення: 04.07.2025).
10. Чвертко Л. А., Лисий Ю. Є. Проблеми організації страхування воєнних ризиків на страховому ринку України. У: Сучасні проблеми і перспективи економічної динаміки: матеріали IX Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. здобувачів вищ. освіти та молодих учених (м. Умань, 17 листопада 2022 р.). Умань : Візаві, 2022. С. 97–100.
11. Вінокуров Я. О. Страхування воєнних ризиків. Як влада планує вмовити інвесторів вкладати в Україну зараз. *Економічна правда*. 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/07/4/701830/index.amp> (дата звернення: 04.07.2025).

12. OECD International Platform on Terrorism Risk Insurance. Israel – terrorism risk insurance programme. 2014. URL: <https://web-archive.oecd.org/2014-06-19/308473-Israel-Terrorism-Risk-Insurance.pdf> (дата звернення: 04.07.2025).
13. Douglas P. H. The War Risk Insurance Act. *Journal of Political Economy*. Vol. 26, № 5. 1918. С. 461–483. DOI: <https://doi.org/10.1086/253103> (дата звернення: 04.07.2025).
14. Lindsay S. M. Purpose and Scope of War Risk Insurance. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*. Vol. 79. Sep., 1918. С. 52–68. URL: <https://www.jstor.org/stable/1013965> (дата звернення: 04.07.2025).
15. Malinowska K. The Sanctions and War Clauses in Insurance Contracts – International and European Approach. 2023. С. 156–169. DOI: 10.18485/aida.2023.24.ch12. URL: https://www.researchgate.net/publication/369645661_The_Sanctions_and_War_Clauses_in_Insurance_Contracts_-International_and_European_Approach (дата звернення: 04.07.2025).

REFERENCES:

1. Kuznietsova, N. V. (2018). *Metody i modeli analizu, otsiniuvannia ta prohozuvannia ryzykiv u finansovykh systemakh* [Methods and models for analysis, evaluation and forecasting of risks in financial systems] (Doctoral dissertation). National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv.
2. Slobodanyuk, O., & Orlov, V. (2021). Modeling of financial activities of insurance companies in conditions of risk insurance. *Modeling the Development of the Economic Systems*, (1), 71–77.
3. Dubinina, S. V. (2017). *Baiiesivski metody modeliuvannia aktuarnykh protsesiv ta otsiniuvannia ryzykiv strakhovykh kompanii* [Bayesian methods of modeling actuarial processes and risk assessment of insurance companies] (Candidate of Technical Sciences dissertation). National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv.
4. Navrotskyi, S. A., Sklyar, H. P., & Fisun, I. V. (2015). Perestrakhuvannia ryzykiv vyiznogo turizmu: matematychnе modeliuvannia rivnia vlasnoho utrymannia strakhovky [Reinsurance of outbound tourism risks: Mathematical modeling of the insurer's own retention level]. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu. Ser.: Ekonomika*, (1), 107–114. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvmdue_2015_1_21 (accessed July 04, 2025).
5. Orlova, O. V. (2015). Modeliuvannia i otsinka ryzykiv upravlinnia platospromozhnistiu strakhovky [Modeling and evaluation of risks of management of insurer's solvency]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriya: "Ekonomika i menedzhment"*, (10), 290–293.
6. Putnintsev, A. V., & Ivkin, V. I. (2023). Problemy ta shliakhy yikh vyrishennia shchodo rozvytku strakhovoho rynku Ukrainy u voiennyi ta povoiennyi period [Problems and ways to solve them regarding the development of the insurance market of Ukraine in the military and post-war period]. In *Teoretychni aspekty ta praktychni problemy upravlinnia, ekonomiky ta pryrodokorystuvannia v Ukraini: Materialy VII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (Kyiv, 2-3 lystopada 2023) (p. 103). Kyiv.
7. Frantovskyi, Ye. M., & Batrak, O. V. (2023). Stres-testuvannia finansovykh ustanov ta yoho udoskonalennia [Stress testing of financial institutions and its improvement]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal "Internauka". Seriya: "Ekonomichni nauky"*, 1(4(72)). DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-4-8775> (accessed July 04, 2025).
8. Boiko, V. V., & Zarichnyi, M. Ya. (2023). Instrumenty pidvyshchennia konkurentospromozhnosti pidpriemstv v umovakh voiennoho stanu [Instruments for increasing the competitiveness of enterprises in conditions of martial law]. *Ekonomika ta suspilstvo*, (54). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-39> (accessed July 04, 2025).
9. Aleksandrova, M. M. (2022). Zmist voiennykh ryzykiv u strakhuvanni [The content of military risks in insurance]. In *III Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia "Suchasni vyklyky staloho rozvytku biznesu"* (3-4 november 2022) (Vol. 3). Zhytomyr Polytechnic State University. Available at: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/187.pdf> (accessed July 04, 2025).
10. Chvertko, L. A., & Lysyi, Yu. Ye. (2022). Problemy orhanizatsii strakhuvannia voiennykh ryzykiv na strakhovomu rynku Ukrainy [Problems of organizing military risk insurance on the insurance market of Ukraine]. In *Suchasni problemy i perspektyvy ekonomichnoi dynamiky: materialy IX Vseukr. nauk.-prakt. internet-konf. zdobuvachiv vyshch. osvity ta molodykh uchenykh* (c. Uman, 17 november 2022) (pp. 97–100). Uman: Vizavi.
11. Vinokurov, Ya. O. (2023, July 4). Strakhuvannia voiennykh ryzykiv. Yak vlada planuie vmovyty investoriv vkladaty v Ukrainu zaraz [Military risk insurance. How the government plans to persuade investors to invest in Ukraine now]. *Ekonomichna Pravda*. Available at: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/07/4/701830/index.amp> (accessed July 04, 2025).

12. OECD International Platform on Terrorism Risk Insurance. (2014). Israel – terrorism risk insurance programme. Available at: <https://web-archive.oecd.org/2014-06-19/308473-Israel-Terrorism-Risk-Insurance.pdf> (accessed July 04, 2025).
13. Douglas, P. H. (1918). The War Risk Insurance Act. *Journal of Political Economy*, 26 (5), 461–483. DOI: <https://doi.org/10.1086/253103> (accessed July 04, 2025).
14. Lindsay, S. M. (1918, September). Purpose and Scope of War Risk Insurance. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 79, 52–68. Retrieved July 4, 2025. Available at: <https://www.jstor.org/stable/1013965> (accessed July 04, 2025).
15. Malinowska, K. (2023). The Sanctions and War Clauses in Insurance Contracts – International and European Approach. DOI: <https://doi.org/10.18485/aida.2023.24.ch12> (accessed July 04, 2025).