

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

Інститут інформаційних технологій в економіці

Кафедра штучного інтелекту, моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика і Дата Сайнс»

Галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»
Спеціальність 051 «Економіка»

Форма здобуття освіти: очна (денна)

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Аналіз та прогнозування фінансової стійкості страхової компанії
на основі регуляторної звітності»

(назва теми)

здобувача Бабак Людмили Олександрівни

(ПІБ, підпис)

Науковий керівник: к. ф.-м. н., професор Олена ЮНЬКОВА

(підпис)

**Робота допущена до захисту перед екзаменаційною комісією з
атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)**

Завідувач кафедри: к. ф.-м. н., професор
Галина ВЕЛИКОІВАНЕНКО

(підпис)

Київ 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

Інститут інформаційних технологій в економіці

Кафедра штучного інтелекту, моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика і Дата Сайнс»

Галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»
Спеціальність 051 «Економіка»

ПОГОДЖЕНО

Керівник проектної групи (гарант)
освітньо-професійної програми
Олена ПІСКУНОВА

_____ (підпис)

_____ 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри штучного інтелекту,
моделювання та статистики
Галина ВЕЛИКОІВАНЕНКО

_____ (підпис)

_____ 2025 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

здобувача вищої освіти

Бабак Людмили Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ очної (денної)

форми здобуття освіти

_____ очної (денної), заочної, дистанційної

на підготовку кваліфікаційної магістерської роботи

на тему «Аналіз та прогнозування фінансової стійкості страхової компанії на основі регуляторної звітності»

Тему затверджено наказом ректора Університету від «__» _____ 20__ р. № _____

Кваліфікаційна магістерська робота виконується на матеріалах сайтів Міністерства фінансів України <https://minfin.com.ua/>, ПАТ «СК «УСГ»» <https://www.usg.ua/> та інших відкритих джерел.

План кваліфікаційної магістерської роботи

Розділ 1	Теоретичні засади аналізу фінансової стійкості страхової компанії
Розділ 2	Побудова інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії та аналіз його динаміки
Розділ 3	Моделювання та прогнозування інтегрального показника фінансової стійкості

Об'єкт дослідження:	фінансова стійкість страхової компанії
Предмет дослідження:	методи аналізу, моделювання та прогнозування фінансової стійкості
Мета кваліфікаційної магістерської роботи:	розробка комплексного підходу до оцінювання та прогнозування показника фінансової стійкості страховика, а також вироблення практичних рекомендацій його використання в управлінні ризиками

Конкретні завдання, які здобувач повинен виконати для досягнення поставленої мети:

У розділі 1: 1) проаналізувати теоретичні підходи до визначення поняття «фінансова стійкість»; 2) проаналізувати інструменти державного та недержавного регулювання страхового ринку; 3) дослідити методологію оцінювання стійкості страхової компанії.

У розділі 2: 1) розробити комплексний показник для оцінювання фінансової стійкості; 2) визначити межі рівнів фінансової стійкості; 3) реалізувати стрес-тестування для визначення меж стабільності та оцінювання стійкості до шоків.

У розділі 3: 1) проаналізувати вплив внутрішніх факторів страхової діяльності на інтегральний показник на основі регресійного аналізу; 2) побудувати моделі ARIMA, SARIMA, SARIMAX для прогнозування динаміки інтегрального показника фінансової стійкості; 3) оцінити якість побудованих прогнозів.

Завдання підготував
науковий керівник

(підпис)

Олена ЮНЬКОВА
(ім'я, прізвище)
«__» _____ 2025 р.

Завдання одержав
здобувач

(підпис)

Людмила БАБАК
(ім'я, прізвище)
«__» _____ 2025 р.

Реферат

Кваліфікаційна магістерська робота містить 72 сторінки, 18 таблиць, 46 рисунків, перелік використаних джерел з 52 найменувань, додатки.

«Аналіз та прогнозування фінансової стійкості страхової компанії на основі регуляторної звітності»

Об'єктом дослідження є фінансова стійкість страхової компанії.

Предметом дослідження є методи аналізу, моделювання та прогнозування фінансової стійкості.

Мета та завдання виконання дослідження. Метою виконання кваліфікаційної магістерської роботи є розробка комплексного підходу до оцінювання та прогнозування показника фінансової стійкості страховика, а також вироблення практичних рекомендацій його використання в управлінні ризиками.

Відповідно до поставленої мети визначені такі *завдання*:

- проаналізувати теоретичні підходи до визначення поняття «фінансова стійкість»;
- проаналізувати інструменти державного та недержавного регулювання страхового ринку;
- дослідити методологію оцінювання стійкості страхової компанії;
- розробити комплексний показник для оцінювання фінансової стійкості та визначити межі рівнів;
- реалізувати стрес-тестування для визначення меж стабільності страхової компанії та оцінювання стійкості до шоків;
- проаналізувати вплив внутрішніх факторів страхової діяльності на інтегральний показник на основі регресійного аналізу;
- побудувати моделі ARIMA, SARIMA, SARIMAX для прогнозування динаміки інтегрального показника фінансової стійкості та оцінити якість побудованих прогнозів.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Теоретична значущість дослідження полягає в уточненні змісту поняття «фінансова стійкість» та узагальненні ключових факторів її формування, що поглиблює розуміння економічної природи стійкості страховика та створює підґрунтя для моделювання.

Методична важливість зводиться до розроблення комплексної методики оцінювання фінансової стійкості, яка охоплює обчислення інтегрального показника з використанням нормалізації та ентропійних ваг, застосування сценарного стрес-тестування та формування послідовності побудови й використання моделей ARIMA для прогнозування.

Практична корисність отриманих результатів проявляється у можливості їх використання регулятором ринку та страховими компаніями для моніторингу фінансового стану, своєчасного виявлення ознак нестійкості та запобігання ризикам, що можуть негативно вплинути на стабільність страхового ринку.

Рік виконання кваліфікаційної магістерської роботи – 2025.

Рік захисту роботи – 2025.

Ключові слова: фінансова стійкість страхової компанії, інтегральний показник фінансової стійкості, економетричні методи, прогнозування, стрес-тестування, моделі часових рядів, ARIMA, SARIMA, SARIMAX.

В і д г у к
про кваліфікаційну магістерську роботу
здобувача освітньо-професійної програми
«Економічна кібернетика і Дата Сайнс»
навчально-наукового інституту «Інститут інформаційних технологій в економіці
КНЕУ імені Вадима Гетьмана»
Бабак Людмили Олександрівни
на тему «Аналіз та прогнозування фінансової стійкості страхової компанії
на основі регуляторної звітності»

1. *Актуальність теми:* Фінансова стійкість страхової компанії є вирішальним чинником її життєздатності в умовах економічної турбулентності, воєнних ризиків і посилення регуляторного контролю. Особливої ваги питання комплексного моніторингу стійкості набуває на українському страховому ринку, який протягом останніх років переживає суттєве скорочення та структурні трансформації. Розробка підходів до своєчасного виявлення загроз, оцінки меж стабільності та прогнозування динаміки фінансової стійкості є критично важливою для забезпечення безперервного функціонування страхових компаній і захисту інтересів страхувальників.

2. *Позитивні риси кваліфікаційної магістерської роботи:* Робота вирізняється високим рівнем опрацювання теоретичних аспектів, логічно вибудованою структурою аналізу та коректним застосуванням сучасного статистичного й економетричного інструментарію. Автор демонструє системний підхід до оцінювання фінансової стійкості, поєднуючи інтегральний показник, стрес-тестування, економетричні моделі і моделі прогнозування часових рядів. Результати представлені наочно, з переконливою інтерпретацією та орієнтацією на практичне використання.

3. *Наявність самостійних розробок автора:* самостійно розроблено комплексний підхід до оцінювання та прогнозування фінансової стійкості страхової компанії, який поєднує інтегральний показник, стрес-тестування та моделі ARIMA-класу. Запропоновано методику визначення меж рівнів стійкості для практичного застосування регулятором і керівництвом страховика. Отримані результати містять нові наукові положення, а також рекомендації, що можуть бути використані в практиці управління ризиками страхових компаній.

4. *Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій* Розроблений інтегральний показник дозволяє комплексно оцінювати фінансову стійкість страхової компанії і оперативно відстежувати її змінювання під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів, що створює можливості страховикам та регулятору зменшувати ризики та покращувати якість управлінських рішень. Робота апробована на VII Міжнародній конференції молодих вчених «Актуальні питання розвитку інформаційних технологій» та XIII всеукраїнській науково-практичній конференції форумі молодих економістів-кібернетиків «Моделювання економіки: Проблеми, тенденції, досвід»

5. *Наявність недоліків:* Доцільно розширити обсяг вибірки за рахунок залучення даних кількох страхових компаній. Крім того, для побудови інтегрального показника можна використати ширший спектр фінансових показників, що

дозволить повніше відображати специфіку страхової діяльності та рівень фінансової стійкості компаній.

6. *Загальна оцінка кваліфікаційної магістерської роботи та її допущення до захисту перед ЕК.* Кваліфікаційна магістерська робота Бабак Л. О. є самостійним науковим дослідженням, що відзначається високим рівнем володіння сучасними інформаційними технологіями та глибоким розумінням економічних процесів. Робота демонструє сформовані компетентності автора у сфері економічної кібернетики та Data Science, відповідає всім вимогам до даного типу робіт і може бути рекомендована до захисту перед ЕК з високою оцінкою.

Науковий керівник
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
професор кафедри штучного інтелекту,
моделювання та статистики

Олена ЮНЬКОВА

Рецензія
на кваліфікаційну магістерську роботу
здобувача вищої освіти
Бабак Людмили Олександрівни
Тема «Аналіз та прогнозування фінансової стійкості страхової компанії на основі регуляторної звітності»

Актуальність теми кваліфікаційної магістерської роботи і доцільність її розроблення. Тема є актуальною з огляду на трансформацію страхового ринку України, посилення регуляторних вимог та зростання потреби у сучасних індикаторах оцінювання фінансової стійкості страховиків. Доцільність розроблення підтверджується важливістю формування інтегральних показників для своєчасного виявлення ризиків і підтримки управлінських рішень як на рівні компаній, так і регулятора. Робота відповідає стратегічним потребам галузі та відображає актуальні тенденції цифровізації та підвищення прозорості фінансового нагляду.

Якість проведеного дослідження. Дослідження виконано на належному науковому рівні: застосовано сучасні методи нормалізації, ентропійного зважування, регресійного аналізу та ARIMA/SARIMA-моделювання. Дані опрацьовані коректно, проведено перевірку статистичних припущень та стрес-тестування інтегрального показника.

Позитивні риси кваліфікаційної магістерської роботи. Робота відзначається логічною структурою, системністю, коректним застосуванням економетричних методів та ґрунтовним аналізом факторів фінансової стійкості. Інтегральний показник розроблено обґрунтовано, результати подано наочно.

Зауваження. Необхідно розширити вибірку страхових компаній для підвищення узагальнюваності моделей; окремі розділи потребують більш чіткої інтерпретації економічного змісту отриманих коефіцієнтів. Варто уточнити межі застосовності інтегрального показника та додати порівняння з альтернативними методичними підходами.

Практична значимість висновків і рекомендацій. Результати можуть бути використані для моніторингу стійкості страховиків, побудови систем раннього попередження та вдосконалення регуляторних підходів. Рекомендації мають прикладний характер і можуть слугувати базою для ухвалення управлінських рішень у страхових компаніях.

Рецензент:

доцент кафедри моделювання складних систем
КНУ ім. Тараса Шевченка
К. Т. Н., доцент



Віктор КУЛЯН

Віктор Кулян
Заст. ректора
Тетяна ШАКОТЬКО

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ.....	6
1.1 Сутність фінансової стійкості страхової компанії та нормативно-правова база щодо її забезпечення.....	6
1.2 Еволюція методичних підходів до кількісного оцінювання фінансової стійкості.....	19
РОЗДІЛ 2. ПОБУДОВА ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ДИНАМІКИ.....	27
2.1 Побудова інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії	27
2.2 Стрес-тестування фінансової стійкості страховика	36
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ	44
3.1 Кореляційний аналіз факторів, які впливають на інтегральний показник.....	44
3.2 Економетричне моделювання інтегрального показника фінансової стійкості.....	46
3.3 Прогнозування індексу фінансової стійкості страховика на основі моделей ARIMA/SARIMA/SARIMAX.....	54
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73
ДОДАТКИ	80

ВСТУП

Актуальність теми. Страховий сектор є невід’ємною складовою фінансової системи та відіграє ключову роль у перерозподілі ризиків в економіці. В умовах повномасштабної війни, постпандемічного відновлення та посилення регуляторного контролю страховий ринок України зазнає суттєвих трансформацій, що вимагають адаптивності та перегляду фінансових стратегій страховиків. Посилення регулятивних вимог Національного банку України і нарощення нестабільності економічного середовища не лише призвели до суттєвого скорочення страхового ринку України, але й зумовили потребу у забезпеченні життєздатності страхових компаній. Моніторинг динаміки стійкості страховика потребує комплексного оцінювання та прогнозування фінансової стійкості страхових компаній, вчасного виявлення проблемних питань і точок, щоб допомогти компанії не лише втриматись на плаву за умов нестійкості економічної ситуації, а й покращити свої результати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження функціонування страхового ринку привертає увагу науковців протягом багатьох років. Вивченням теоретичних підходів до визначення поняття фінансової стійкості займались О. Гаманкова, О. Журавка, А. Темченко, В. Федорченко, О. Ляшук. У своїх наукових працях такі науковці як Т. Самарічева, А. Крушинська, А. Шолойко, А. Абаєва, О. Малащук, В. Смоляк приділяють значну увагу систематизації факторів впливу. Методичну основу для кількісного аналізу фінансової стійкості з використанням різного інструментарію та методів досліджували О. Білошицький, С. Єрохін, І. Кисільова, О. Сич, О. Сосновська та інші. Однак питання комплексного оцінювання показника фінансової стійкості, його моделювання та прогнозування й досі є актуальним і недостатньо вивченим.

Метою виконання дослідження є розробка комплексного підходу до оцінювання та прогнозування показника фінансової стійкості страховика, а також вироблення практичних рекомендацій його використання в управлінні ризиками.

Для досягнення мети потрібно вирішити такі завдання:

- проаналізувати теоретичні підходи до визначення поняття «фінансова стійкість»;
- проаналізувати інструменти державного та недержавного регулювання страхового ринку;
- дослідити методологію оцінювання стійкості страхової компанії;
- розробити комплексний показник для оцінювання фінансової стійкості та визначити межі рівнів;
- реалізувати стрес-тестування для визначення меж стабільності страхової компанії та оцінювання стійкості до шоків;
- проаналізувати вплив внутрішніх факторів страхової діяльності на інтегральний показник на основі регресійного аналізу;
- побудувати моделі ARIMA, SARIMA, SARIMAX для прогнозування динаміки інтегрального показника фінансової стійкості та оцінити якість побудованих прогнозів.

Об'єкт дослідження – фінансова стійкість страхової компанії.

Предмет дослідження – методи аналізу, моделювання та прогнозування фінансової стійкості.

Методи дослідження. У роботі використовуються загально наукові методи аналізу та синтезу, статистичні методи зведення і групування, кореляційний та регресійний аналізи, методи прогнозування часових рядів з сезонною компонентою.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Теоретична значущість дослідження полягає у поглибленні розуміння економічної сутності фінансової стійкості страховика через уточнення її змістовного наповнення, систематизацію факторів впливу та визначення логіки формування результативного показника. Це створює науково обґрунтовану основу для подальшого економіко-математичного моделювання стійкості страхових компаній.

Методична значущість зумовлена розробленням і впровадженням комплексного підходу до оцінювання фінансової стійкості, який включає: методику обчислення інтегрального показника з використанням нормалізації та ентропійного визначення ваг, застосування сценарного стрес-тестування для оцінювання чутливості показника до змін ключових факторів, а також побудову та застосування часових моделей ARIMA для прогнозування майбутніх значень інтегрального індексу.

Практична значущість отриманих результатів полягає у можливості їх прямого використання регуляторними органами та самими страховими компаніями для системного моніторингу фінансового стану, своєчасної ідентифікації тенденцій до погіршення стійкості, оцінювання потенційних ризиків та формування превентивних управлінських рішень, спрямованих на забезпечення надійності та стабільності страхового ринку.

Інформаційна база дослідження складається з праць вітчизняних та зарубіжних науковців, нормативно-правових актів НБУ, фінансової звітності ПАТ «СК «УСГ»» за період з 1 кварталу 2011 року по 2 квартал 2025 року, а також статистична звітність Міністерства фінансів України. Додатково використано матеріали спеціалізованих аналітичних центрів.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ

1.1 Сутність фінансової стійкості страхової компанії та нормативно-правова база щодо її забезпечення

Страхові компанії відіграють ключову роль у сучасній економічній системі, забезпечуючи надійний захист від непередбачених ризиків, з якими стикаються фізичні особи, великі корпорації та цілі країни. Завдяки страховикам мільйони людей, підприємств, корпорацій можуть забезпечити собі безпеку та економічну стабільність, захищаючи свої фінансові інтереси, майно, здоров'я та зобов'язання.

Сучасний стан страхового ринку України постійно адаптується до нових викликів. Посилення нестабільності та зростання ризиків відбулося з початком пандемії COVID-19. Держава відреагувала на це кардинальними змінами у регулюванні ринку страхових послуг. Згідно до Закону України №79-ІХ, введеного в дію з 1 липня 2020 року, діяльність фінансових установ, зокрема страхових компаній, регулюється Національним банком України (НБУ) [1; 2].

Нове регулювання тісно пов'язане з міжнародним досвідом. Сучасні Директиви ЄС спонукають до реалізації ризик-орієнтованих рішень та інноваційних поглядів щодо показників фінансової стійкості та платоспроможності страхової організації [3]. Критерії оцінки достатності капіталу, встановлені НБУ Постановою № 201 [4], концептуально відповідають стандартам Solvency II, визначаючи методологічну основу для розуміння вимог до фінансової стабільності страхових компаній, а саме їхньої здатності страхувати ризики та покривати свої зобов'язання за різноманіття економічних обставин [5]. Центральною вимогою є розрахунок стандартів прийнятного (SCR) та мінімального (MCR) капіталу платоспроможності.

До визначальних факторів фінансової стійкості належить група фінансово-економічних показників таких, як обсяг власного капіталу, якість і структура активів, валові премії, виплати, зобов'язання та інвестиції. Їх аналіз дає змогу визначити стратегію та напрям діяльності компанії. За кожним з цих показників визначається рейтинг компаній, зокрема на рис. 1.1 наведено рейтинг страховиків України за обсягом активів.

№ п/п	Страхова компанія	Активи на 30.06.2025р., тис.грн					
		Всього	в т.ч.				
			основні засоби	довгострокові фінансові інвестиції	поточні фінансові інвестиції	грошові засоби та їх еквіваленти	інші активи
1	ARX	5 883 440	64 554	860 806	2 028 404	1 160 956	1 768 720
2	ТАС СГ	5 364 183	236 957	1 325 078	1 525 958	304 040	1 972 150
3	УНІКА	4 782 777	45 585	418 921	2 792 652	115 111	1 410 508
4	ІНГО	3 725 188	250 320	532 962	1 582 699	211 531	1 147 676
5	АРСЕНАЛ СТРАХУВАННЯ	3 612 701	141 184	38 190	261 624	1 526 972	1 644 731
6	УСГ	3 480 102	48 985	560 980	1 270 351	423 460	1 176 326
7	PZU УКРАЇНА	2 892 893	57 876	1 082 145	0	443 803	1 309 069
8	ОРАНТА	2 832 919	241 225	17 154	1 096 549	120 723	1 357 268
9	КНЯЖА	2 795 800	33 119	13 480	1 404 453	86 279	1 258 469
10	ВУСО	2 304 691	190 221	0	328 789	944 106	841 575
11	UNIVERSALNA	2 155 064	61 902	0	1 170 716	603 902	318 544
12	ЄВРОІНС УКРАЇНА	1 405 493	55 283	0	317 727	71 894	960 589
13	ПЕРША	1 291 252	142 398	13 910	57 322	292 168	785 454
14	ГАРДІАН	1 076 515	186 946	0	218 164	174 839	496 566
15	КОЛОННЕЙД УКРАЇНА	1 071 957	27 135	0	0	973 102	71 720
16	ЕКСПРЕС СТРАХУВАННЯ	1 001 066	2 963	0	25	881 489	116 589
17	UPSK	885 574	48 197	0	0	553 907	283 470
18	ББС ІНШУРАНС	533 736	58 846	5 081	0	341 047	128 762
19	КРАЇНА	468 819	60 936	0	13 191	217 858	176 834
20	ВІДІ - СТРАХУВАННЯ	427 358	7 772	30 532	264 909	118 850	5 295
21	ЄВРОПЕЙСЬКЕ ТУРИСТИЧНЕ СТРАХУВАННЯ	307 257	3 510	41 114	87 815	159 933	14 885
22	ALLIANZ УКРАЇНА	280 957	3 588	0	83 800	48 911	144 658
23	УЛЬТРА АЛЬЯНС	151 720	241	1	35 203	108 206	8 069
24	ІННОВАЦІЙНИЙ СТРАХОВИЙ КАПІТАЛ	109 439	398	0	0	107 329	1 712
	Разом	48 840 901	1 970 141	4 940 354	14 540 351	9 990 416	17 399 639

Рисунок 1. 1 – Активи страховиків України

Джерело: [6]

У першому півріччі 2025 року за загальним обсягом активів найвищі місця посідають страхові компанії «ARX», «ТАС СГ», «УНІКА», «ІНГО», «АРСЕНАЛ СТРАХУВАННЯ». Аналіз структури активів цих компаній дає змогу визначити частки основних засобів, довгострокових та короткострокових фінансових інвестицій, грошових засобів та їх еквівалентів. Згідно до цих часток визначається стратегія та напрям діяльності компанії. Структуру активів страховиків наведено у табл. 1.1.

Аналіз структур активів ТОП-5 страховиків за перше півріччя 2025 року демонструє унікальні стратегії управління активами. Найбільш збалансовану структуру має компанія «ARX». «ТАС СГ» орієнтована на інвестиційну стратегію.

Компанія «УНІКА» акцентується на поточних фінансових інвестиціях, які складають 58,4% від загального обсягу активів. «ІНГО» демонструє найбільшу частку основних засобів, що свідчить про розширену матеріальну базу. Страхова компанія «АРСЕНАЛ СТРАХУВАННЯ» є найбільш ліквідною, але найменш активною у сфері як короткострокового, так і довгострокового інвестування і зосередженою на утримуванні коштів.

Таблиця 1. 1 – Структура активів ТОП-5 страховиків за активами

Компанія	Основні засоби (%)	Довгострокові фінансові інвестиції (%)	Поточні фінансові інвестиції (%)	Грошові засоби та еквіваленти (%)	Інші активи (%)
ARX	1,1	14,6	34,5	19,7	30,1
ТАС СГ	4,4	24,7	28,4	5,7	36,8
УНІКА	1,0	8,8	58,4	2,4	29,5
ІНГО	6,7	14,3	42,5	5,7	30,8
АРСЕНАЛ СТРАХУВАННЯ	3,9	1,1	7,2	42,3	45,5

Джерело: розроблено автором на основі [6]

Страхові платежі є головним показником комерційної активності та обсягів бізнесу страховика, а також відображають успішність компанії у залученні клієнтів та позиції на ринку. Рейтинг страховиків за обсягом власного капіталу представлено на рис. 1.2.

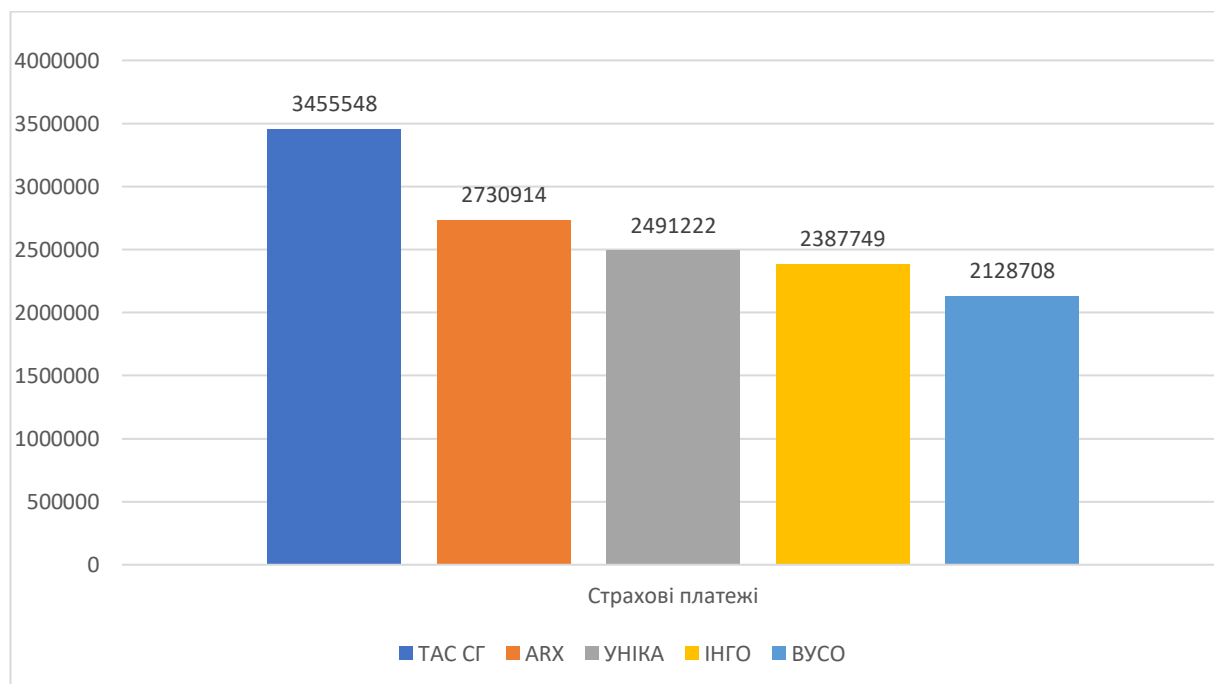


Рисунок 1. 2 – ТОП-5 страховиків за обсягом страхових платежів

Джерело: розроблено автором на основі [6]

Лідером за обсягом страхових платежів є «ТАС СГ». Компанії «ARX», «УНІКА», «ІНГО» та «ВУСО» демонструють високу конкуренцію за ринкову частку лідерів, оскільки мають невелику різницю в обсязі страхових премій.

Важливим елементом функціонування діяльності страховиків є виплати, які здійснюються для відшкодування у разі настання страхового випадку, передбаченого договорами страхування. Рейтинг за протилежним фінансовим потоком до страхових премій, тобто виплатами, представлено на рис. 1.3.

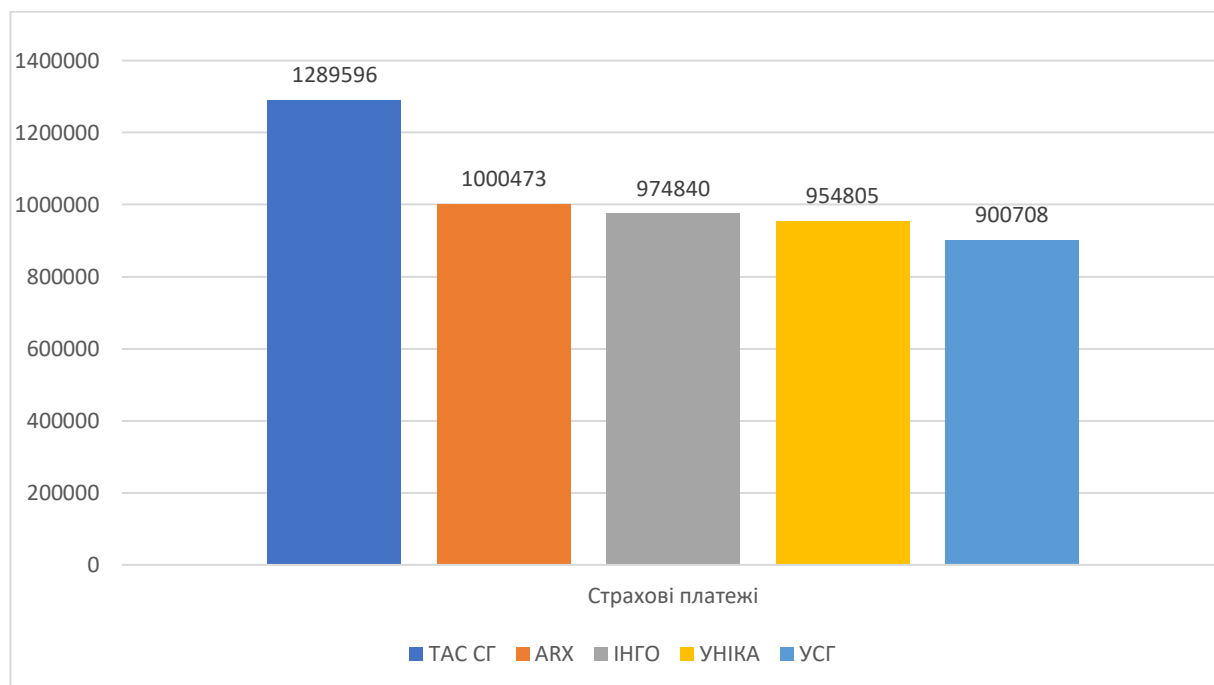


Рисунок 1. 3 – ТОП-5 за обсягом страхових виплат

Джерело: розроблено автором на основі [6]

Беззаперечним лідером ринку за обсягом страхових виплат за 6 місяців 2025 року, є страхова компанія «ТАС СГ». Невелика різниця між обсягами виплат для компаній, що посіли з другого по п'яте місце в рейтингу, свідчить про дуже високу конкуренцію на ринку.

Тож, кожна компанія має унікальну структуру активів та різні стратегії управління та функціонування. Аналіз структури активів показав істотні стратегічні відмінності: від інвестиційно-орієнтованої стратегії для компанії «ТАС СГ» і сфокусованої на короткострокових інвестиціях «УНІКА» до високої ліквідності «АРСЕНАЛ СТРАХУВАННЯ». Визначено, що безпрецедентним

лідером на ринку за аналізованими показниками є «ТАС СГ», у той час як інші лідери знаходяться у зоні підвищеної конкуренції. При цьому ефективність усіх внутрішніх стратегій та фінансової стійкості страхових компаній тісно пов'язані із зовнішніми чинниками.

Детальний аналіз окремих показників страхової діяльності не вирішує проблему вибору альтернатив страхування як для пересічного громадянина, так і для інших зацікавлених осіб та організацій. Тому виникає потреба в комплексному оцінюванні фінансової стійкості, результати якого будуть корисними і для інвесторів та стейкхолдерів, і для регулятора.

Фінансова стійкість страхової компанії є об'єктом активного наукового аналізу. Згідно класичних трактувань [7], головним завданням страховика є здатність виконати зобов'язання перед страхувальниками, навіть за несприятливих умов. Гарантією виконання такого завдання є відповідальна фінансова політика страхової компанії. Тому теоретичне осмислення принципів її формування має забезпечити надійність страхової діяльності, бути підґрунтям для розроблення практичних рекомендацій щодо управління страховою компанією. З цією метою важливим є звернення до наукового доробку вітчизняних і зарубіжних дослідників, які обґрунтували концептуальні засади забезпечення фінансової стійкості та окреслили методологічні підходи до її оцінювання. Такі науковці як О. Гаманкова, О. Павловська, В. Філімонова, О. Журавка, А. Темченко у своїх дослідженнях [8-9] тотожними до поняття стійкості використовують надійність, платоспроможність. Однак, як зазначає О. Лящук [10], ключова різниця полягає в тому, що платоспроможність фіксує стан компанії на певний момент часу, у той час як фінансова стійкість демонструє її здатність зберігати та відтворювати цей стан у довгостроковій перспективі, зважаючи на зміни економічного характеру.

У дослідженні [11] В. Юхименко та Д. Сулима фокусуються на ризик-орієнтованому підході, акцентуючи увагу на тому, що страхові компанії стикаються з низкою ризиків: ринковими, кредитними, страховими, операційними, ліквідності тощо. Отже, фінансова стійкість, як процес утримання оптимального рівня капіталу, є динамічною, а не статичною задачею, особливо з огляду на

постійне змінювання профілю ризиків. Актуальність такого підходу зростає у період макроекономічної нестабільності, адже у цей час зростає роль операційної еластичності та адаптації бізнес-процесів. У одній зі своїх праць Ю. Масюк, О. Грабчук, С. Жовтяк, А. Пасько [12] характеризують стійкість через синергію ефективного управління грошовими потоками та капіталом. Страхова компанія вважається стійкою, за умови синхронізації вхідних грошових потоків у вигляді премій та інвестиційного доходу з вихідними потоками – виплатами, в обсягах та часовому періоді. Отже, фінансову стійкість можна визначити як динамічну характеристику, що містить у собі здатність забезпечити виконання зобов'язань у будь-який момент часу, спроможність протистояти негативним зовнішнім і внутрішнім факторам, а також забезпечити стабільність розвитку та підтримку платоспроможності на належному рівні.

Кількісна оцінка фінансової стійкості залежить від комплексу факторів. Т. Самарічева та А. Крушинська, а також А. Шолойко, А. Абаєва, О. Малащук [13-15] ключовими умовами її забезпечення визначають: достатність, розмір і структуру власного капіталу, оптимальність тарифної та інвестиційної політик, якість та обсяг страхових резервів, збалансованість страхового портфеля та ефективність системи перестраховування.

Науковці у своїх дослідженнях окреслюють низку зовнішніх і внутрішніх факторів фінансової стійкості страхової компанії. Одним з ключових чинників, як зазначають М. Пахомов та Н. Єршова [16], є управління ризиками. Дослідження Л. Морозової, Н. Савченко та співавторів [17] акцентуються на здатності страховика швидко й активно адаптуватись до змін. Автори пропонують сучасну стратегію, що базується на нових напрямках регулювання, які наведені у табл. 1.2.

Впровадження інноваційних технологій у поєднанні з організаційними змінами дозволяють сформувати загальну цілісну систему для управління ризиками страхової компанії. Використання такого підходу сприяє зміцненню фінансової стійкості, покращенню ефективності процесів, а також забезпеченню конкурентоспроможності у мінливому економічному середовищі.

Таблиця 1. 2 – Напрями управління ризиками

Напря́м	Сутні́сть
Штучний інтелект та машинне навчання	Впровадження алгоритмів для аналізу масивів даних, автоматизація процесу управління ризиками
Блокчейн-технології	Підвищення прозорості, безпеки даних
Аналітика в реальному часі	Моніторинг основних показників і ризиків онлайн
Адаптивні стратегії управління ризиками	Гнучкі підходи до реагування на динаміку змін ринкового середовища та нових ризиків
Партнерство з технологічними компаніями	Співпраця із фінтех компаніями для розробки інноваційних рішень
Освіта та підвищення кваліфікації	Підвищення кваліфікації щодо нових технологій та методів

Джерело: розроблено на основі [17]

Важливу позицію займають інноваційні та цифрові технологічні рішення. У своєму дослідженні Л. Бровко та Ю. Савінова [18] зосереджують увагу на цифровізації, що безпосередньо впливає на рівень стійкості, а І. Яковенко, С. Обушний та І. Сахар [19] наголошують на тому, що високий рівень впровадження цифрових технологій, фінансово-технічних рішень у бізнес-процеси компанії сприяє забезпеченню стабільності страховиків.

У дослідженні [20] В. Гандзюк та А. Крушинська зосереджують увагу на платоспроможності, яка тісно пов'язана з фінансовою стійкістю. В роботі розглядається комплексний підхід на базі оцінки фінансових показників, вивчення структури активів і виконання нормативних вимог. Оцінювання платоспроможності за методологією НБУ, авторами структуровано у п'ять етапів, що зображено на рис. 1.4.

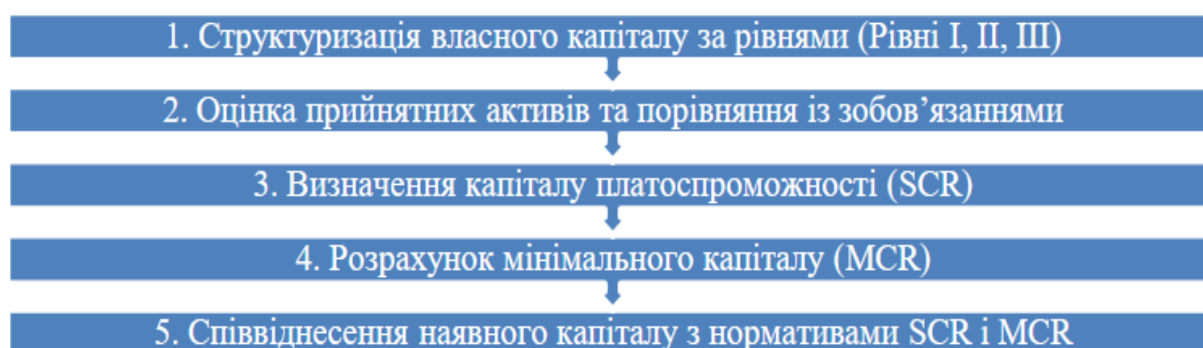


Рисунок 1. 4 – Етапи оцінювання платоспроможності страховика

Джерело: [20]

Тож на першому етапі відбувається розподіл регулятивного капіталу за рівнями, де I – найбільш якісний капітал (статутний, емісійний, нерозподілений

прибуток тощо); II – включає елементи нижчої стабільності та з обмеженнями використання (привілейовані акції, емісійні різниці, субординований борг); III – застосовується для покриття операційних або ринкових ризиків і має найбільше обмежень (субординований борг та капітальні інструменти для покриття ризиків) [5].

При управлінні активами та пасивами НБУ наголошує на потребі узгодження строків та структури активів із зобов'язаннями, що випливають із страхових договорів. Такий підхід сприяє зменшенню ризику ліквідності та забезпеченню здатності страхової компанії виконувати свої фінансові зобов'язання [4-5]. Ґрунтовна оцінка платоспроможності страховика відповідно до вимог Національного банку України регламентує критерії оцінювання структури активів, якості власного капіталу, управління ризиками, що дозволяє створити нормативну базу для аналізу фінансової стійкості.

Не менш важливими є регуляторні та макроекономічні впливи. Геополітичні та макроекономічні виклики вносять свої корективи, а зміни, що стосуються впровадження нових директив і стандартів, вимагають від страховиків розробки стратегій для покриття ризиків [16-17]. Це підкреслює критичну важливість здатності страховиків швидко адаптуватися та ефективно реагувати на зміни зовнішнього середовища.

Однак, щоб забезпечити комплексний і ретельний характер оцінок, ніж це передбачено мінімальними регуляторними вимогами, кількісне оцінювання має включати статистичні моделі, алгоритми машинного навчання та сценарні стрес-тести для визначення довгострокової стабільності страховиків.

До теоретичного розуміння фінансової стабільності страхової діяльності значний внесок зробили дослідження Д. Філюти, А. Білери та О. Пахненко [21]. Автори підкреслюють, що поточна фінансова стабільність страховика залежить від трьох основних елементів: капіталу, якості управління ризиками та структури активів. Особлива увага зосереджується на прозорості активів та достатності довгострокових фінансових інструментів, зазначаючи, що такий підхід забезпечує гарантії виконання зобов'язань, пов'язаних зі страхуванням життя. Ця методологія

дослідження поглиблює традиційні інтерпретації стабільності, акцентуючи увагу на структурі та якості активів, а не лише на розмірі капіталу. Крім того, у статті [21] підкреслюється, що дисбаланс у структурі страхового портфеля є додатковим фактором ризику, який безпосередньо впливає на середньострокову стабільність.

Дослідники Н. Метеленко, І. Сіліна, К. Жовнір-Василенко пропонують альтернативну концептуальну перспективу: аналіз фінансової стабільності через призму здатності страховиків адаптуватися до зовнішніх змін [22]. Автори підкреслюють, що кризи, пов'язані з післяпандемічним періодом та військовими операціями, породили нову структуру ризиків. Авторами стверджується, що традиційні моделі оцінки стабільності є недостатніми для вирішення поточної ситуації. Сучасна стійкість повинна включати такі фундаментальні елементи [22]:

- якість операційних процесів;
- здатність до цифрової трансформації;
- прозорість моделей управління ризиками;
- здатність реагувати на зовнішні зміни.

Ця точка зору корелює з дослідженнями Л. Бровко, Ю. Савінової та ін. [18-19], які підкреслюють важливість цифровізації, застосування алгоритмів машинного навчання та інтеграції в режимі реального часу в моніторингу ризиків.

Проте справжні регуляторні трансформації відбулись із набранням чинності 1 січня 2024 року нового Закону України «Про страхування» № 1909-IX [2]. Цей закон змінив саму філософію нагляду, запровадивши перехід від ліцензування видів страхування до класів: 5 класів страхування життя (life) та 18 класів загального страхування (non-life), що дозволяє страховикам гнучкіше формувати портфель послуг, змінюючи обсяг ліцензії в межах обраних класів [22].

Паралельно з лібералізацією діяльності посилено вимоги щодо прозорості структури власності та корпоративного управління. НБУ запровадив обов'язкову перевірку комерційної доброчесності основних акціонерів та встановив диференційовані мінімальні вимоги до капіталу: 32 млн грн для страховиків, що не займаються страхуванням життя, 48 млн грн для страховиків, що займаються

страхуванням життя, та компаній, що пропонують страхування цивільної відповідальності або перестрахування [22].

Відповідно до Постанови № 194 Національного банку України [23], фінансова безпека страхових компаній базується на впровадженні комплексної системи управління ризиками. Ця система не є статичною, а ґрунтується на безперервному циклі: ідентифікація, вимірювання, моніторинг, управління та звітність щодо всіх основних ризиків (страхові, ринкові, операційні, репутаційні тощо) [24].

Страхові компанії зобов'язані розробити та затвердити на рівні наглядової ради ієрархію внутрішніх нормативних документів, а саме стратегію управління ризиками, яка визначає довгострокові цілі та принципи, декларацію схильності до ризиків, політику управління ризиками, що регламентує визначені інструменти та методики оцінювання [24].

Трансформація страхового регулювання в Україні відбувається синхронно з європейськими тенденціями. Аналітичний огляд [25] визначає, що європейський ринок переходить від формальної перевірки відповідності нормативам до оцінювання якості системи управління ризиками та внутрішніми моделями капіталу. Увага акцентується на покращенні гнучкості моделей SCR, посиленні вимог до стрес-тестування, зростання ролі актуарної функції, а також інтеграції ризик-менеджменту у стратегічне управління компанією.

Нове регулювання тісно пов'язане з міжнародним досвідом, зокрема з імплементацією директив ЄС Solvency II. Варто зазначити, що згідно з європейськими стандартами, фінансова стійкість визначається як здатність страховика виконувати свої зобов'язання перед страхувальниками за будь-яких умов. Архітектура системи базується на трьох взаємопов'язаних стовпах, які забезпечують комплексний нагляд [26].

Кожен компонент має свої особливості [26]:

1. Перший (Кількісні вимоги) визначає правила оцінки активів та зобов'язань (зокрема, технічних резервів), розрахунку вимог до капіталу та визначення прийнятних власних коштів для покриття цих вимог.
2. Другий (Якісні вимоги) встановлює вимоги до управління ризиками та корпоративного управління, а також деталі процесу наглядового перегляду.
3. Третій (Вимоги щодо розкриття інформації/звітності) стосується прозорості, звітності перед наглядовими органами та розкриття інформації для громадськості, що дозволяє коректно оцінювати стан страховика.

Візуалізацію архітектури Solvency II, що включає категорії ризиків та ключові характеристики нормативно-правової бази, наведено на рис. 1.5.

Окрім трьох елементів, зображених на рис. 1.5, слід підкреслити, що європейські стандарти базуються на принципах ринкової узгодженості (оцінка активів за їх ринковою вартістю) та пропорційності (вимоги варіюються залежно від масштабів ризиків та складності підприємства). Саме ці принципи наразі впроваджуються в українське законодавство.

Для кращого розуміння сутності фінансової стійкості необхідно порівняти різні методи регулювання. У табл. 1.3 наведено основні подібності та відмінності між системами регулювання страхування та фінансів Європейського Союзу та України, а також елементи, що відображають процес адаптації.

Отже, зміни регулювання страхування в Україні стратегічно узгоджуються з європейськими тенденціями, що значно покращує фінансову стабільність, прозорість та надійність національного ринку страхування, наближаючи його до міжнародних стандартів.

Сучасні Директиви ЄС спонукають до реалізації ризик-орієнтованих рішень та інноваційних поглядів щодо показників фінансової стійкості та платоспроможності страхової організації [3]. Критерії оцінки достатності капіталу, встановлені НБУ Постановою № 201 [4], концептуально відповідають першому стовпу стандартів Solvency II, визначаючи методологічну основу для розуміння вимог до фінансової стабільності страхових компаній, а саме їхньої здатності

страхувати ризики та покривати свої зобов'язання за різноманіття економічних обставин [5]. Центральною вимогою є розрахунок стандартів прийнятного (SCR) та мінімального (MCR) капіталу платоспроможності.

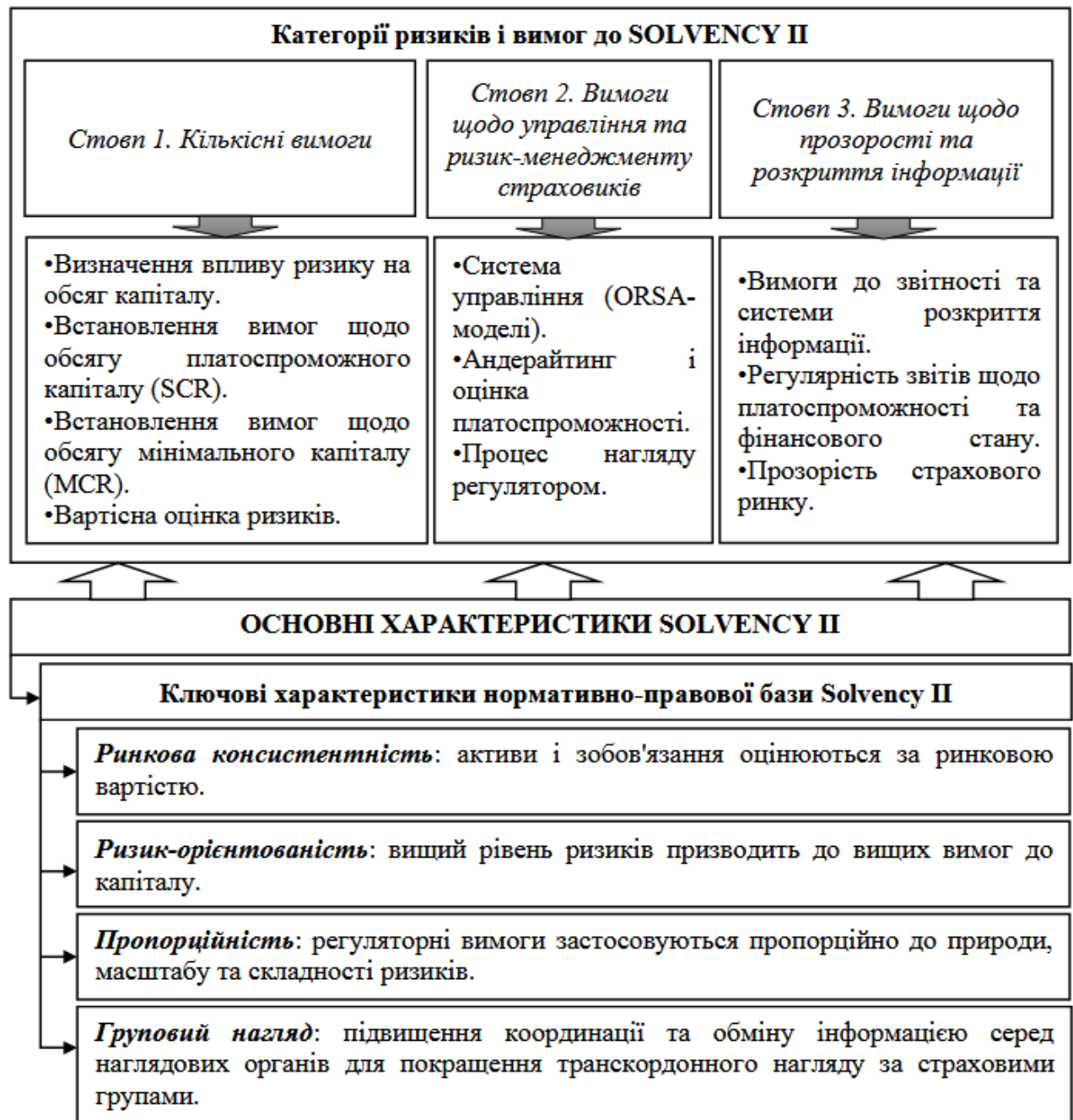


Рисунок 1. 5 – Характеристики стандартів Solvency II

Джерело: [27]

Таблиця 1. 3 – Порівняння систем регулювання страхування в ЄС та Україні

Категорія	Європейський Союз	Україна
<i>Спільні риси</i>		
Резерви	Математичні резерви та технічні резерви обов'язкові для обох систем.	
Платоспроможність	Нормативи платоспроможності визначені для забезпечення стабільності та надійності страхових компаній.	Нормативи платоспроможності спрямовані на забезпечення фінансової стійкості страховиків.
Статутний капітал	Встановлені мінімальні вимоги до статутного капіталу для забезпечення фінансової стабільності та стійкості.	
Управління ризиками	Застосування сучасних стандартів управління ризиками, що орієнтовані на мінімізацію фінансових втрат.	Вимоги до управління ризиками спрямовані на забезпечення стабільності фінансової системи.
<i>Відмінні риси</i>		
Гарантійний капітал	Встановлення гарантійного фонду як частини платоспроможності за межами статутного капіталу.	Вимоги до гарантійного капіталу включають додаткові капітальні резерви та нерозподілений прибуток.
Методологія розрахунку	Використання Директиви Solvency II для уніфікації методології розрахунку капіталу та резервів.	Внутрішні методи розрахунку, що відповідають національним стандартам та законодавству.
Інтеграція	Підпорядкування європейським директивам та регулятивному контексту ЄС.	Національне законодавство, що адаптується до міжнародних стандартів та рекомендацій міжнародних організацій.

Джерело: [27]

Схожа точка зору також відображена у дослідженні [24], яке показує, що фінансова стабільність страхових компаній базується на системі, орієнтованій на управління ризиками. Автор наголошує на таких факторах стабільності, як збалансованість резервів, відповідність активів і пасивів, а також здатність підприємств відстежувати в режимі реального часу зміни своєї ситуації в плані ризиків. Це дослідження значно розширює сферу застосування існуючих методів, пропонуючи модель оцінки ризиків, яка включає не тільки фінансові показники, але й елементи, пов'язані з організацією, функціонуванням та цифровізацією.

У рамках створення регуляторної бази Національний банк України ефективно інтегрував найкращі європейські регуляторні практики, що базуються

на останній версії «Solvency II» та сучасному підході, орієнтованому на ризики. Це передбачає не тільки суворі вимоги до структури капіталу, але й вищі стандарти корпоративного управління, розкриття інформації, систем внутрішнього контролю та актуарних функцій [24-25].

1.2 Еволюція методичних підходів до кількісного оцінювання фінансової стійкості

Методичні інструменти оцінки фінансової стабільності еволюціонували від простих моделей, заснованих на коефіцієнтах, до складних, комплексних і прогнозних систем.

У 2005 році Міністерством фінансів було видано розпорядження №3755 «Про затвердження Рекомендацій щодо аналізу діяльності страховиків» [28]. Згідно цього розпорядження для аналізу рівня фінансової надійності страхової компанії рекомендовано використовувати тести раннього попередження (системи індикаторів, які попереджають погіршення фінансового стану) на основі даних річної звітності за основними показниками, наведеними у табл. 1.4.

Водночас, дослідники О. Сич та Х. Павлосюк [29], а також О. Сосновська та Н. Мазур [30] запропонували інший набір показників для тестів раннього попередження, порівняно з визначеним Нацкомфінпослуг. Для оцінювання фінансового стану страховика в цих роботах запропоновано розглядати вісім показників, які наведено на рис. 1.6.

Зібрані показники виявилися корисними для моніторингу, але не давали загальної оцінки фінансового стану компанії. Їх можна використати при аналізі динаміки і відстеження змін в часі. Така методика є простою для оцінювання, але не враховує інші важливі чинники, що не дозволяє комплексно оцінити діяльність страхової компанії.

Таблиця 1.4 – Основні показники діяльності страхової компанії

Показник	Формула
Дебіторська заборгованість	Дебіторська заборгованість / Капітал * 100%
Ліквідність активів	Високоліквідні активи / Зобов'язання * 100%
Ризик страхування	Сума чистих премій за всіма полісами / Капітал * 100%
Зворотний до платоспроможності	Загальна сума зобов'язань / Капітал * 100
Дохідність	Чистий прибуток / Капітал * 100
Обсяг андеррайтингу	Виплати і витрати / Сума чистих зароблених премій * 100
Зміни у капіталі	Капітал (t) / (Капітал (t-1) – 1) * 100
Зміни у сумі чистих премій за всіма полісами	Сума чистих премій (t) / (Сума чистих премій (t-1) – 1) * 100
Незалежності від перестрахування	Чиста сума по всіх полісах / Валова сума по всіх полісах * 100
Відношення чистих страхових резервів до капіталу	Чисті страхові резерви / Капітал * 100%
Дохідність інвестицій	Фінансовий результат / Середній обсяг фінансових інвестицій протягом року * 100%

Джерело: розроблено автором на основі [28]

Показник	Формула розрахунку	Нормативне значення
<i>Згідно ЗУ «Про страхування»</i>		
Статутний фонд	Статутний капітал	1 млн. євро
Страхові резерви	Сума страхових резервів	
Фактичний запас платоспроможності	Баланс - НА - Зобов'язання	71,1млн. грн.
<i>Тести раннього попередження відповідно до Розпорядження Нацкомфінпослуг</i>		
Зворотний до платоспроможності показник	ЗПП = 100* (Загальна сума зобов'язань) / (Баланс)	від 0 до 20%
Показник незалежності від перестрахування	ПНП = 100*(Чиста сума премій по всіх полісах) / (Валова сума премій по всіх полісах)	від 50% до 85%
Показник відношення чистих страхових резервів до капіталу	ПВРК = 100% *(Чисті страхові резерви) / (Баланс)	від 0 до 50%
<i>Оцінка фінансової стійкості підприємства</i>		
Коефіцієнт автономії	КА = (Власний капітал / Баланс) * 100%	більше 50%
Коефіцієнт забезпечення власним капіталом	КЗВ = (Власний капітал - Необоротні активи) * 100% / Обор активи	більше 10%

Рисунок 1. 6 – Методика оцінювання фінансової стійкості страхової компанії

Джерело: [29]

Тому для об'єктивного кількісного оцінювання запропоновано застосовувати статистичні моделі та інтегральні показники. У дослідженні [31] В. Матвійчук та А. Хамула для комплексної об'єктивної оцінки надійності пропонують використовувати інтегральний показник, який розраховується за формулою:

$$K_j = \sum_{i=1}^n a_i * x_{ij}, \quad (1.1)$$

де a_i – ваговий коефіцієнт i -го показника;

x_{ij} – значення i -го показника на j -му об'єкті;

n – кількість показників.

На рис. 1.7 наведено приклад комплексної оцінки надійності для п'яти страхових компаній.

Показник	Страхова компанія				
	Альянс	Княжа	PZU	Universalna	MetLайф
Показник ліквідності активів	0,705	0,288	0,061	0,173	0,105
Коефіцієнт боргового навантаження	0,116	0,806	0,796	0,734	0,873
Коефіцієнт достатності страхових резервів	1,099	1,051	1,602	0,776	2,258
Коефіцієнт покриття зобов'язань за страховими виплатами	32,738	2,382	3,189	1,682	14,754
Коефіцієнт обсягів страхування (андеррайтингу)	0,451	0,612	0,724	0,756	0,175
Коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості за страховими виплатами	0,179	0,155	0,235	0,109	0,242
Коефіцієнт дебіторської заборгованості	0,113	0,515	0,491	0,376	0,941
Коефіцієнт незалежності від перестраховування	0,172	0,665	0,591	0,812	0,985
Інтегральний показник надійності	0,510	0,609	0,577	0,504	0,767

Рисунок 1. 7 – Комплексна оцінка надійності страховиків

Джерело: [31]

Ключовим питанням при такому підході залишається методика визначення вагових коефіцієнтів для кожного показника, які дозволять усунути суб'єктивність і забезпечать більш стабільну оцінку.

Ідеєю створення інтегрального індексу стійкості надихався В. Смоляк у своїй праці [32], що присвячена особливостям визначення стійкості страхового ринку. В основі побудови показника використано чотири основних індикатори: частка найбільш ліквідних та безпечних активів, обсяг страхових резервів, рівень виплат, обсяг премій, які належать перестраховикам-нерезидентам [32]. Автор акцентує увагу на важливості стандартизації показників (1.2), щоб зменшити неоднорідність даних.

$$Z_i = \frac{X_i - X_{\text{сеп}}}{\sigma}, \quad (1.2)$$

де Z_i – i -й елемент стандартизованої матриці;

X_i – значення i -го показника;

$X_{\text{сеп}}$ – середнє арифметичне значення i -ї ознаки;

σ – середньоквадратичне відхилення.

Узагальнений показник оцінки фінансової стійкості може використовуватись не лише для порівняння компаній у певний момент часу, а й для аналізу динаміки змін протягом визначеного періоду. На рис. 1.8 зображено динаміку фінансової стійкості страхового ринку України, яка демонструє загальну позитивну тенденцію до збільшення надійності у період 2020-2022 років.

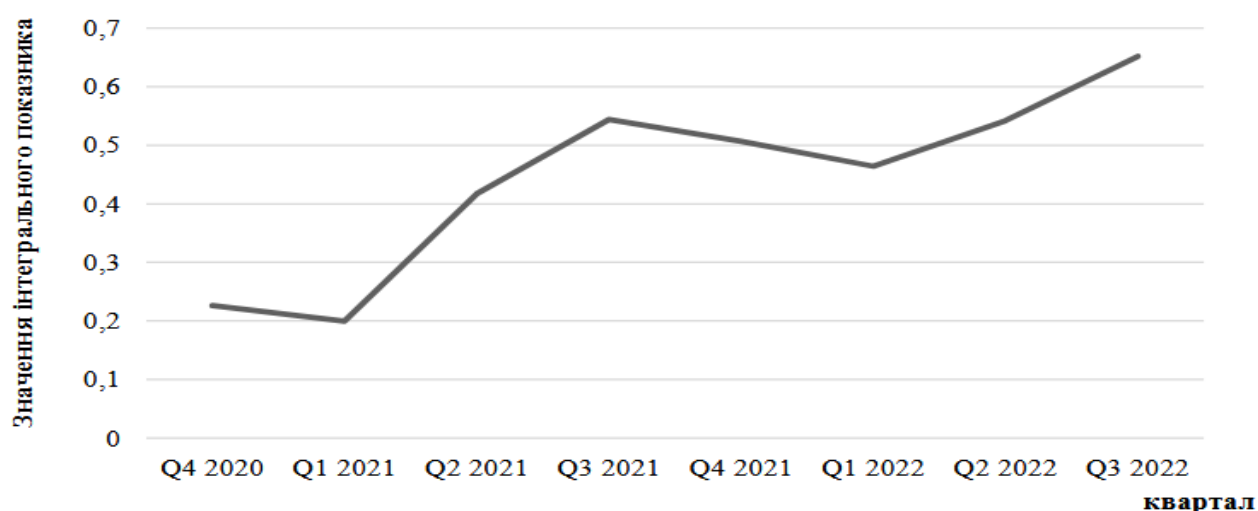


Рисунок 1. 8 – Оцінка страхового ринку України за період з 4 кв. 2020 по 3 кв. 2022 рр.

Джерело: [32]

Розроблені комплексні моделі оцінки дозволяють узагальнити різні набори показників, залежно від потреб страхової компанії чи ринку загалом, у єдину метрику стійкості. Такий підхід є важливим як для дослідників, так і для регуляторів, стейкхолдерів, інвесторів, пересічних громадян тощо.

Використання методів багатокритеріального оцінювання та машинного навчання у дослідженні стійкості пропонують С. Єрохін та В. Бігдаш [33]. Зокрема запропоновано застосування алгоритму зваженої суми на базі оцінки ризиків і значущості кожного фактору. Авторами запропоновано використання трьох блоків

показників, які продемонстровано на рис. 1.9, для узагальненого оцінювання фінансової стійкості страхової компанії.

Фінансові показники	Ризик-орієнтовані показники	Інноваційно-технологічні показники
• Ліквідність • Платоспроможність • Рентабельність • Дохідність інвестицій	• Частка ризикових активів • Диверсифікований портфель інвестицій • Рівень концентрації ризиків • Механізми перестрахування	• Рівень автоматизації управління • Наявність цифрових каналів взаємодії з клієнтами • Аналітичні платформи • Кіберстійкість

Рисунок 1. 9 – Система оцінювання фінансової стійкості

Джерело: розроблено автором на основі [33]

Врахування кожного блоку показників при узагальненому оцінюванні індексу фінансової стійкості надає різнобічну характеристику стану страхової компанії. Залежно від наявних даних можна розробити окрему інтегральну оцінку по кожному елементу для визначення впливовості складових.

Для оцінювання ймовірності настання банкрутства як однієї із варіацій дослідження стійкості компанії використовується дискримінантний аналіз у поєднанні із використанням інструментарію нейронних мереж [34]. На рис. 1.10 наведено перелік показників, які використовуються для оцінювання фінансового стану підприємства.

Позначка	Коефіцієнт	Розрахунок
X_1	Мобільності активів	Оборотні/Необоротні активи
X_2	Оборотності кредиторської аборгованості	Чистий дохід від реалізації/Поточні зобов'язання
X_3	Оборотності власного капіталу	Чистий дохід від реалізації/Власний капітал
X_4	Окупності активів	Баланс/Чистий дохід від реалізації
X_5	Забезпеченості власними оборотними засобами	(Оборотні активи-Поточні зобов'язання)/Оборотні активи
X_6	Концентрації залученого капіталу	(Довгострокові зобов'язання+Поточні зобов'язання)/Баланс
X_7	Покриття боргів власним капіталом	Власний капітал/(Забезпечення наступних витрат і платежів+Довгострокові зобов'язання+Поточні зобов'язання)

Рисунок 1. 10 – Показники оцінки фінансового стану

Джерело: [34]

Окрім дискримінантної складової автор використовує нейронні мережі для класифікації фінансового стану підприємств із застосуванням карт самоорганізації Кахонена [34]. Такий інструментарій демонструє вміння виявляти складні нелінійні зв'язки між параметрами, з чим традиційні моделі не завжди справляються.

У дослідженні [34] наведено приклади використання дискримінантних моделей для українських підприємств, тож переносити ці моделі на інші ринки варто з обережністю, адже коефіцієнти значною мірою є залежними від економічних умов. Зокрема, варто зауважити, що цей підхід використано саме для підприємств, а отже його впровадження для страхових організацій потребує додаткового аналізу та налаштування моделей. Однак, за умов вдалої адаптації дискримінантний інструментарій можна застосовувати для оцінки фінансової стійкості страховика. Основним недоліком такого підходу є складність налаштування та інтерпретації отриманих результатів. Впровадження такої комплексної методики до оцінювання потребує кваліфікованих працівників.

Умови невизначеності даних посприяли розвитку підходів на базі нечіткої логіки. Одним із дослідників цього питання є О. Білошицький, який створив рейтинг страховика, використовуючи нечіткі множини [35]. Такий метод дозволив послабити кордони між стабільними та ризиковими компаніями, застосовуючи

функції належності для кожного фактору, що задає ступінь належності до різних рівнів стійкості. Приклад розрахунків за цим методом наведено на рис. 1.11.

Рівень показника	Діапазон значень				
	Коефіцієнт швидкої ліквідності	Доля найбільш ліквідних активів у загальному обсязі активів	Поточна платоспроможність СК	Абсолютна ліквідність (платоспроможність)	Коефіцієнт фінансової автономії (Доля власного капіталу в пасивах)
Інверсія показника					
Дуже низький (ДН)	0—0,05	0—0,05	0—0,75	0—0,05	0—0,15
ДН-Н	0,05—0,15	0,05—0,15	0,75—0,85	0,05—0,1	0,15—0,2
Низький (Н)	0,15—0,25	0,15—0,25	0,85—0,95	0,1—0,2; >0,45	0,2—0,35
Н-Ср	0,25—0,35	0,25—0,35	0,95—1	0,2—0,25	0,35—0,4
Середній (Ср)	0,35—0,45	0,35—0,45	1—1,2	0,25—0,3	0,4—0,45
Ср-В	0,45—0,55	0,45—0,55	1,2—1,3	0,3—0,35	0,45—0,5
Високий (В)	0,55—0,7	0,55—0,7	1,3—1,4	0,35—0,37	0,5—0,55
В — ДВ	0,7—0,8	0,7—0,8	1,4—1,5	0,37—0,4	0,55—0,6
ДВ	> 0,8	> 0,8	> 1,5	0,4—0,45	> 0,6

Рисунок 1. 11 – Розподіл показників за ступенями належності

Джерело: [35]

Після визначення належностей, адитивно обчислюється інтегральний показник, який дозволяє сформулювати рейтинг для компаній і комплексно оцінити рівень фінансової стійкості [35]. Цей узагальнений показник є основою для класифікації підприємств, що дозволяє проводити порівняльний аналіз фінансового стану кожної компанії та сприяє комплексній, багатфакторній оцінці їх фінансової стабільності.

Використання моделі Харрінгтона для побудови оцінки якості використовують І. Кисільова та А. Величко у дослідженні [36]. Автори визначають залежність фінансової надійності від внутрішніх фінансових факторів, таких як ліквідність, платоспроможність, обсяг і якість страхових резервів тощо, а також від зовнішніх макроекономічних чинників, включно із оцінкою інфляції, ВВП, загалом економічного стану. Варто зауважити, що використано узагальнений показник оцінювання і виявлено проблему із включенням різного роду показників в один індекс. Застосування моделі Харрінгтона демонструє чутливість при визначенні ваг та надає суб'єктивну оцінку [36]. Тож, хоча і рекомендовано авторами використовувати цей метод, але на практиці потребує додаткового доопрацювання.

Проаналізовані підходи до оцінювання фінансової стабільності страхової компанії є прийнятними за різних потреб. Від класичних математичних

розрахунків та аналізу кожного фактору окремо до застосування нейронних мереж і комплексного показника – кожен знаходить місце реалізації у сфері страхування.

Зростання вимог до точності, швидкості та автоматизації економічних обчислень зумовлює використання мов програмування R та Python як сучасного інструментарію для практичної реалізації оцінювання фінансової стійкості страхової компанії. Застосування такого програмного апарату забезпечує широкі можливості аналізу та моделювання, зокрема побудову інтегрального показника, виконання стрес-тестування, проведення регресійного та факторного аналізу, а також розробку моделей прогнозування динаміки показників стійкості.

Перевагою використання мов програмування є масштабованість обчислень, автоматизована обробка великих масивів даних, прозорість алгоритмів та забезпечення відтворюваності результатів, що відповідає сучасним вимогам до економетричних досліджень та практичного застосування їх результатів у страховій діяльності.

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ДИНАМІКИ

2.1 Побудова інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії

Фінансову стійкість страхової компанії можна досліджувати різними способами: аналізувати деякі важливі показники і надавати їм певну вагу, аналізувати за вимогами регулятора і визначеними критеріями, порівнювати компанії за рейтингом основних показників діяльності тощо. Інтегральний показник виступає ефективним інструментом агрегування багатовимірної інформації, дозволяючи перейти від розрізнених вимірювань до системного аналізу. Це створює підґрунтя для формування аналітичної моделі, оцінки динаміки змін та виявлення факторів, що визначають стійкість об'єкта.

Важливість цього показника визначається потребою в оцінюванні діяльності та надійності страхової компанії. Факторів, за якими оцінюється надійність, дуже багато. Окрім внутрішніх чинників організації існує значна кількість зовнішніх факторів, на які неможливо впливати, але можна мінімізувати втрати від ризиків завдяки вдалій стратегії.

Залежно від набору включених до нього даних визначається його характер і напрям застосування. Індекс фінансової стійкості буде корисним для внутрішнього менеджменту організації, для зовнішніх регуляторів, для пересічних громадян. Для внутрішнього менеджменту цей показник може бути корисним при визначенні загальної тенденції розвитку компанії і розробці заходів щодо регулювання стратегію управління. З іншого боку, споживачі прагнуть бути захищеними надійною організацією і вкладати кошти у стабільну компанію, зважаючи на значну кількість скорочень кількості страхових організацій.

У дослідженні використано дані фінансової звітності ПАТ «СК «УСГ»» [37-38]. Основними критеріями для побудови показника на основі обмеженої кількості даних ПАТ «СК «УСГ»» визначені: платоспроможність, ліквідність, операційна ефективність, адекватність резервів, рентабельність активів. Формули для розрахунку і контекст, важливий для аналізу, наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2. 1 – Складові показника фінансової стійкості страхової компанії

Назва	Формула	Контекст
Платоспроможність (Solvency)	$Solvency = \text{Власний капітал} / \text{Зобов'язання}$	Вище значення показника відображає вищу стійкість
Ліквідність (Liquidity)	$Liquidity = \text{Поточні активи} / \text{Короткострокові зобов'язання}$	Вище значення означає кращу здатність компанії покривати короткострокові борги
Операційна ефективність (Claims ratio)	$Claims\ ratio = \text{Виплати} / \text{Премії}$	Нижче значення показника означає більш прибуткову операційну діяльність
Адекватність резервів (Res ratio)	$Res\ ratio = \text{Резерви} / \text{Премії}$	Визначає обачливість компанії у формуванні резервів відносно обсягів бізнесу (низький – недорезервування, високий – консервативний підхід)
Рентабельність активів (ROA)	$ROA = \text{Чистий прибуток} / \text{Активи}$	Ефективність використання ресурсів для отримання прибутку

Джерело: розроблено автором

Зважаючи на обмеженість інформації щодо прибутку, експериментально визначено інтегральний показник фінансової стійкості за двома підходами:

- 1) На підставі квартальних даних перших чотирьох основних показників (FSI_4) за 2011-2025 роки;
- 2) На підставі усіх п'яти показників, але за менший період (з 4 кварталу 2020 року до 2 кварталу 2025 років) з використанням ROA (FSI_5).

Побудова інтегрального показника фінансової стійкості (FSI) відбувається адитивно, тобто враховується сума впливів окремих частин [39]. Формула для розрахунку інтегрального показника фінансової стійкості (FSI):

$$FSI = \sum_{i=1}^n \omega_i * P_{i, \text{норм}}, \quad (2.1)$$

де FSI – інтегральний показник фінансової стійкості страхової компанії;

ω_i – ваговий коефіцієнт i -го показника ($\sum \omega_i = 1$);

$P_i, \text{норм}$ – нормалізоване значення i -го показника.

Для розрахунку інтегрального показника фінансової стійкості всі показники діяльності страхової компанії зводяться до одного способу вимірювання за допомогою нормалізації [39-40]. Причому спосіб нормалізації залежить від економічного змісту показника. Для показників, більші значення яких відповідають вищій стійкості (платоспроможність, ліквідність), застосовують формулу:

$$x'_i = \frac{x_i - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)}, \quad (2.2)$$

де x_i – значення показника до нормалізації;

x'_i – нормалізоване значення.

Для показників, менші значення яких відповідають вищій стійкості (операційна ефективність), застосовують формулу

$$x'_i = \frac{\max(x_i) - x_i}{\max(x_i) - \min(x_i)}, \quad (2.3)$$

де x_i – значення показника до нормалізації;

x'_i – нормалізоване значення.

Важливість показників фінансової діяльності страховика у значенні інтегрального показника враховується за допомогою вагових множників. Методи визначення ваг можна розділити на два види: суб'єктивний та об'єктивний.

До суб'єктивних методів відносять експертний метод (визначення на думку експерта) та метод аналізу ієрархій. Останній має більш складну структуру. За цим методом спершу здійснюється декомпозиція складної задачі на простіші, в результаті якої утворюється ієрархічна структура. Після попарного порівняння елементів на кожному рівні ієрархії, де для кількісної оцінки важливості використовується шкала Сааті (від 1 до 9), створюється матриця попарних порівнянь, власні вектори якої визначають ваги окремих фінансових показників [41].

Об'єктивним методом визначення вагових коефіцієнтів є метод ентропії. Перевагою методу є його здатність об'єктивно визначати вагу показників порівняно із суб'єктивними методами, де велику роль відіграє людський фактор. [39; 42-43]. Крім того, метод ентропії можна використати для значної кількості

показників більш якісно, ніж експертний метод, і він є простішим в реалізації порівняно з методом аналізу ієрархій.

Поетапний розрахунок ваг за методом ентропії наведено у формулах (2.4-2.9)

1) Обчислення матриці відносних часток для кожного індикатора у кожному періоді:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad (2.4)$$

де x_{ij} – нормалізовані значення,

i – номер індикатора,

j – номер часового періоду;

p_{ij} – частка значення окремого показника у загальній сумі значень показників.

2) Обчислення ентропії індикатора:

$$E_i = -k \sum_{j=1}^n p_{ij} * \ln p_{ij}, \quad (2.5)$$

де E_i – значення ентропії i -го індикатора;

k – нормувальна константа, яка гарантує значення ентропії в межах $[0; 1]$.

3) Визначення коефіцієнта для нормування:

$$k = \frac{1}{\ln(n)}, \quad (2.6)$$

4) Обчислення нормованого значення ентропії індикатора

$$E_i = - \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij} * \ln p_{ij}}{\ln n}, \quad (2.7)$$

На основі розрахованих значень ентропії можна визначити інформативність індикатора. Для цього використовується ступінь дивергенції:

$$D_i = 1 - E_i, \quad (2.8)$$

де D_i – ступінь відхилення індикатора.

Чим більший ступінь дивергенції, тим динамічніше i -ий індикатор змінюється у часі і тим значніший його внесок у формування інтегрального індексу.

В результаті формула для визначення ваг за методом ентропії набуває вигляду:

$$\omega_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^m D_i}, \quad (2.9)$$

де D_i – ступінь дивергенції i -го індикатора;

ω_i – вага i -го індикатора.

Формула для розрахунку інтегрального індексу FSI_4 набуває вигляду:

$$FSI_4 = \omega_1 * SOLVENCY_{\text{норм}} + \omega_2 * LIQUIDITY_{\text{норм}} + \omega_3 * CLAIMS_RATIO_{\text{норм}} + \omega_4 * RES_RATIO_{\text{норм}}, \quad (2.10)$$

де FSI_4 – інтегральний показник фінансової стійкості страхової компанії на основі 4 фінансових показників;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ – вагові коефіцієнти.

Загальний вигляд моделі для п'яти показників:

$$FSI_5 = \omega_1 * SOLVENCY_{\text{норм}} + \omega_2 * LIQUIDITY_{\text{норм}} + \omega_3 * CLAIMS_RATIO_{\text{норм}} + \omega_4 * RES_RATIO_{\text{норм}} + \omega_5 * ROA_{\text{норм}}, \quad (2.11)$$

де FSI_5 – інтегральний показник фінансової стійкості страхової компанії на основі 5 фінансових показників;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5$ – вагові коефіцієнти.

Розраховані значення ваг для обох методів наведено у табл. 2.2. Розрахунки здійснено мовою програмування Python, деталі коду наведено у додатку А.

Таблиця 2. 2 – Розраховані ваги фінансових показників за методом ентропії

Назва	Ваги для FSI_4	Ваги для FSI_5
Коефіцієнт платоспроможності (SOLVENCY)	0,190	0,072
Коефіцієнт ліквідності (LIQUIDITY)	0,377	0,451
Коефіцієнт збитковості (CLAIMS_RATIO)	0,052	0,121
Адекватність резервів (RES_RATIO)	0,381	0,238
Рентабельність активів (ROA)	-	0,118

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Найбільшу вагу для оцінювання фінансової стійкості страхової компанії для обох підходів мають ліквідність та адекватність резервів. Важливо зауважити, що для FSI_4 ці фінансові показники мають майже рівні ваги, а для FSI_5 у співвідношенні 1,9:1. З урахуванням рентабельності активів, ліквідність стає домінуючим фактором. Вплив платоспроможності у формулі (2.11) менший майже втричі, а збитковості вдвічі більший порівняно з відповідними коефіцієнтами у формулі (2.10).

Змінювання інтегральних показників в часі зображено на рис. 2.1.

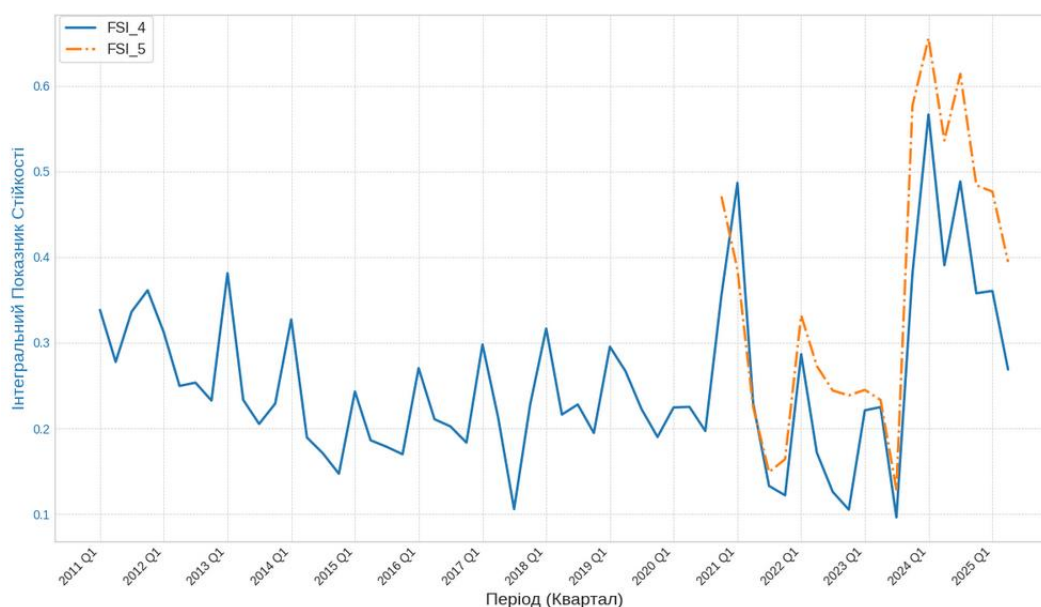


Рисунок 2. 1 – Динаміка інтегральних показників стійкості FSI_4 і FSI_5

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Динаміка інтегральних показників фінансової стійкості FSI_4 та FSI_5 демонструє відносно стабільні сезонні коливання з помірною волатильністю у межах 0,15-0,35, а також тенденцію до зниження протягом 2011-2020 років. Для періоду 2020-2021 років помітним є суттєве різке збільшення показників і подальший швидкий спад. Такі зміни у динаміці є реакцією на зовнішні шоки, а саме пандемію COVID-19, яка трансформувала усі сфери життя. Тож відбулось тимчасове порушення рівноваги та період адаптації у фінансовому секторі.

На початок 2022 року припадає одне з найнижчих значень за аналізований період, що спричинено початком повномасштабного вторгнення. Характерними змінами для страхового ринку у цей час є значне погіршення фінансової стійкості, збільшення системних ризиків, дестабілізація середовища функціонування.

У 2023 році відбувається поступове відновлення фінансового сектору. Починаючи з третього кварталу обидва індикатори демонструють синхронний різкий стрибок до найвищих значень за весь аналізований період. Індекс FSI_5 є більш чутливим до змін у ринковому та макроекономічному середовищі, що демонструє його більш виражене зростання.

Період 2024-2025 років відображає поступове зниження рівня фінансової стійкості, але залишається на рівні вище, ніж докризові значення. Хоча

спостерігається часткова нормалізація, але водночас зберігається невизначеність та вразливість ринку до зовнішніх шоків.

За рівнем фінансової стійкості можна виокремити періоди з найвищим рівнем, середнім та найнижчим, що представлено у табл. 2.3.

Таблиця 2. 3 – Рівні фінансової стійкості (3 групи)

Клас	Середнє	Мінімум	Максимум	Кількість
Низький рівень	0,193	0,096	0,253	36
Середній рівень	0,325	0,266	0,391	19
Високий рівень	0,514	0,487	0,567	3

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Розподіл інтегрального показника за рівнями характеризує переважну більшість періодів (36 кварталів) як «Низький рівень» фінансової стійкості. «Середній рівень» притаманний 19 кварталам. Базуючись на даних ПАТ «СК «УСГ»», «Високий рівень» стійкості компанія змогла досягнути лише у 3 кварталах. Спостерігається недостатня стабільність фінансового стану страхової компанії.

Візуалізацію розподілу на 3 рівні зображено на рис. 2.2.

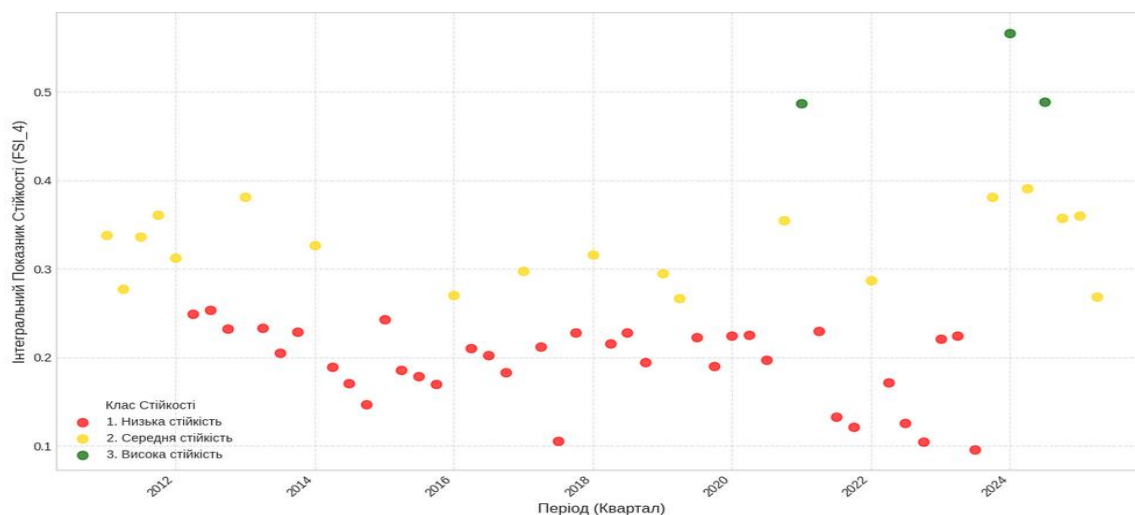


Рисунок 2. 2 – Розподіл фінансового індексу стійкості FSI_4 (3 рівні)

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Переважна більшість точок на рис. 2.3 перебувають на рівні 0,1-0,15. Ці точки можуть вказувати на кризові періоди. Тому для більшої деталізації стану компанії виокремлюються чотири групи спостережень. До кризової групи

потрапляють спостереження з найменшими значеннями інтегрального показника. Кількість періодів по кожній з чотирьох груп відображено у табл. 2.4.

Таблиця 2. 4 – Рівні фінансової стійкості (4 групи)

Клас	Середнє	Мінімум	Максимум	Кількість
Криза	0,138	0,096	0,178	11
Низький рівень	0,224	0,183	0,278	29
Середній рівень	0,325	0,286	0,391	15
Високий рівень	0,514	0,487	0,567	3

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Виокремлення додаткового рівня «Криза» дає змогу відділити періоди критично низьких значень інтегрального показника фінансової стійкості. Для страхової компанії «УСГ» за період 2011-2025 років 11 кварталів мають критичні значення, які потребують окремого аналізу для виявлення патернів та розробки шляхів раннього попередження та адаптації до можливих кризових станів. Як і попередній розподіл (табл. 2.3) більшу частину періодів має «Низький рівень» фінансової стійкості, за табл. 2.4 визначено 29 кварталів. Більш компактним класом став «Середній рівень», до якого увійшло 15 значень. Стабільно аномальні для цього набору даних 3 значення потрапили у «Високий рівень» фінансової стійкості. Розподіл на 4 групи зображено на рис. 2.3.

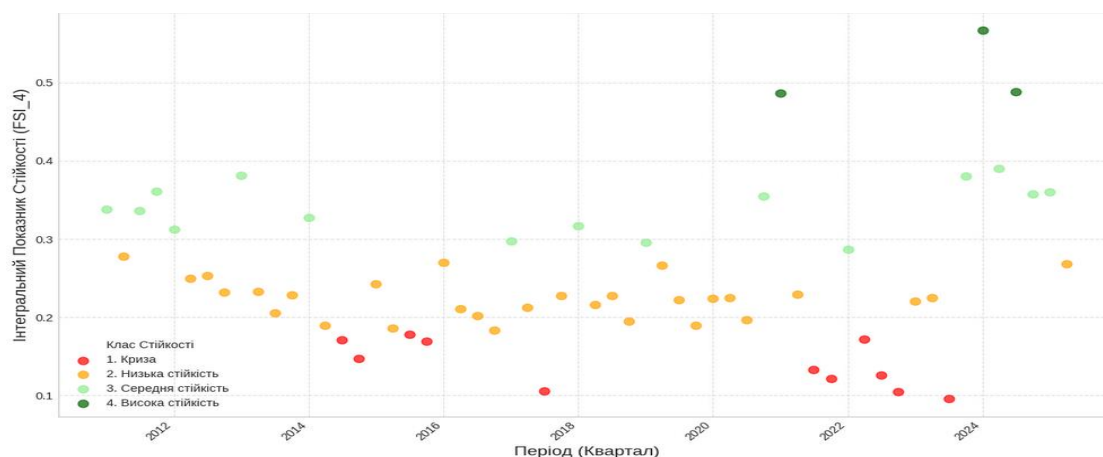


Рисунок 2. 3 – Поділ часового ряду на 4 рівні фінансової стійкості

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Виокремлення кризового рівня дає змогу швидко визначати періоди, які вимагають невідкладного втручання і прийняття важливих управлінських рішень. У табл. 2.5 для подальшого аналізу визначено розмежування періодів на 4 групи та їх коротка характеристика.

Таблиця 2. 5 – Розмежування рівнів фінансової стійкості

Рівень	Межі	Характеристика
Високий	$0,45 < FSI < 1,0$	Стабільний фінансовий стан
Середній	$0,3 < FSI < 0,45$	Задовільний рівень
Низький	$0,15 < FSI < 0,3$	Ознаки фінансової нестабільності
Критичний	$0 < FSI < 0,15$	Загроза фінансової неплатоспроможності

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Згідно з табл. 2.5 можна визначити рекомендації щодо впровадження змін у стратегію компанії.

Поділ періодів на рівні фінансової стійкості дає змогу більш ґрунтовно оцінити зміни динаміки FSI_4 та FSI_5, що зображено на рис. 2.4.

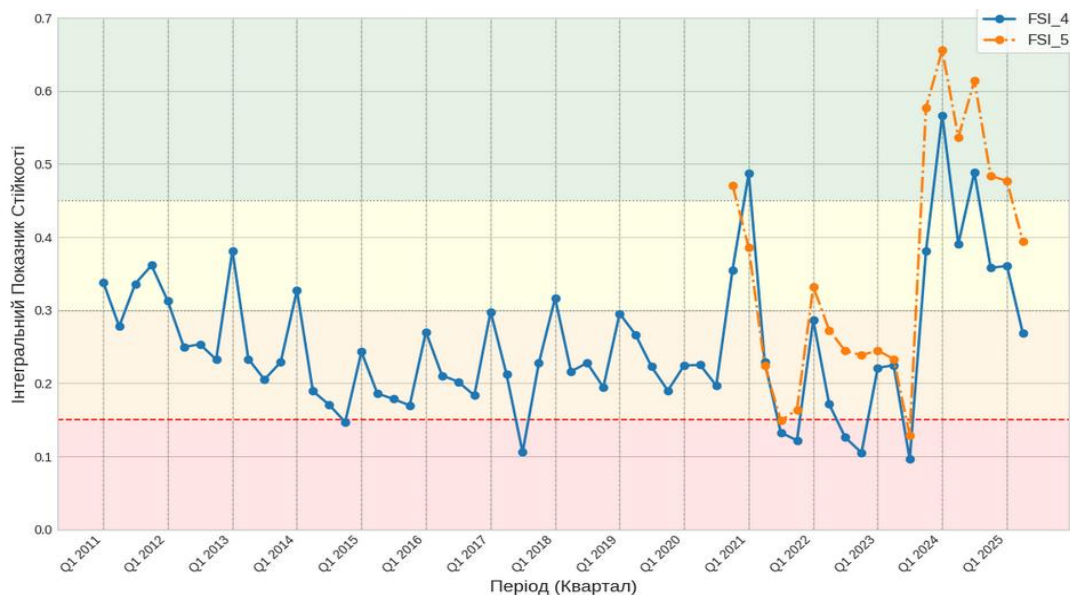


Рисунок 2. 4 – Динаміка FSI_4 та FSI_5 з урахуванням поділу на 4 рівні

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Переважаюча частина аналізованого періоду знаходиться в межах низького рівня стійкості. Критичні значення трапляються не часто і відображають зростання ризиків зменшення платоспроможності. Наприклад, одним з таких періодів є 2021-2024 роки, для яких характерна невизначеність, нестабільність та кризові шоки. Врахування ROA для побудови інтегрального показника фінансової стійкості робить його більш чутливим до змін фінансового стану. У період 2024-2025 років FSI_5 майже синхронно відтворює загальну тенденцію FSI_4, але демонструє вищі значення, які знаходяться на клас вище за аналогічний період для FSI_4. Тобто, 2 з

4 кварталів 2024 року за показником FSI_4 відносяться до середнього рівня стійкості, водночас FSI_5 характеризує увесь 2024 рік високим рівнем стійкості.

2.2 Стрес-тестування фінансової стійкості страховика

Стрес-тестування є корисним інструментом для оцінювання фінансової стійкості страхової компанії до шоків. Його використання у діяльності компанії може допомогти визначити найбільш вразливі компоненти діяльності, з'ясувати чутливість до змін основних факторів моделі, зважити ймовірні наслідки реалізації стресових сценаріїв [44].

Стрес-тестування розглядає дві складові (тестування чутливості або сценарне тестування) маючи на меті оцінювання рівня готовності страхової компанії до потенційних кризових станів. Тестування чутливості визначає оцінку впливу стресових випадків, які описуються одним фактором ризику, на фінансову стійкість страховика. Сценарне тестування включає набір стресових умов, які визначаються кількома факторами ризику, розвиваються за гіпотетичним сюжетом [45].

Для побудови та реалізації стресових сценаріїв попередньо варто виконати кластеризацію показників стійкості, які було включено у FSI_4. Визначення оптимальної кількості кластерів відбувається за методом ліктя, результати якого представлено на рис. 2.5.

За методом ліктя оптимальною кількістю кластерів визначено 4 рівні. Додатково перевірено за методом силуету, візуалізацію якого зображено на рис. 2.6.

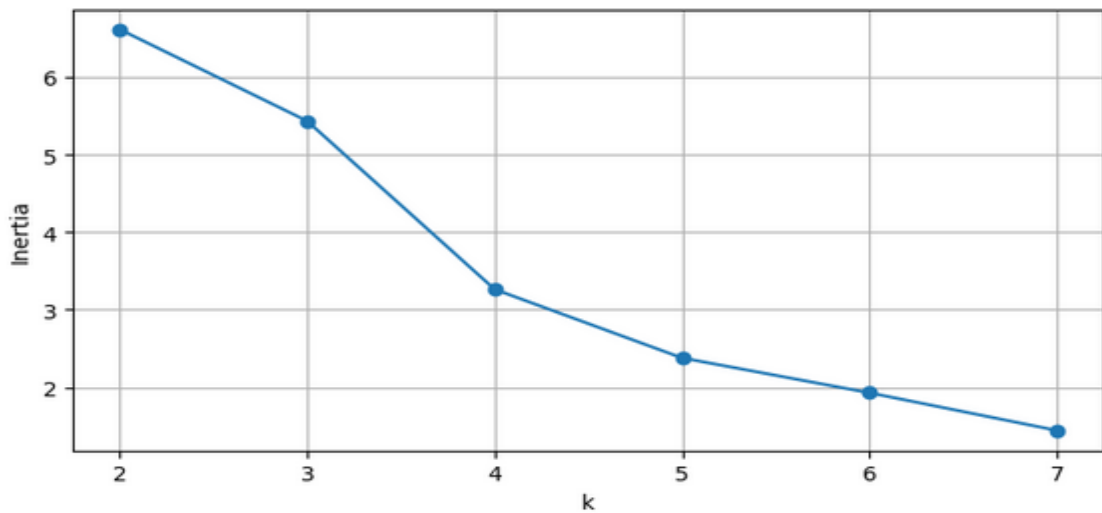


Рисунок 2. 5 – Метод ліктя для визначення кількості кластерів

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

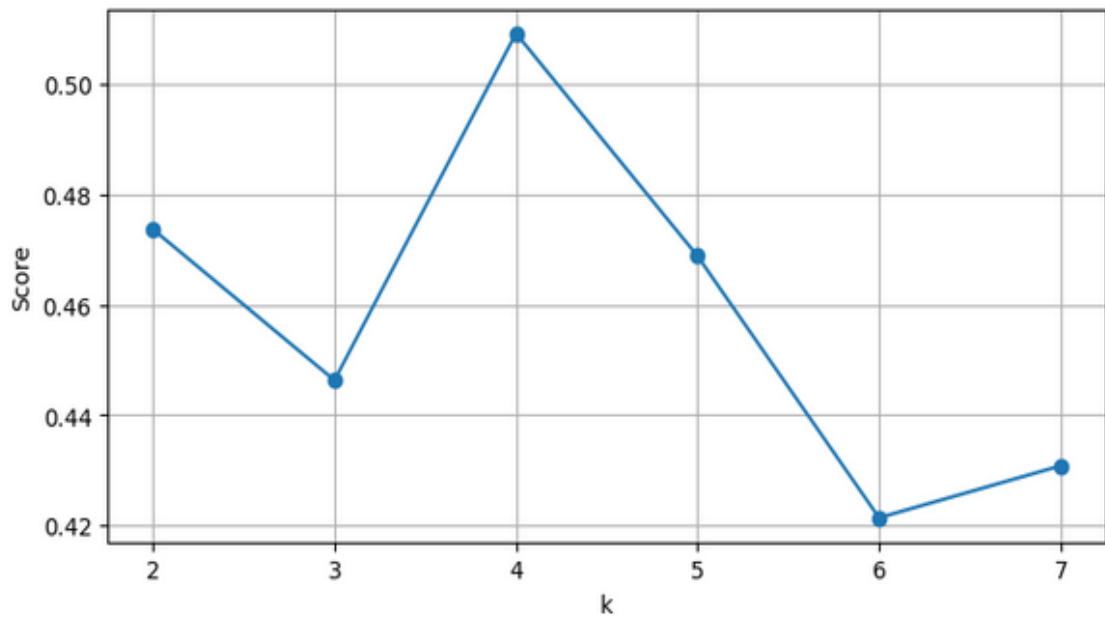


Рисунок 2. 6 – Метод силуету для визначення кластерів

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Найбільше значення оцінки отримано на $k=4$. Метод силуету також підтвердив раціональність вибору розподілу на 4 групи стійкості.

Для кожного кластеру розраховано середні значення показників для визначення фінансового стану у відповідний період часу. Центри кластерів представлено у табл. 2.6.

Таблиця 2. 6 – Центри кластерів

Кластер	SOLVENCY	LIQUIDITY	CLAIMS_RATIO	RES_RATIO	FSI
Криза	0,354368	0,139157	0,804376	0,163754	0,223921
Низька стійкість	0,171271	0,745568	0,753132	0,185788	0,423224
Середня стійкість	0,939512	0,248588	0,664675	0,056155	0,328292
Висока стійкість	0,096193	0,160965	0,112312	0,414174	0,242646

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Клас «Криза» демонструє найгірший фінансовий стан, який характеризується критично високими виплатами та проблемами з покриттям зобов'язань. «Низька стійкість» вказує на операційні проблеми, які короткочасно компенсуються високим рівнем ліквідності. Кластер «Середня стійкість» найбільш забезпечений капіталом, має високий запас міцності, який дозволяє незважаючи на відносно високі збитки, забезпечувати стійкість. Блоку «Висока стійкість» притаманно мінімальний рівень ризику та великі резерви, загалом вказує на найкращу операційну ефективність.

Для реалізації стрес-тестування побудовано шоківі сценарії різної сили, які деталізовано у табл. 2.7.

Таблиця 2. 7 – Деталізація стресових сценаріїв

Сценарій	Платоспроможність	Ліквідність	Збитковість	Резерви
М'який шок	-3%	-5%	+5%	-3%
Середній шок	-7%	-10%	+10%	-7%
Жорсткий шок	-12%	-20%	+15%	-12%

Джерело: розроблено автором

М'який шок моделює сценарій короткострокової нестабільності. Для такої ситуації характерними є неістотне зниження рівнів платоспроможності та ліквідності, що демонструє період сповільнення економічної активності. У період зменшення доходів домогосподарств підвищується частка страхових випадків, що відображає зростання збитковості. На рис. 2. 7 представлено динаміку інтегрального показника і його реакцію на м'який шок.

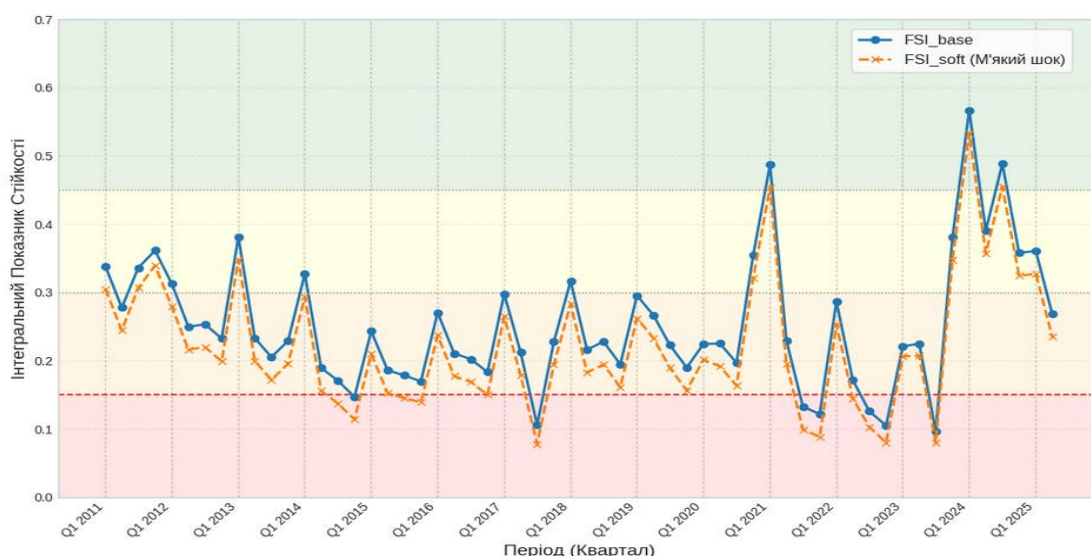


Рисунок 2. 7 – Динаміка FSI_4: М'який шок

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Внаслідок дії сценарію м'якого шоку інтегральний показник фінансової стійкості показує незначні негативні відхилення від базового сценарію.

Середній рівень шоку демонструє ситуацію затяжного погіршення макроекономічних фінансових умов. Такі зміни характерні для економічного спаду активності, інфляційних та валютних шоків, які впливають на скорочення резервів і зростання збитковості. Коливання індексу фінансової стійкості за умов дії середнього шоку зображено на рис. 2.8.

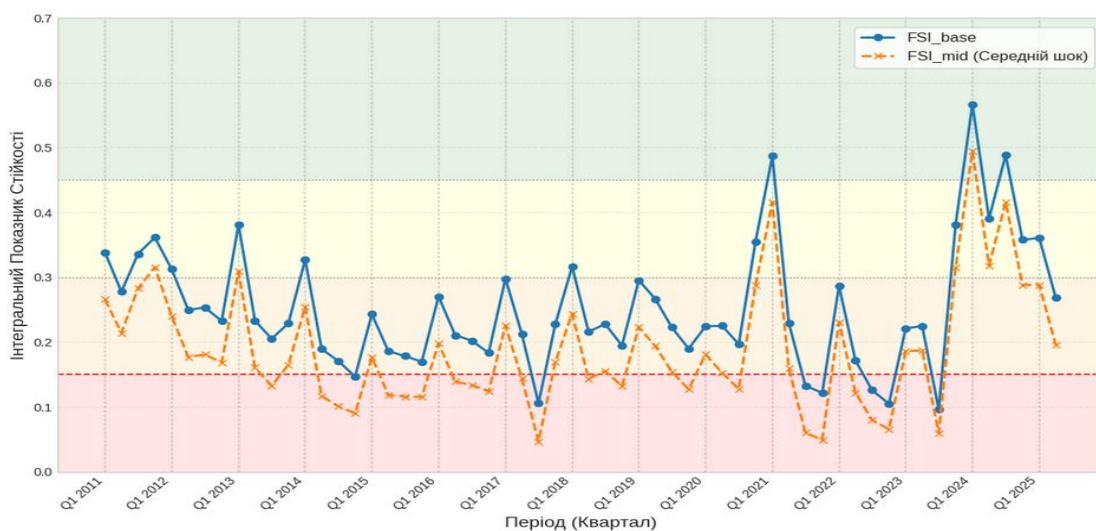


Рисунок 2. 8 – Динаміка FSI_4: Середній шок

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

За умов середнього шоку деякі періоди демонструють зниження рівня стійкості і потрапляють на межу між рівнями. Наприклад, така ситуація

складається для 2015 року, коли рівень стійкості переходить з низького до критичного. Тож, фінансова стійкість страхової компанії є вразливою навіть до невеликих коливань основних фінансових коефіцієнтів. Система функціонує із обмеженим запасом міцності і є залежною від ринкових стресів.

Сценарій жорсткого шоку притаманний періодам значного погіршення економічної ситуації. У такій ситуації відбувається різке зменшення вартості активів і зростання обсягів страхових виплат. Зниження обсягу резервів на 12 % демонструє втрату потенціалу формувати адекватні резерви для відшкодування майбутніх збитків. Зміни динаміки рівнів індексу фінансової стійкості показано на рис. 2. 9.

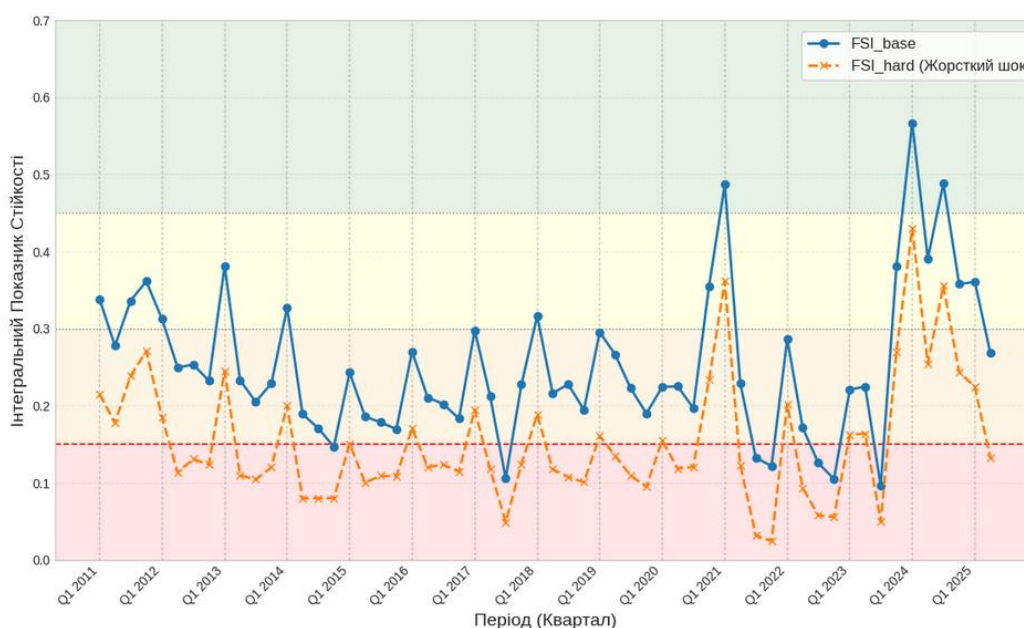


Рисунок 2. 9 – Динаміка FSI_4: Жорсткий шок

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Сценарій жорсткого шоку демонструє значну кількість переходів між рівнями. Період 2014-2017 років потрапляє у критичний рівень. Тобто компанія має розробити альтернативи та можливі адаптаційні превентивні механізми для раннього попередження. Адаптація до нових умов передбачає впровадження алгоритмів динамічного хеджування ризиків та інтенсифікацію системи управління ліквідністю. Періоди високого рівня фінансової стійкості за комбінованої зміни коефіцієнтів при сильному стресі переходять до середнього рівня.

Після застосування шоків сценаріїв до центрів кластерів для кожного повторно розраховано інтегральний показник фінансової стійкості. Зміну центрів кластерів залежно від шоку представлено у табл. 2. 8.

Таблиця 2. 8 – Зміна центрів кластерів внаслідок шоків сценаріїв

Кластер	FSI	М'який шок	Середній шок	Жорсткий шок
Криза	0,223921	0,190527	0,151417	0,110674
Низька стійкість	0,423224	0,389830	0,350720	0,287060
Середня стійкість	0,328292	0,294898	0,261066	0,216467
Висока стійкість	0,242646	0,209251	0,170141	0,125717

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Зі збільшенням шоків ефекту знижується рівень фінансової стійкості. Вплив сильного шоку майже вдвічі зменшив FSI для кластерів «Криза» та «Висока стійкість». У 1,5 рази скоротились значення центрів для блоків «Низька стійкість» та «Середня стійкість».

Детальну зміну профілів кластерів представлено на радарних діаграмах (рис. 2.10 – 2.12). Вплив м'якого шоку зображено на рис. 2.10.

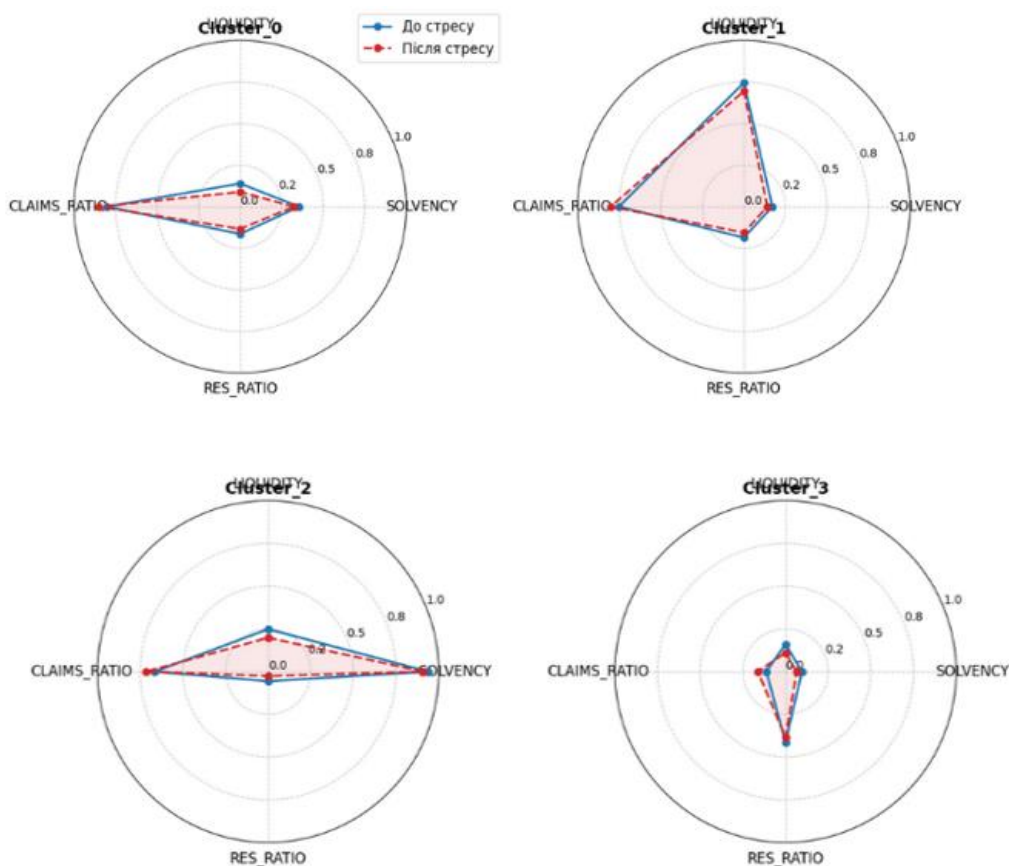


Рисунок 2. 10 – Зміна профілів кластерів після м'якого шоку

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

М'який шок демонструє мінімальну реакцію системи. Зміни у профілях кластерів є помірними. Цей сценарій підтверджує фінансову стійкість груп при низькоамплітудних стресах.

Вплив середнього рівня шоку на кластери демонструє рис. 2.11.

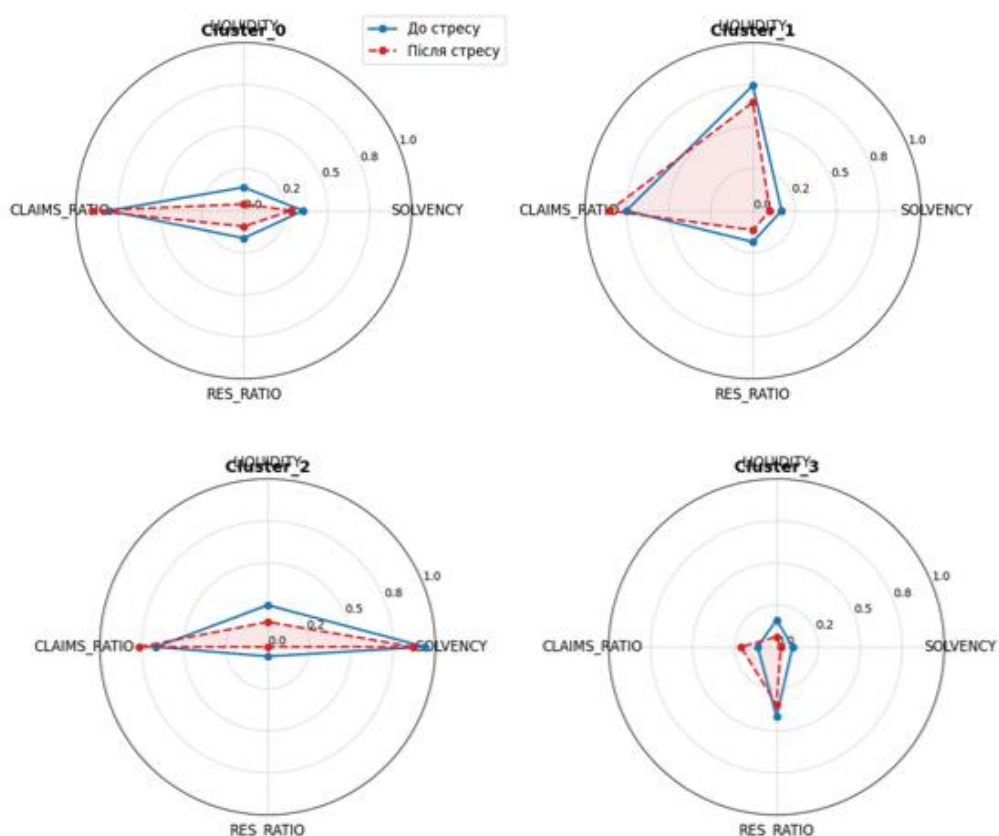


Рисунок 2. 11 – Зміна профілів кластерів після середнього шоку

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Середній шок відображає значний вплив на кожен кластер. Зокрема, рівень «Криза» супроводжується зниженням ліквідності та резервів. Для низького рівня погіршення профілю по всіх аспектах. Групи «Середній рівень» та «Високий рівень» також чутливі до стресу, але зберігають відносну стійкість із незначним змінням форми.

Вплив сильного шоку відображено на рис. 2.12.

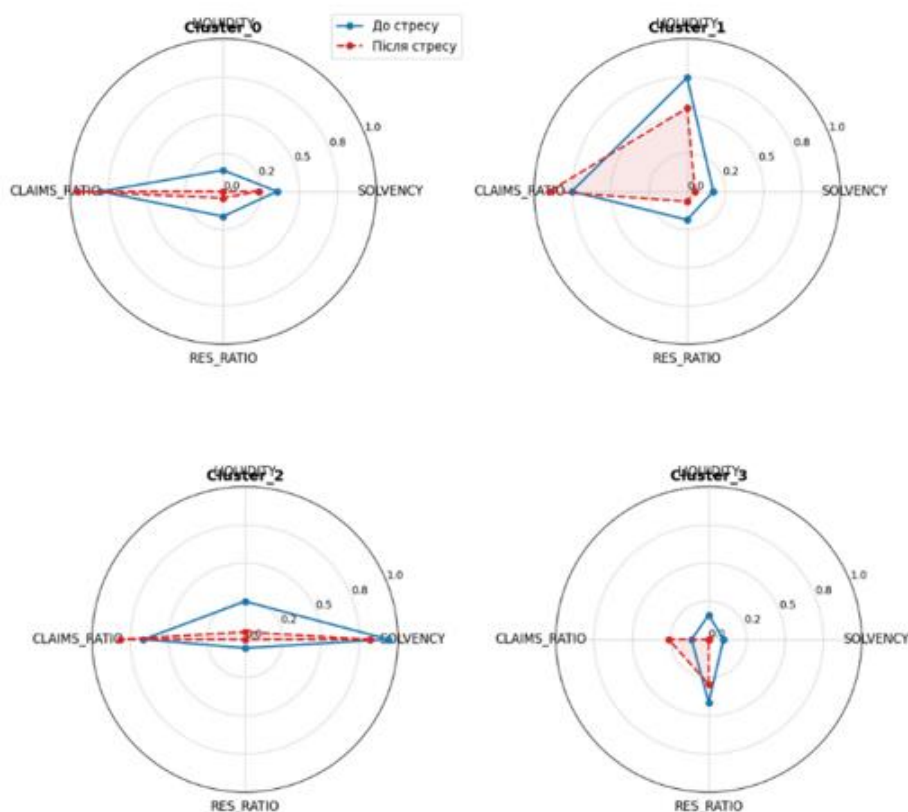


Рисунок 2. 12 – Зміна профілів кластерів внаслідок жорсткого шоку

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Жорсткий шок має великий вплив на диференціацію кластерів. Кожен кластер демонструє високу ймовірність неплатоспроможності. Глибока рецесія має системний вплив, але її наслідки розподіляються нерівномірно, що підтверджує нестійкість періодів до екстремальних потрясінь.

Сценарії різного типу шоків: від м'якого до жорсткого, прямо пропорційні реакції кластерів на стрес. Чим жорсткіше сценарій, тим більшу чутливість до шоків демонструє кожен рівень. У сучасному світі існує безліч непередбачуваних обставин, що несуть великі збитки для економіки та підривають фінансову стійкість. Тож, страховим компаніям варто запроваджувати системи постійного моніторингу основних ризикових показників, удосконалення моделей оцінки втрат, створення адаптивних механізмів управління ризиками для швидкого реагування на потенційні стресові сценарії. Такі дії сприятимуть вчасному діагностуванню загроз та мінімізації ймовірності досягнення критичних порогів стабільності.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ

3.1 Кореляційний аналіз факторів, які впливають на інтегральний показник

Підсилення достовірності інтегрального показника та обґрунтування його структури може бути досягнуто засобами кореляційного аналізу, який дає змогу встановити сильні та слабкі зв'язки між окремими фінансовими показниками та інтегральним індексом стійкості, що є важливим для розуміння структури впливів на загальний результат. Обчислення коефіцієнтів кореляції дає змогу визначити, які індикатори мають найбільший внесок, а які – можуть бути надлишковими або слабоінформативними.

Такий підхід сприяє не лише виявленню ключових факторів, що формують інтегральний показник; а також дає змогу виявляти їхню мультиколінеарність, яка спотворює значення вагових множників. Кореляційний аналіз підтверджує логічність та економічну обґрунтованість моделі особливо в контексті визначення пріоритетів для управлінських рішень та ризик-менеджменту.

Для дослідження впливу факторів на інтегральний показник фінансової стійкості необхідно визначити ознаки, які найбільше з ним корелюють. Вибір змінних для побудови моделей регресії базується на кореляційній матриці, яку зображено на рис. 3.1.

Згідно наведених в матриці коефіцієнтів кореляції значний вплив на інтегральний показник фінансової стійкості (FSI_4) мають короткострокові зобов'язання, облікова ставка, обсяг страхових виплат, ВВП, активи, оборотні активи, обсяг страхових премій, власний капітал, інфляція, обсяг страхових резервів.

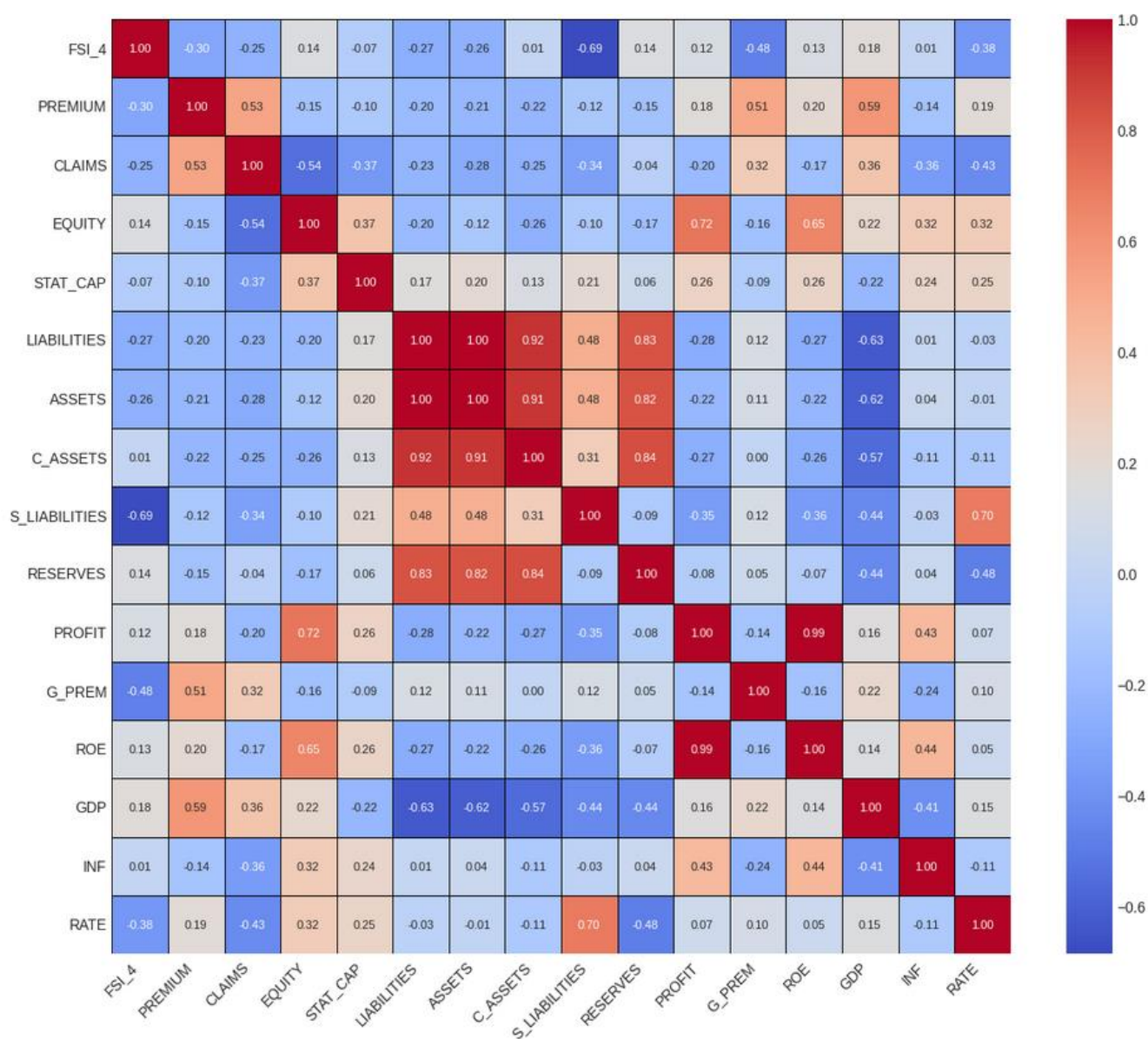


Рисунок 3. 1 – Кореляційна матриця показників страхової діяльності

Джерело: розроблено автором на основі [37-38; 46]

Для уникнення проблеми мультиколінеарності у побудові моделей регресії перевірено взаємозв'язки між змінними і визначено, що висока кореляція наявна для таких пар: активи і оборотні активи (0,91), оборотні активи і короткострокові зобов'язання (0,84), активи і резерви (0,82). Тож для аналізу варто використовувати обсяг страхових премій, виплат, короткострокові зобов'язання, резерви, власний капітал, ВВП, облікову ставку та рівень інфляції.

3.2 Економетричне моделювання інтегрального показника фінансової стійкості

Основні фінансові показники страхової діяльності, такі як обсяги премій і виплат, зобов'язання, резерви відрізняються від індексу фінансової стійкості на декілька порядків величин. Така різниця масштабів не забезпечує стабільність оцінок регресійної моделі. Доцільним вирішенням проблеми диспропорції величин є використання логарифмічних перетворень до залежної та незалежних змінних. Такі трансформації стабілізують дисперсію та знижують нестійкість оцінок параметрів моделі. Окрім цього логарифмування позитивно впливає на лінеаризацію потенційно нелінійних взаємозв'язків між змінними, що притаманно фінансовим даним страховиків.

Для уникнення помилок при логарифмуванні здійснюється модифіковані трансформації – зміщена форма логарифму для усіх змінних у вигляді $\ln(x + 0,01)$. Такі зміни дозволяють забезпечити існування логарифму без змінювання змісту інтерпретації параметрів.

Загальний вигляд формули для побудови лог-логарифмічної регресії:

$$\ln(y_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_{1t}) + \beta_2 \ln(x_{2t}) + \dots + \beta_n \ln(x_{nt}) + \varepsilon_t, \quad (3.1)$$

де $\ln(y_{1t})$ – залежна змінна,

$\ln(x_{1t}), \ln(x_{2t}), \dots, \ln(x_{nt})$ – незалежні змінні;

β_0 – перетин;

$\beta_1, \beta_2, \beta_n$ – коефіцієнти еластичності;

ε_t – похибка моделі.

Для визначення впливу основних фінансових факторів на інтегральний показник стійкості побудовано модель лог-логарифмічної регресії. Параметри оцінено за методом найменших квадратів мовою програмування Python. Отримані результати побудови моделі наведено на рис. 3.2.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	FSI_4	R-squared:	0.856			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.832			
Method:	Least Squares	F-statistic:	36.38			
No. Observations:	58	AIC:	-48.07			
Df Residuals:	49	BIC:	-29.52			
Df Model:	8					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-0.2009	3.515	-0.057	0.955	-7.264	6.862
PREMIUM	-0.2825	0.069	-4.090	0.000	-0.421	-0.144
CLAIMS	-0.0639	0.071	-0.907	0.369	-0.206	0.078
S_LIABILITIES	-0.4769	0.040	-12.007	0.000	-0.557	-0.397
RESERVES	0.4186	0.086	4.875	0.000	0.246	0.591
EQUITY	0.4713	0.088	5.357	0.000	0.295	0.648
GDP	-0.1517	0.152	-0.998	0.323	-0.457	0.154
RATE	0.0532	0.076	0.702	0.486	-0.099	0.205
INF	-0.1778	0.685	-0.260	0.796	-1.554	1.199

Рисунок 3. 2 – Коефіцієнти базової регресійної моделі

Джерело: розроблено автором на основі [37-38; 46]

Отже, базова модель для індексу фінансової стійкості має вигляд:

$$\ln(y_t) = -0,2 - 0,28 \ln(x_{1t}) - 0,06 \ln(x_{2t}) - 0,47 \ln(x_{3t}) + 0,42 \ln(x_{4t}) + 0,47 \ln(x_{5t}) - 0,15 \ln(x_{6t}) + 0,05 \ln(x_{7t}) - 0,18 \ln(x_{8t}), \quad (3.2)$$

де y_t – індекс фінансової стійкості FSI_4 ,

x_{1t} – обсяг страхових премій;

x_{2t} – обсяг страхових виплат;

x_{3t} – короткострокові зобов'язання;

x_{4t} – резерви;

x_{5t} – власний капітал;

x_{6t} – номінальний ВВП;

x_{7t} – облікова ставка;

x_{8t} – інфляція.

Оцінка значущості незалежних змінних, яку наведено на рис. 3.2 стверджує, що обсяг страхових виплат та макроекономічні показники, а саме ВВП, облікова ставка та інфляція, не є статистично значущими у цій моделі. Модель пояснює 85,6% варіації інтегрального показника фінансової стійкості. Середня абсолютна

відсоткова похибка моделі становить 10,08%, що свідчить про хорошу якість моделі для прогнозування.

Результати діагностики залишків базової моделі наведено на рис. 3.3.

Omnibus:	7.351	Durbin-Watson:	1.218
Prob(Omnibus):	0.025	Jarque-Bera (JB):	6.462
Skew:	0.739	Prob(JB):	0.0395
Kurtosis:	3.702	Cond. No.	5.86e+03

Рисунок 3. 3 – Діагностика залишків базової моделі

Джерело: розроблено автором на основі [37-38; 46]

За результатами діагностики залишків на основі тестів Omnibus та Jarque-Bera виявлено незначне відхилення від нормального розподілу. Розподіл залишків має асиметрію праворуч. Критерій Дарбіна-Уотсона становить 1,218, що свідчить про позитивну автокореляцію залишків. Здійснена перевірка на гетероскедастичність залишків моделі свідчить про неоднозначну оцінку результатів: за тестом Бройша-Пагана (p -значення = 0,147), але за тестом Уайта (LM p -значення = 0,136, а F p -значення = 0,003). Тож, наявна проблема гетероскедастичності та автокореляції залишків моделі може давати некоректні оцінки значущості включених у модель факторів. Існування мультіколінеарності між факторними змінними моделі може призвести до зміщення оцінок параметрів.

Для усунення проблеми автокореляції залишків побудовано модель, яка містить лише значущі фактори базової моделі (3.2), а також додано лаги предикторів та лаг інтегрального показника фінансової стійкості. Отримані результати розрахунків зображено на рис. 3.4.

Усі змінні покращеної моделі є статистично значущими. Додавання лагів збільшило пояснювальну здатність лог-логарифмічної моделі. Покращена модель пояснює 87,9% варіації інтегрального показника фінансової стійкості. Середня абсолютна відсоткова похибка моделі становить 8,59%, що свідчить про високу якість і придатність для прогнозування.

OLS Regression Results						
=====						
Dep. Variable:	FSI_4	R-squared:	0.879			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.856			
Method:	Least Squares	F-statistic:	38.00			
No. Observations:	57	AIC:	-54.90			
Df Residuals:	47	BIC:	-34.47			
Df Model:	9					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]

const	-1.0733	0.491	-2.184	0.034	-2.062	-0.085
PREMIUM	-0.3518	0.037	-9.617	0.000	-0.425	-0.278
S_LIABILITIES	-0.4640	0.048	-9.736	0.000	-0.560	-0.368
RESERVES	0.4621	0.104	4.438	0.000	0.253	0.672
EQUITY	0.4696	0.087	5.410	0.000	0.295	0.644
PREMIUM_lag1	0.1850	0.059	3.148	0.003	0.067	0.303
S_LIABILITIES_lag1	0.2173	0.077	2.829	0.007	0.063	0.372
RESERVES_lag1	-0.3006	0.104	-2.877	0.006	-0.511	-0.090
EQUITY_lag1	-0.2248	0.112	-2.009	0.050	-0.450	0.000
FSI_4_lag1	0.3930	0.133	2.952	0.005	0.125	0.661

Рисунок 3. 4 – Коефіцієнти покращеної моделі

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Загальний вигляд скоригованої моделі:

$$\ln(y_t) = -1,07 - 0,35 \ln(x_{1t}) - 0,46 \ln(x_{2t}) + 0,46 \ln(x_{3t}) + 0,47 \ln(x_{4t}) + 0,18 \ln(x_{1(t-1)}) + 0,22 \ln(x_{2(t-1)}) - 0,3 \ln(x_{3(t-1)}) - 0,22 \ln(x_{4(t-1)}) + 0,39 \ln(y_{(t-1)}), \quad (3.3)$$

де y_t – індекс фінансової стійкості FSI_4 ,

x_{1t} – обсяг страхових премій;

x_{2t} – короткострокові зобов'язання;

x_{3t} – резерви;

x_{4t} – власний капітал;

$x_{1(t-1)}$ – лагова затримка для обсягу страхових премій;

$x_{2(t-1)}$ – лагова затримка для короткострокових зобов'язань;

$x_{3(t-1)}$ – лагова затримка для резервів;

$x_{4(t-1)}$ – лагова затримка для власного капіталу;

$y_{(t-1)}$ – лагова затримка для індексу фінансової стійкості FSI_4 .

За побудованою моделлю можна визначити, що зростання обсягів страхових премій і короткострокових зобов'язань на 1% знижує індекс фінансової стійкості на 0,35% та 0,46% відповідно. Збільшення страхових технічних резервів і

обсягів власного капіталу на 1% призводять до підвищення інтегрального показника FSI_4 на 0,46% та 0,47% відповідно.

Лагові затримки переважно позитивно впливають на покращення фінансової стійкості. Страхові премії, зібрані у попередньому кварталі, збільшують індекс стійкості на 0,18%. Обсяг минулих зобов'язань сприяють зростанню на 0,22%, тож якщо компанія вдало обслуговує теперішні зобов'язання, то це знижує ризики у майбутньому. Збільшення обсягів резервів у попередньому періоді зменшують фінансову стійкість на 0,3%. Рівень капіталу минулого кварталу сповільнює зростання поточного значення FSI_4 на 0,22%. Тобто капітал вже міг бути використаний для компенсації ризиків.

Зростання інтегрального показника фінансової стійкості у попередньому кварталі підвищує поточний рівень на 0,39%. Тож компанія схильна зберігати свій рівень стійкості у наступних періодах.

Проведено діагностику залишків моделі, результати наведено на рис. 3.5.

Omnibus:	3.414	Durbin-Watson:	1.909
Prob(Omnibus):	0.181	Jarque-Bera (JB):	2.560
Skew:	0.329	Prob(JB):	0.278
Kurtosis:	3.803	Cond. No.	990.

Рисунок 3. 5 – Діагностика залишків покращеної моделі

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Критерій Дарбіна-Уотсона становить 1,909, що є дуже близьким до 2, а отже проблему з автокореляцією залишків усунено. Результати тестів Omnibus та Jarque-Bera вказують на нормальний розподіл залишків моделі. Значення Cond. No. менше 30000, а отже мультиколінеарність наявна, але не є критичною. Здійснено перевірку на гетероскедастичність залишків моделі: за тестом Бройша-Пагана (р-значення = 0,25) гетероскедастичність відсутня. Але за тестом Вайта LM р-значення = 0,36, а F р-значення = 0,021, що свідчить про неоднозначні оцінки параметрів. Можна вважати, що гетероскедастичність наявна у цій моделі, а отже це спотворює оцінку статистичної значущості результатів.

Для більш коректних результатів застосовано версію із робастними стандартними помилками. На рис. 3.6 представлено оцінку якості моделі.

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-1.0733	0.673	-1.595	0.118	-2.427	0.281
PREMIUM	-0.3518	0.046	-7.644	0.000	-0.444	-0.259
S_LIABILITIES	-0.4640	0.101	-4.590	0.000	-0.667	-0.261
RESERVES	0.4621	0.142	3.253	0.002	0.176	0.748
EQUITY	0.4696	0.063	7.425	0.000	0.342	0.597
PREMIUM_lag1	0.1850	0.103	1.797	0.079	-0.022	0.392
S_LIABILITIES_lag1	0.2173	0.167	1.300	0.200	-0.119	0.554
RESERVES_lag1	-0.3006	0.186	-1.619	0.112	-0.674	0.073
EQUITY_lag1	-0.2248	0.127	-1.771	0.083	-0.480	0.031
FSI_4_lag1	0.3930	0.288	1.363	0.179	-0.187	0.973

Рисунок 3. 6 – Оцінка якості моделі із робастними стандартними помилками

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Визначено, що використання лагових змінних для цієї моделі не покращує пояснюваність результатів, оскільки змінні не є статистично значущими.

Для покращення результатів прийнято рішення залишити лише статистично значимі фактори у логарифмічній моделі. Оцінки побудованої моделі наведено на рис. 3.7.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	FSI_4	R-squared:	0.845			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.833			
Method:	Least Squares	F-statistic:	101.4			
No. Observations:	57	AIC:	-50.57			
Df Residuals:	52	BIC:	-40.36			
Df Model:	4					
Covariance Type:	HC3					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-1.6506	0.319	-5.168	0.000	-2.292	-1.010
PREMIUM	-0.3609	0.040	-9.035	0.000	-0.441	-0.281
S_LIABILITIES	-0.4456	0.039	-11.533	0.000	-0.523	-0.368
RESERVES	0.3414	0.073	4.679	0.000	0.195	0.488
EQUITY	0.4412	0.065	6.771	0.000	0.310	0.572

Рисунок 3. 7 – Оцінка якості моделі зі значимими змінними

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Усі змінні побудованої моделі є статистично значущими. Що вказує на їх значний вплив на інтегральний показник фінансової стійкості страхової компанії. Побудована модель пояснює 84,5% варіації показника FSI_4, що демонструє високу якість. Значення MAPE = 8,25%, що ще зменшило похибку у моделі,

порівняно з попередніми результатами. Використання стандартних робастних помилок дозволяє краще інтепретувати коефіцієнти моделі, навіть з наявною гетероскедастичністю.

Загальний вигляд побудованої моделі:

$$\ln(y_t) = -1,65 - 0,36 * \ln(x_{1t}) - 0,45 * \ln(x_{2t}) + 0,34 * \ln(x_{3t}) + 0,44 * \ln(x_{4t}) \quad (3.4)$$

де y_t – індекс фінансової стійкості FSI_4 ,

x_{1t} – обсяг страхових премій;

x_{2t} – короткострокові зобов'язання;

x_{3t} – резерви;

x_{4t} – власний капітал.

Згідно з результатами оцінювання параметрів моделі, збільшення страхових премій на 1% призводить до зниження індексу фінансової стабільності на 0,36%, що свідчить про можливе зростання ризиків у періоди значного зростання виробництва. З іншого боку, збільшення короткострокової заборгованості на 1% призводить до зниження значення FSI_4 на 0,45%, що підтверджує негативний вплив існуючої залежності від заборгованості та обмежень ліквідності.

Згідно з параметрами моделі, збільшення технічних резервів страхування на 1% підвищує індекс фінансової стабільності на 0,34 %, а збільшення статутного капіталу на 1% – на 0,44 %. Це логічно відображає зміцнення фінансової спроможності та платоспроможності страховиків.

Проведено діагностику залишків моделі, результати наведено на рис. 3.8.

=====			
Omnibus:	4.155	Durbin-Watson:	1.246
Prob(Omnibus):	0.125	Jarque-Bera (JB):	4.116
Skew:	0.213	Prob(JB):	0.128
Kurtosis:	4.246	Cond. No.	568.
=====			

Рисунок 3. 8 – Діагностика залишків найкращої моделі

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Критерій Дарбіна-Уотсона на рівні 1,246, що вказує на наявність помірної автокореляції першого порядку, але це не спотворює оцінки коефіцієнтів завдяки

використанню робастних помилок. Результати тестів Omnibus та Jarque-Bera мають підстави для відхилення нормальності розподілу залишків моделі. Значення Cond. No. 568, а отже мультиколінеарність наявна, але не є прийнятною.

Порівняння динаміки фактичних та модельних значень інтегрального показника фінансової стійкості представлено на рис. 3.9.



Рисунок 3. 9 – Динаміка фактичних і модельних значень FSI_4

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Модельні значення добре повторюють загальні тренди, сезонність та коливання фактичних значень інтегрального показника FSI_4 протягом усього аналізованого періоду. Найбільш точно розраховані значення відповідають дійсним у період з 2013 по 2018 роки. У наступні квартали спостерігаються незначні відхилення. Економетрична модель схильна згладжувати різкі коливання і відтворювати фактичну динаміку показника фінансової стійкості.

3.3 Прогнозування індексу фінансової стійкості страховика на основі моделей ARIMA/SARIMA/SARIMAX

Діяльність страхових компаній у непередбачуваних умовах нестабільної економічної ситуації, регуляторних тисків, екологічних шоків, є доволі складним процесом. Стрімке зменшення кількості компаній спричинено багатьма факторами. Для того, щоб продовжувати свою діяльність, страхові організації мають розробляти та тестувати різні варіанти розвитку подій і намагатись гнучко адаптуватись до зовнішніх стресів.

Для прогнозування фінансової стійкості використовуються різні підходи: від простого експоненціального згладжування до більш складних моделей машинного навчання. Зважаючи на обмежену кількість даних застосування складних моделей машинного навчання є недоцільним через високу ймовірність перенавчання та нестабільність оцінки параметрів.

Використання моделей ARIMA/SARIMA для часових рядів є традиційним методом. Він поєднує у собі простоту та інтерпретованість, що важливо для короткострокових прогнозів у фінансовій сфері.

Основні компоненти моделей ARIMA та SARIMA наведено у табл. 3.1.

Моделі ARIMA включають зміну компонентів тренду (p , d , q), які можна визначити за графіками автокореляції (ACF) та часткової автокореляції (PACF) [47-49]. Параметр диференціювання встановлюється на базі тестів на стаціонарність. Наприклад, тест Дікі-Фуллера дозволяє визначити чи є ряд стаціонарним. Якщо ряд не є стаціонарним, виконується диференціювання ряду. Використання ряду різниць може бути застосовано один раз, рідше двічі.

Порядки для p і q варто охарактеризувати, коли ряд є стаціонарним. Порядок авторегресійної частини (p) визначається за кількістю попередніх лагів спостережень на графіку PACF. Значення часткової автокореляції, які виходять за межі довірчого інтервалу, тобто стають незначущими, вказують на вибір номеру

лагу. Порядок ковзного тренду (q) можна встановити на базі графіку ACF. На графіку окреслюється номер лагу, після якого значення автокореляції стають незначущими, що і відповідає вибору компоненти [47-49].

Таблиця 3. 1 – Компоненти моделей ARIMA та SARIMA

Компонент	Характеристика
p	Порядок авторегресії тренду
d	Ступінь різниці ряду
q	Порядок частини ковзного середнього тренду
P	Сезонний авторегресійний порядок
D	Ступінь сезонної різниці
Q	Порядок сезонної частини змінної середньої
s	Кількість значень у кожному сезонному періоді

Джерело: розроблено автором на основі [47-48, 50]

Сезонні компоненти використовуються для побудови моделей SARIMA. Методологія підбору компонент (P , D , Q) аналогічна до трендових компонент. Довжина сезонного періоду s визначається візуально або на основі зібраних даних [50]. Наприклад, для квартальних даних використовується $s = 4$, для щомісячних – $s = 12$ і т. д.

Вибір компонент можна налаштувати автоматично за допомогою бібліотек в Python, які перебирають різні варіанти налаштування і обирають той, для якого найменше значення критерію Акаїке (AIC) [48]. Прикладом бібліотек для автоматичного підбору є `pmdarima` і `statsmodels` в Python.

Для більш детального аналізу і врахування додаткових змінних використовується розширена модель SARIMAX. SARIMAX поєднує в собі властивості класичних моделей ARIMA та SARIMA, що ґрунтуються на методології Бокса-Дженкінса [51], а також включає вплив екзогенних змінних. Застосування такого інструменту для невеликої вибірки може демонструвати стабільні результати [48]. Порівняння якості побудованих моделей здійснюється за критеріями MAPE, MAE, AIC, R^2 .

Перед початком моделювання і прогнозування на основі моделей ARIMA варто проаналізувати структуру часового ряду. Для аналізу структури часових змін

інтегрального показника фінансової стійкості будується графік декомпозиції, який представлено на рис. 3.10.

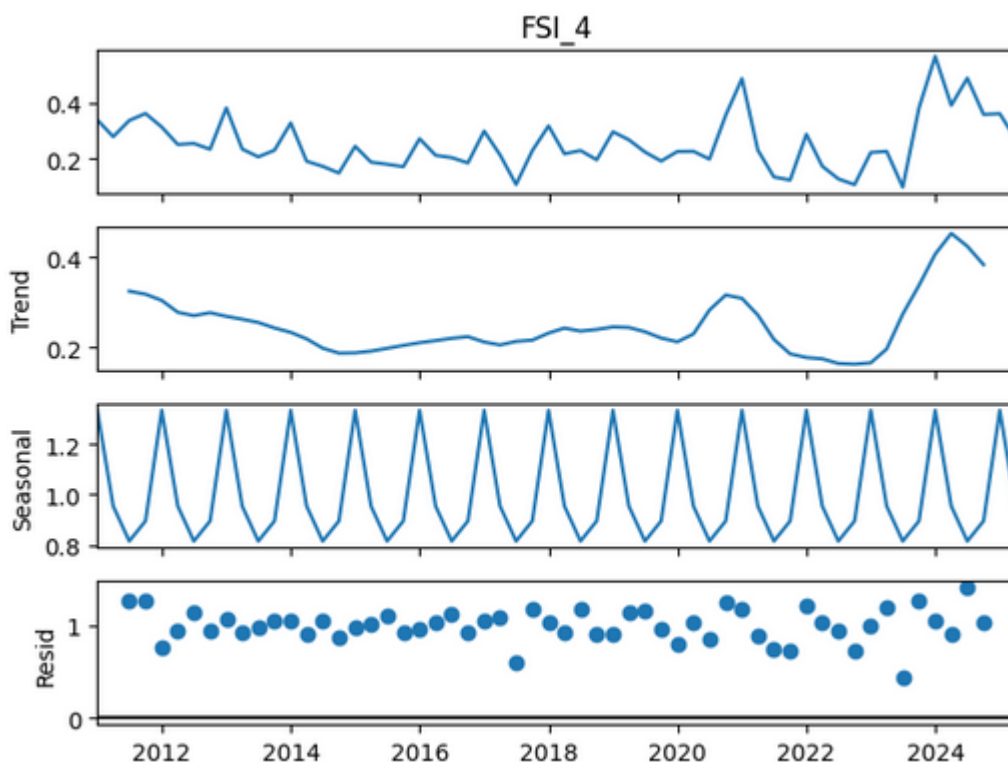


Рисунок 3. 10 – ETS-декомпозиція

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Оцінюючи загальну динаміку індексу фінансової стійкості визначено помірну варіативність у межах 0,2-0,4. Більш різкі коливання і пікові значення характерні для періоду 2020-2025 років, що свідчить про чутливість показника до кризових явищ та вміння адаптуватись до них. Компонента тренду є рівномірною і не має різких структурних змін. У період 2011-2015 років фінансова стійкість поступово послаблюється. Наступні 3 роки не мали суттєвих коливань. Після 2020 року відбувається зростання стійкості, що може відображати адаптацію до шоку, а саме пандемії COVID-19. Період 2021-2023 років демонструє суттєве погіршення фінансового стану і вже після підвищення темпу зростання індексу стійкості. Графік сезонності представляє чітко виражену компоненту регулярності, а саме квартальну сезонність в межах року, що є характерним для зібраних даних. Розкид залишків є відносно рівномірним. Відсутність значних відхилень вказує на те, що модель декомпозиції вдало відокремила тренд і сезонність.

Перевірка на стаціонарність здійснюється за тестами ADF (Дікі-Фуллера) і KPSS (Квятковського, Філіпса, Шмідта і Шина) [52]. Для досягнення кращого результату за обома тестами ряд має бути стаціонарним. Ключова різниця тестів полягає у формулюванні нульової гіпотези, деталі наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3. 2 – Відмінності тестів стаціонарності

Тест	Нульова гіпотеза (H0)	Альтернативна гіпотеза (H1)	Ряд стаціонарний якщо:
ADF	Ряд нестаціонарний	Ряд стаціонарний	p-value < 0,05
KPSS	Ряд стаціонарний	Ряд нестаціонарний	p-value > 0,05

Джерело: розроблено автором на основі [52]

Тож ряд є стаціонарним, якщо приймаємо нульову гіпотезу за тестом Дікі-Фуллера і відхиляємо за тестом KPSS.

Результати перевірки на стаціонарність за тестом ADF наведено на рис. 3.11.

```
Results of Dickey-Fuller Test:
Test Statistic      -2.059894
p-value             0.260944
#Lags Used          11.000000
Number of Observations Used 46.000000
Critical Value (1%) -3.581258
Critical Value (5%) -2.926785
Critical Value (10%) -2.601541
dtype: float64
```

Рисунок 3. 11 – Тест ADF на фактичних значеннях

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Оскільки р-значення більше 0,05 за тестом Дікі-Фуллера на фактичних значеннях, то приймаємо нульову гіпотезу про те, що ряд є нестаціонарним. Додатково здійснюється перевірка за тестом KPSS, результати якої наведено на рис. 3.12.

```
Results of KPSS Test:
Test Statistic      0.179588
p-value             0.100000
Lags Used           3.000000
Critical Value (10%) 0.347000
Critical Value (5%)  0.463000
Critical Value (2.5%) 0.574000
Critical Value (1%)  0.739000
dtype: float64
```

Рисунок 3. 12 – Тест KPSS на фактичних значеннях

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Розраховане значення p-value більше визначеного рівня прийняття нульової гіпотези – ряд стаціонарний. Оскільки за результатом перевірки тести показали

різні припущення щодо стаціонарності, необхідно виконати диференціювання і провести перевірку ще раз.

Після застосування ряду різниць отримані значення p-value для тестів ADF та KPSS становлять 0,12 і 0,04 відповідно. Обидва тести демонструють нестационарність часового ряду і потребують додаткового диференціювання. Результати перевірки після другого диференціювання наведено на рис. 3.13.

Results of Dickey-Fuller Test:		Results of KPSS Test:	
Test Statistic	-4.412819	Test Statistic	0.196852
p-value	0.000282	p-value	0.100000
#Lags Used	10.000000	Lags Used	16.000000
Number of Observations Used	45.000000	Critical Value (10%)	0.347000
Critical Value (1%)	-3.584829	Critical Value (5%)	0.463000
Critical Value (5%)	-2.928299	Critical Value (2.5%)	0.574000
Critical Value (10%)	-2.602344	Critical Value (1%)	0.739000
dtype: float64		dtype: float64	

Рисунок 3. 13 – Перевірка часового ряду на стаціонарність

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Здійснений тест Дікі-Фуллера після використання диференціювання вдруге дозволяє відхилити нульову гіпотезу, яка стверджує, що ряд нестационарний на рівні 0,05. Тест KPSS демонструє p-value більше визначеного рівня, а отже нульова гіпотеза про стаціонарність приймається. Застосування ряду різниць двічі допомогло зробити часовий ряд індексу фінансової стійкості стаціонарним.

Для вибору основних компонент використаємо графік автокореляції і часткової автокореляції, що предсталено на рис. 3.14 та 3.15 відповідно.

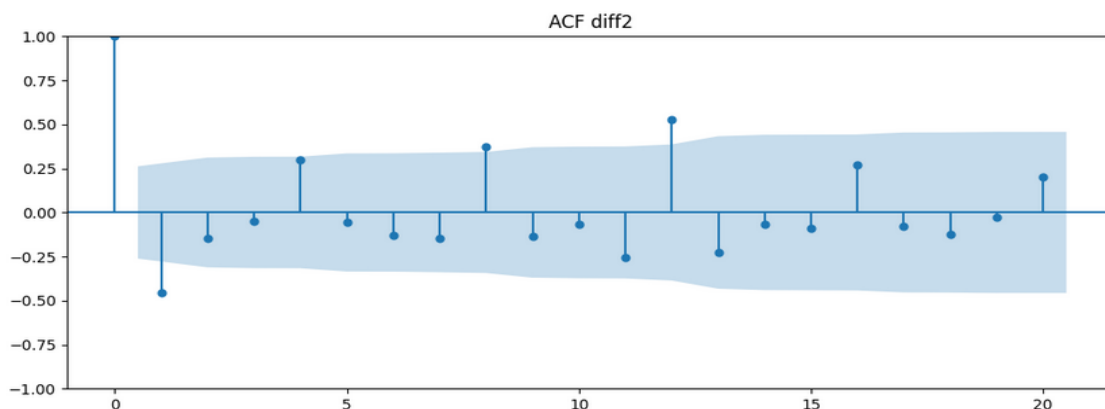


Рисунок 3. 14 – Графік автокореляції

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Графік автокореляції (ACF) не демонструє чітко вираженої форми, але має відхилення на лагу 1. Тож для вибору компоненти q варто обрати 0 або 1.

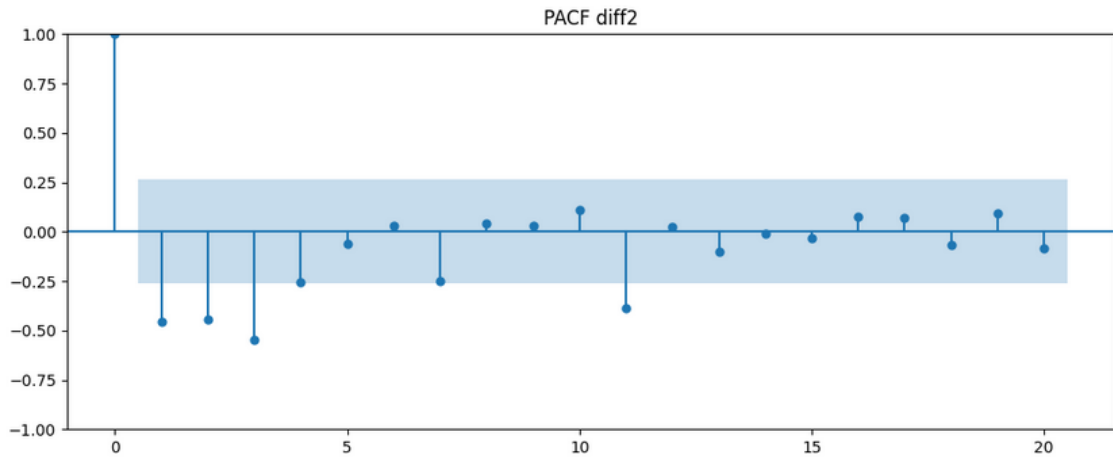


Рисунок 3. 15 – Графік часткової автокореляції

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Графік часткової автокореляції вказує, що значущими лагами є 1-3, наступні кореляції зменшуються і коливаються в межах довірчого інтервалу. Компонента p має бути в межах визначених лагів, найбільш ймовірно обрати 1 або 2.

Отже найбільшу адекватність серед несезонних моделей за підходом Бокса-Дженкінса показали ARIMA(1,2,0), ARIMA(2,2,0), ARIMA(1,2,1).

За допомогою `auto_arima` в бібліотеці `pmdarima` визначено оптимальний варіант моделі із сезонними компонентами. Цей підхід обирає модель з мінімальним значення Акаїке. Найкращою сезонною моделлю визначено модель з такими компонентами ARIMA(2,2,0)(1,0,2) [40].

Здійснено побудову і навчання для кожної з визначених моделей і розраховано метрики якості. Результати оцінки наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3. 3 – Оцінка якості побудованих моделей

Model	AIC	BIC	RMSE	MAE	MAPE	R2	DW	LB_stat	LB_p
ARIMA(1,2,0)	-56,6	-52,6	0,147	0,11	47,11	-1,34	2,42	47,26	0,0000008
ARIMA(2,2,0)	-64,7	-58,8	0,132	0,10	42,08	-0,91	2,44	39,49	0,000021
ARIMA(1,2,1)	-85,9	-79,9	0,114	0,09	35,53	-0,41	2,23	26,35	0,033
ARIMA(2,2,0)(1,0,2)[4]	-84,6	-73,5	0,099	0,07	31,60	-0,08	2,17	9,58	0,478

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Найкращий баланс між точністю і складністю, а отже і найнижчі значення за критеріями AIC та BIC дотримано для моделі ARIMA(1,2,1), хоча сезонна модель SARIMA(2,2,0)(1,0,2) [41] також демонструє гарний результат. Також

модель зі значущою сезонною компонентою демонструє найменшу похибку ($MAPE=31,6\%$), але для прогнозування ця похибка є високою. Залишки цієї моделі некорельовані, тож вони є білим шумом. Для усіх моделей відсутня автокореляція за статистикою Дарбіна-Уотсона. Незважаючи на від'ємні значення R^2 , які є звичними для такого типу моделей, за більшістю ключових метрик $SARIMA(2,2,0)(1,0,2)$ [4] показує найкращі результати. Це свідчить про статистичну адекватність моделі, але не дозволяє використовувати її для прогнозування.

Але спробуємо здійснити прогнозування розділивши вибірку на тренувальну і тестову. Тестовим є період 8 кварталів. Розраховані метрики якості підтверджують необхідність змін часового ряду і невідповідність його критеріям прогнозування. Середня абсолютна відсоткова похибка ($MAPE=53,78\%$) є дуже високою і робить прогноз не значущим.

Прогнозування за моделлю $SARIMA(2,2,0)(1,0,2)$ зображено на рис. 3.16.



Рисунок 3. 16 – Прогноз $SARIMA(2,2,0)(1,0,2)$ [4]

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Графік демонструє майже вдале відтворення фактичної динаміки розрахованими прогнозними значеннями. Широкі інтервали невизначеності вказують на потребу у покращенні якості моделі, адже прогнозна сила є обмеженою.

Доцільним буде включення додаткових змінних у модель. А також для покращення результатів і зменшення дисперсії варто виконати логарифмування часового ряду, що може надавати більш адекватні значення метрик і якість для прогнозування.

Здійснивши логарифмічне перетворення необхідно знову перевірити ряд на стаціонарність і за потреби виконати диференціювання. Здійснено перевірку за тестами Дікі-Фуллера і KPSS, результати яких наведено на рис. 3.17.

Results of Dickey-Fuller Test:		Results of KPSS Test:	
Test Statistic	-2.188180	Test Statistic	0.168094
p-value	0.210563	p-value	0.100000
#Lags Used	11.000000	Lags Used	3.000000
Number of Observations Used	46.000000	Critical Value (10%)	0.347000
Critical Value (1%)	-3.581258	Critical Value (5%)	0.463000
Critical Value (5%)	-2.926785	Critical Value (2.5%)	0.574000
Critical Value (10%)	-2.601541	Critical Value (1%)	0.739000

Рисунок 3. 17 – Перевірка на стаціонарність логарифмованого ряду

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Розраховані значення p-value за тестом ADF приймають нульову гіпотезу, яка свідчить про нестаціонарність часового ряду. А за тестом KPSS приймають нульову гіпотезу про стаціонарність ряду. Тож варто виконати диференціювання ряду для досягнення стабільних оцінок за кожним із тестів.

Для досягнення стаціонарності логарифмованого часового ряду, як і для звичайного, диференціювання виконано двічі. Результати перевірки представлено на рис. 3.18.

Results of Dickey-Fuller Test:		Results of KPSS Test:	
Test Statistic	-4.312461	Test Statistic	0.255524
p-value	0.000423	p-value	0.100000
#Lags Used	10.000000	Lags Used	15.000000
Number of Observations Used	45.000000	Critical Value (10%)	0.347000
Critical Value (1%)	-3.584829	Critical Value (5%)	0.463000
Critical Value (5%)	-2.928299	Critical Value (2.5%)	0.574000
Critical Value (10%)	-2.602344	Critical Value (1%)	0.739000

Рисунок 3. 18 – Перевірка стаціонарності для log_FSI_4_diff2

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Розраховане р-значення за тестом Дікі-Фуллера становить 0,0004 менше визначеного рівня 0,05, а отже приймається альтернативна гіпотеза про стаціонарність логарифмованого часового ряду. За тестом KPSS р-значення 0,1, а отже приймається нульова гіпотеза про стаціонарність ряду. Тож обидва тести підтверджують стаціонарність логарифмованого часового ряду.

Побудований графік автокореляції для двічі диференційованого логарифмованого ряду представлено на рис. 3.19.

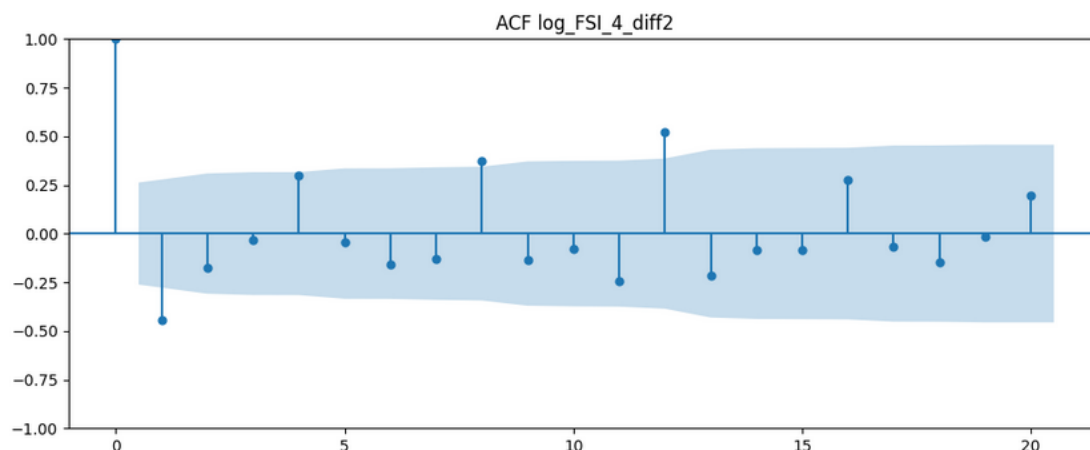


Рисунок 3. 19 – Графік автокореляції для log_FSI_4_diff2

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Графік ACF не демонструє чітко виражених сезонних піків. Значне негативне значення присутнє на лагу 1, тож вибір компоненти q зосереджується на ньому.

Динаміку часткової автокореляції, побудовану на основі log_FSI_4_diff2, зображено на рис. 3.20.

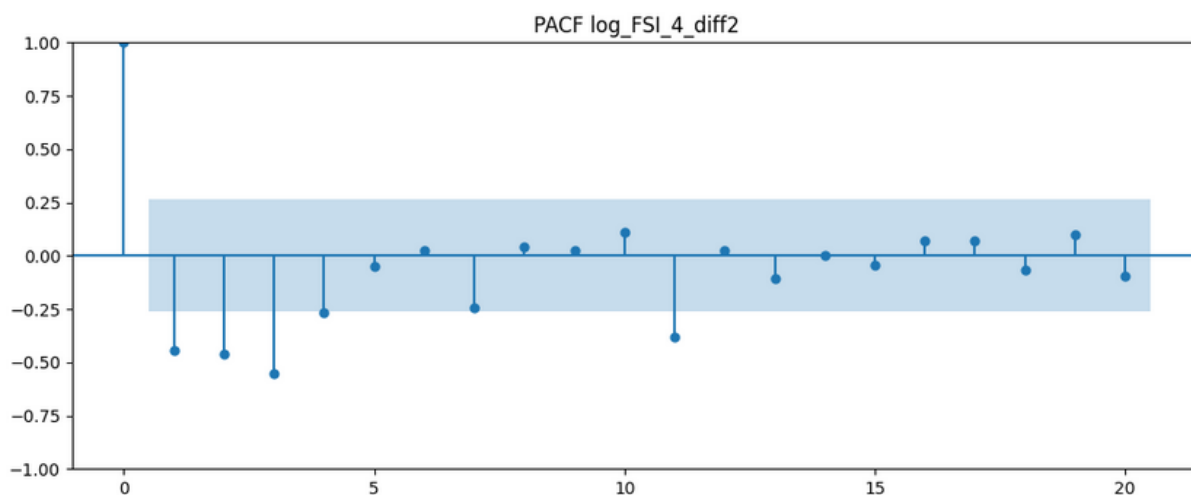


Рисунок 3. 20 – Графік часткової автокореляції для log_FSI_4_diff2

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Графік PACF визначає декілька значущих негативних лагів до лагу 5. Тож вибір компоненти p зосереджено на 4 або 5 лагові. Базуючись на попередніх розрахунках можна визначити дві моделі, рекомендовані за методикою Бокса-Дженкінса: ARIMA(4,2,1) і ARIMA(5,2,1).

Додатково здійснено підбір компонент для сезонної конфігурації за допомогою `auto_arima`. За найменшим значенням критерію AIC визначено таку найкращу варіацію для побудови моделі SARIMA(3,2,1)(0,0,2).

Використовуючи дані усього часового ряду як тренувальні, розраховано метрики якості для визначених вище моделей. Результати наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3. 4 – Оцінка якості побудованих моделей на `log_FSI_4`

<i>Model</i>	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>MAPE</i>	<i>R2</i>	<i>DW</i>	<i>LB_stat</i>	<i>LB_p</i>
ARIMA(5,2,1)	58,4	71,9	0,382	0,29	24,07	-0,03	1,89	3,067	0,98
ARIMA(4,2,1)	56,2	67,9	0,381	0,29	24,01	-0,02	1,87	3,079	0,98
ARIMA(3,2,1)(0,0,2)[4]	27,2	39,9	0,300	0,23	18,63	0,37	1,83	12,529	0,25

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Значення критерію Акаїке для сезонної моделі SARIMA(3,2,1)(0,0,2) вдвічі нижче, ніж для несезонних моделей, що вказує на значно кращу структуру опису процесу. Середня абсолютна відсоткова похибка моделі становить 18,63%, що є прийнятним рівнем для прогнозування фінансових даних. Важливо зазначити, що сезонна SARIMA пояснює 36,6% дисперсії, що значно краще за всі раніше побудовані моделі. За критерієм Дарбіна-Уотсона автокореляція відсутня для кожної конфігурації. За критерієм Льюнга-Бокса найбільш реалістичний рівень шуму демонструє SARIMA.

Здійснено поділ логарифмованого часового ряду на тренувальну і тестову частину у співвідношенні 50:8. Побудований графік прогнозу на базі найкращої моделі SARIMA(3,2,1)(0,0,2)[4] зображено на рис. 3.21.

Прогнозні значення значно нижчі за реальні. Модель погано вловлює шоки, які були протягом аналізованого періоду. Значення середньої абсолютної відсоткової похибки становить 45% на тестовому наборі, а отже модель потребує вдосконалення для більш адекватної оцінки прогнозу. Розраховане на тесті R^2 демонструє негативний результат -1,31, тож здійснений прогноз працює гірше, ніж прогноз на основі середнього значення без врахування усіх деталей.



Рисунок 3. 21 – Графік прогнозу для SARIMA(3,2,1)(0,0,2)

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Для покращення результатів прогнозування варто використати модель SARIMAX, яка включатиме додаткові змінні. Вибір змінних аналогічний до регресійного аналізу, а отже використовується обсяг страхових премій, короткострокові зобов'язання, резерви і власний капітал. З макроекономічних змінних варто додати ВВП, облікову ставку та інфляцію.

У цьому разі auto_arima демонструє обмежені результати за різного варіанту налаштувань. Тому підбір моделей відбувається за допомогою методу grid search, який перебирає максимально велику кількість моделей і визначає за критерієм Акаїке найкращі. Визначено 10 конфігурацій налаштування моделей.

Загальний перелік використаних моделей визначено у табл. 3.5.

Таблиця 3. 5 – Конфігурація моделей ARIMA за методом grid search

Модель	Тренд	Сезонність	AIC
SARIMA(1,0,0)(0,1,2)[4]	(1,0,0)	(0,1,2)[4]	28,056
SARIMA(1,0,0)(1,1,2)[4]	(1,0,0)	(1,1,2)[4]	29,043
SARIMA(1,0,0)(2,1,1)[4]	(1,0,0)	(2,1,2)[4]	29,306
SARIMA(2,0,0)(0,1,2)[4]	(2,0,0)	(0,1,2)[4]	29,729
SARIMA(1,0,1)(0,1,2)[4]	(1,0,1)	(0,1,2)[4]	30,403
ARIMA(3,1,3)	(3,1,3)	(0,0,0)[0]	42,197
ARIMA(2,1,3)	(2,1,3)	(0,0,0)[0]	44,827
ARIMA(3,1,2)	(3,1,2)	(0,0,0)[0]	46,853
ARIMA(3,0,3)	(3,0,3)	(0,0,0)[0]	47,132
ARIMA(3,1,0)	(3,1,0)	(0,0,0)[0]	48,576

Джерело: розроблено автором на основі [37-38; 46]

Усього зібрано по 5 автоматично відібраних моделей для несезонної та сезонної ARIMA. Для уникнення помилок при моделюванні і прогнозуванні всі, окрім облікової ставки, додаткові змінні логарифмуються. Здійснюється моделювання та навчання на тренувальній вибірці, і перевірка прогнозів на тестовій. Оцінювання результатів здійснюється за аналізом похибок моделі та коефіцієнта детермінації.

Використовуючи усі налаштування компонентів моделі та включення додаткових змінних розраховано необхідні метрики якості, такі як MAE, RMSE, MAPE, R^2 , які наведено у табл. 3.6.

Таблиця 3. 6 – Оцінка якості прогнозів

Модель	RMSE	MAE	MAPE	R^2
SARIMAX(1,0,0)(0,1,2)[4]	0,139	0,115	29,83	-0,123
SARIMAX(1,0,0)(1,1,2)[4]	0,127	0,096	25,58	0,075
SARIMAX(1,0,0)(2,1,1)[4]	0,126	0,095	24,69	0,084
SARIMAX(2,0,0)(0,1,2)[4]	0,146	0,115	30,57	-0,234
SARIMAX(1,0,1)(0,1,2)[4]	0,150	0,120	32,52	-0,304
ARIMAX(3,1,3)	0,100	0,078	20,50	0,422
ARIMAX(2,1,3)	0,086	0,066	17,63	0,573
ARIMAX(3,1,2)	0,085	0,076	20,58	0,583
ARIMAX(3,0,3)	0,098	0,073	18,55	0,446
ARIMAX(3,1,0)	0,076	0,061	17,63	0,669

Джерело: розроблено автором на основі [37-38; 46]

Додавання екзогенних змінних до моделей продемонструвало, що за критерієм Акаїке несезонна модель ARIMAX(3,1,0) показує найкращі результати прогнозування. Середня абсолютна відсоткова похибка становить 17,63%, що є прийнятним рівнем для прогнозування фінансових коефіцієнтів. Коефіцієнт детермінації пояснює 66,9% дисперсії моделі.

Додавання макроекономічних факторів у модель не є значущим при такому наборі змінних. Щодо загального аналізу якості моделі, то за критерієм Льюнга-Бокса залишки моделі не є автокорельованими, за тестом Jarque-Bera наближені до нормального розподілу. Гетероскедастичність у моделі не підтверджується. Тож ARIMAX(3,1,0) є вдалим вибором для прогнозування.

Для зменшення навантаження на модель проаналізуємо побудову без макроекономічних факторів, враховуються лише внутрішні фінансові фактори. Результати побудови моделі із фінансовими параметрами представлено на рис. 3.22.

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
PREMIUM	-0.3866	0.042	-9.139	0.000	-0.469	-0.304
S_LIABILITIES	-0.3779	0.065	-5.828	0.000	-0.505	-0.251
RESERVES	0.3098	0.039	7.915	0.000	0.233	0.387
EQUITY	0.5416	0.189	2.872	0.004	0.172	0.911
ar.L1	-0.2673	0.099	-2.691	0.007	-0.462	-0.073
ar.L2	-0.4691	0.105	-4.466	0.000	-0.675	-0.263
ar.L3	-0.5038	0.101	-4.997	0.000	-0.701	-0.306
sigma2	0.0148	0.003	4.842	0.000	0.009	0.021
=====						
Ljung-Box (L1) (Q):			0.54	Jarque-Bera (JB):		2.21
Prob(Q):			0.46	Prob(JB):		0.33
Heteroskedasticity (H):			2.61	Skew:		-0.02
Prob(H) (two-sided):			0.07	Kurtosis:		4.07
=====						

Рисунок 3. 22 – Оцінка найкращої моделі ARIMAX(3,1,0)

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Визначено, що усі фактори та налаштування включені в модель, є статистично значущими.

Зростання обсягу премій і короткострокових зобов'язань мають негативний вплив на показник фінансової стійкості. Обсяги резервів та власного капіталу зростаючи покращують рівень стійкості страхової компанії. Найбільший вплив має саме обсяг власного капіталу.

Більш детально інтерпретуємо кожен внесок факторів. Отримані коефіцієнти моделі ARIMAX(3,1,0) мають різний вплив на фінансову стійкість. Зростання обсягу страхових премій на 1% знижує FSI_4 на 0,39%. Надмірне збільшення загального обсягу валових премій є наслідком агресивної політики продажів, яка підвищує ризики та підриває фінансову стабільність. Підвищення короткострокових страхових зобов'язань на 1% зменшує рівень стійкості на 0,38%. Тож ймовірне зростання ризику неплатоспроможності може настати без адекватного резервування.

Зростання обсягів страхових резервів на 1% сприяє збільшенню фінансової стабільності на 0,31%. У цьому випадку резерви виконують функцію стабілізатора.

Нарощення власного капіталу на 1% збільшує індекс стійкості на 0,54%, тож капіталізація є головним компенсаторним механізмом.

Визначені автокореляційні лаги також є статистично значущими і мають сильний негативний вплив на FSI_4. А отже, фінансова стійкість страхової компанії є залежною від попередніх значень як короткострокових, так і довгострокових.

Здійснена перевірка залишків моделі на основі тесту Льюнга-Бокса свідчить про відсутність автокореляції і модель є адекватною. Тест Jarque-Bera вказує на нормальність розподілу. Гетероскедастичність наявна, але не є критичною для цієї моделі. Загалом залишки виглядають як білий шум.

Метрики якості на тестовому наборі вказують на гарну якість прогнозу: $RMSE = 0,069$; $MAE = 0,06$; $MAPE = 18,26\%$; $R^2 = 0,722$. Для фінансового часового ряду отримані результати демонструють хорошу якість. Модель ARIMAX(3,1,0) пояснює 72,2% варіації індексу фінансової стійкості у тестовому періоді. Низькі значення похибок моделі не дозволяє значних похибок у прогнозі. Середня абсолютна відсоткова похибка моделі на рівні 18,26% свідчить про адекватність моделі для прогнозування фінансової стійкості страхової компанії.

Побудований графік прогнозування на останні 8 кварталів за найкращою моделлю ARIMAX(3,1,0) зображено на рис. 3.23.

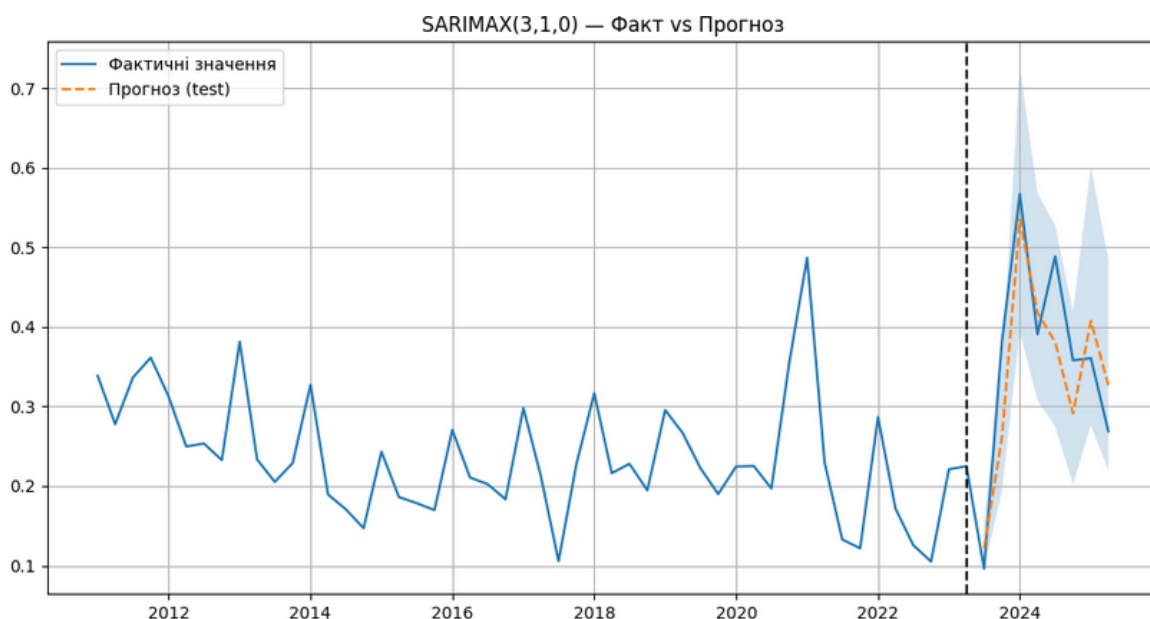


Рисунок 3. 23 – Прогноз за моделлю ARIMAX(3,1,0)

Джерело: розроблено автором на основі [37-38]

Моделювання ARIMAX(3,1,0), яке включає змінні обсягу страхових премій, короткострокових зобов'язань, резервів, власного капіталу, демонструє високу прогностичну точність. Саме за такого налаштування параметрів модель вдало відтворює динаміку показника фінансової стійкості у період з 2023 по 2025 роки. Важливо зазначити, що довірчі інтервали прогнозів є не надто широкими і вказують на наявність невизначеності у нестабільні періоди. Але враховуючи те, що прогнозні значення не виходять за ці межі демонструє стабільність оцінювання.

Тож, визначена модель ARIMAX(3,1,0) реалізує статистично значущі прогнози інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії. Вона може бути використана для підтримування належного рівня стабільності страховою компанією та прийняття управлінських рішень у сфері ризиків.

Результати моделювання та прогнозування інтегрального показника фінансової стійкості страховика є важливим інструментом підвищення ефективності ризик-менеджменту в умовах зростання ринкової волатильності та регуляторних вимог. Отримані у ході дослідження оцінки поточного стану стійкості та її прогнозних траєкторій забезпечують можливість завчасного виявлення загроз платоспроможності й своєчасної реалізації превентивних заходів. Визначення потенційних точок погіршення фінансових показників до їх фактичної матеріалізації дозволяє забезпечити безперервний моніторинг ризикових позицій і підвищити оперативність управлінських рішень.

Моделні оцінки сприяють встановленню допустимого рівня ризик-навантаження, узгодженого з величиною наявного капіталу та потенційною втратою від реалізації страхових і ринкових ризиків. Це створює підґрунтя для обґрунтованої адаптації андеррайтингової політики, коригування тарифів, удосконалення структури страхового портфеля з урахуванням його збитковості та диверсифікації. Використання прогнозних даних щодо фінансової стійкості дає змогу оптимізувати рішення стосовно підтримання достатності власного капіталу, передусім у частині реінвестування прибутку, коригування дивідендної політики або залучення додаткового фінансування для мінімізації ризику порушення нормативів платоспроможності.

Отримані результати також підвищують якість управління перестраховим захистом. Кількісне оцінювання впливу ризикових чинників на інтегральний показник дозволяє визначати доцільність перерозподілу ризиків, обирати оптимальні параметри перестрахових програм і запобігати надмірній концентрації зобов'язань у межах окремих сегментів портфеля. Крім того, прогнозування поведінки показника фінансової стійкості створює підґрунтя для проведення сценарного аналізу та стрес-тестування. Оцінка чутливості страхової компанії до шоків зовнішнього середовища — різких змін параметрів ринку капіталу, масових збиткових подій чи трансформації регуляторних вимог — забезпечує формування дієвих антикризових заходів і планів відновлення.

Отже, результати моделювання та прогнозування інтегрального показника фінансової стійкості є основою для прийняття як оперативних, так і стратегічних управлінських рішень, спрямованих на досягнення збалансованого співвідношення між прибутковістю й ризиком, підвищення довгострокової фінансової стійкості страховика та забезпечення безперервності його діяльності. Практичне використання запропонованого підходу дає змогу перейти від реактивного до проактивного ризик-менеджменту, що відповідає сучасним принципам регулювання платоспроможності та міжнародним стандартам управління ризиками у страхуванні.

ВИСНОВКИ

Згідно з сучасними науковими дослідженнями, забезпечення фінансової стабільності є складним завданням, що охоплює управління капіталом, ризиками, активами та грошовими потоками. Інноваційні технології, автоматизація процесів, аналітика в режимі реального часу та цифрова трансформація відіграють важливу роль, забезпечуючи високий рівень прозорості, операційної спроможності та ефективності в рамках бізнес-операцій страховиків.

Аналіз структури активів провідних страхових компаній України засвідчує розбіжності між стратегіями управління та моделями підтримання стійкості. Вони варіюються від моделей, орієнтованих на інвестиції, до моделей, орієнтованих на ліквідність. Це свідчить про те, що фінансова стабільність формується під сукупним впливом внутрішніх факторів, таких як якість активів, оптимізація інвестиційної політики, ефективність перестрахування та рівновага портфеля.

Регуляторне середовище залишається важливим зовнішнім фактором. Зокрема, законодавчі зміни, включаючи впровадження нового Закону України «Про страхування», змінили модель нагляду, наблизивши її до європейських стандартів. Перехід від формальних перевірок показників до систем управління ризиками, корпоративного управління та оцінки достатності капіталу з урахуванням профілів ризиків відповідають підходу Solvency II, підвищують стандарти прозорості та надійності для вітчизняних страховиків.

Основною перевагою інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії є те, що він поєднує різноманітні фінансові характеристики в одну узагальнюючу оцінку і дає змогу отримати комплексне уявлення про фінансову стійкість компанії без втрати важливих деталей. На підставі інтегрального показника можна порівнювати підприємства між собою, відстежувати змінювання у часі їхнього фінансового стану, а також оцінювати вплив окремих факторів на загальний рівень стійкості. Крім того, інтегральний підхід є основою для формування регуляторних стандартів, оскільки дає змогу

подавати складні багатовимірні дані одним індикатором, що виявляється зручним і корисним при ухваленні управлінських рішень.

В роботі запропоновано комплексну методику оцінювання фінансової стійкості страховика на підставі показників платоспроможності, ліквідності, операційної ефективності та адекватності резервів, яка враховує різноманітність показників діяльності, забезпечує їх коректне агрегування шляхом нормалізації та об'єктивного визначення вагових коефіцієнтів методом ентропії. Сформована узагальнена числова оцінка рівня стійкості страховика є надійним і репрезентативним інструментом для кількісної характеристики стабільності компанії. Вона дозволяє не лише класифікувати страховика за рівнем стійкості (висока, середня, низька), а також є цінним інструментом для прийняття управлінських рішень, планування стратегії управління ризиками та моніторингу фінансової стабільності в умовах змінного ринкового середовища.

Застосований у роботі сценарний аналіз для стрес-тестування інтегрального показника фінансової стійкості страховика передбачає моделювання несприятливих змін ключових факторів — падіння платоспроможності, ліквідності, зростання збитковості або скорочення резервів. Для кожного сценарію здійснюється перерахунок показника, що дозволяє оцінити чутливість системи до ризиків та визначити рівень стійкості в кризових умовах.

Інтегральний показник фінансової стійкості страхової компанії, розрахований на основі 4–5 фінансових змінних, не враховує впливу інших внутрішніх фінансових факторів, внесок яких запропоновано кількісно оцінити за допомогою економетричного моделювання. Застосування логарифмічних перетворень у комплексному аналізі впливу фінансових змінних на інтегральний показник фінансової стійкості виявилось виправданим та ефективним рішенням. Насамперед логарифмуванням усунуто проблему масштабованості даних, адже показники різних порядків величини зведено до порівнянного рівня без домінування одних змінних над іншими в регресійній моделі. З іншого боку, лінеаризація нелінійних взаємозв'язків між незалежними та залежними змінними підвищила коректність оцінювання коефіцієнтів та стабільність моделей. В

результаті застосування логарифмічних перетворень вдалося значно покращити якість регресійних моделей, підвищивши показники точності до $R^2 = 87,9\%$ і $MAPE = 8,59\%$, а також зменшити вплив гетероскедастичності завдяки використанню робастних стандартних помилок.

У результаті аналізу часової структури індексу застосовано диференціювання та побудовано моделі ARIMA/SARIMA. Найкращою стала ARIMAX(3,1,0), що враховує ключові внутрішні показники та демонструє стабільний прогноз ($R^2 = 72,2\%$). Це підтверджує можливість використання моделей часових рядів для виявлення ризикових тенденцій і попередження кризових ситуацій.

Побудовані моделі можуть бути вдалим інструментом для виявлення вразливих точок системи, попередження кризових моментів та адаптації до можливих шоків. Проте, для більш якісних і стабільних оцінок варто спробувати апробувати отримані моделі на декількох страхових компаніях. Розширення бази даних для дослідження може допомогти створити ще кращі моделі, які будуть вдало адаптовуватись до різноманітних страховиків.

Розроблений інтегральний показник фінансової стійкості доцільно застосовувати як універсальний індикатор для моніторингу динаміки, порівняння страховиків, прогнозування ризикових ситуацій. Поєднуючи цей показник з економетричними моделями, можна створити комплексну систему раннього попередження, яка враховує як внутрішні фінансові параметри, так і зовнішні макроекономічні впливи. У подальшому цей показник дозволить вдосконалити регуляторні механізми, оптимізувати управлінські рішення та сформувати адаптивні стратегії розвитку для страхових компаній, що працюють в умовах невизначеності та високого ризику.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення функцій із державного регулювання ринків фінансових послуг : Закон України від 12.09.2019 № 79-IX : станом на 1 січ. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/79-20#Text> (дата звернення: 15.11.2025).
2. Про страхування : Закон України від 18.11.2021 № 1909-IX : станом на 1 січ. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1909-20#Text> (дата звернення: 15.11.2025).
3. Дранус В., Дранус Л., Трушкіна Н. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ПЛАТОСПРОМОЖНІСТЮ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ В УКРАЇНІ. *Розвиток менеджменту і маркетингу в АПК*. №30. 2023. С. 151-156. URL: <https://doi.org/10.31734/economics2023.30.151> (дата звернення: 18.11.2025).
4. Про затвердження Положення про встановлення вимог щодо забезпечення платоспроможності та інвестиційної діяльності страховика : Постанова від 29.12.2023 №201 : станом на 4 січня 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/v0201500-23#Text> (дата звернення: 15.11.2025).
5. НБУ. (2024). Вимоги щодо забезпечення платоспроможності та інвестиційної діяльності страховика. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Vymogy_do_platospromozhnosti_23-05-2024.pdf (дата звернення: 15.11.2025).
6. Журнал Insurance TOP №3(103)2025 – підсумки страхового ринку України за 1 півріччя 2025 року. FORINSURER журнал про страхування, перестрахування та InsurTech. URL: https://forinsurer.com/insurancetop_103 (дата звернення: 18.11.2025).
7. Гаманкова О. О. Фінанси страхових організацій : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2007. 328 с.
8. Павловська О. В., Філімонова В. О., ФІНАНСОВА СТІЙКІСТЬ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ ТА КРИТЕРІЇ ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. Ефективна

економіка. 2015. №6. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4130> (дата звернення: 15.11.2025).

9. Журавка О. С., Темченко А. Р., Федорченко В. Г. ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ. Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2018. Вип. 22. С. 117-122. URL: http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/22_1_2018ua/26.pdf (дата звернення: 15.11.2025).

10. ЛЯШУК О. ФІНАНСОВА СТІЙКІСТЬ СТРАХОВИКА: ФОРМАЛІЗАЦІЯ КАТЕГОРІАЛЬНОГО АПАРАТУ //СТУДЕНТСЬКИЙ НАУКОВИЙ ВІСНИК. – 2023. – С. 25-29. URL: <https://www.unier.km.ua/wp-content/uploads/2024/02/studentskyj-naukovyj-visnyk-2023.pdf#page=25> (дата звернення: 15.11.2025).

11. Юхименко В.М., Сулима Д.А. Управління капіталом страхових компаній на основі ризик-орієнтованого підходу. Економіка та держава. 2020. № 6. С. 201-205. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/6_2020/37.pdf (дата звернення: 15.11.2025).

12. Масюк Ю. В., Грабчук О. М., Жовтяк С. В., Пасько А. Д. ФІНАНСОВА СТІЙКІСТЬ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ: СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД В УПРАВЛІННІ ГРОШОВИМИ ПОТОКАМИ І КАПІТАЛОМ. Гроші, фінанси і кредит. 2024. №2 (9). С. 119-124. URL: [https://doi.org/10.31319/2709-2879.2024iss2\(9\).319084pp119-124](https://doi.org/10.31319/2709-2879.2024iss2(9).319084pp119-124) (дата звернення: 15.11.2025).

13. Самарічева Т. А., Крушинська А. В. ВПЛИВ ПОДАТКОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ФІНАНСОВУ СТІЙКІСТЬ СТРАХОВИКА. Актуальні питання у сучасній науці. 2023. № 6(12). URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-6\(12\)-106-120](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-6(12)-106-120) (дата звернення: 18.11.2025).

14. Шолойко А. С., Абаєва А. Ю. ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ФІНАНСОВУ СТІЙКІСТЬ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ. URL: <https://confmanagement-proc.kpi.ua/article/view/272022> (дата звернення: 18.11.2025).

15. Малащук О. ОСНОВНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ФІНАНСОВУ СТІЙКІСТЬ КОМПАНІЙ СТРАХОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ. Сталий розвиток

економіки. 2025. № 4 (55). С. 286–291. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-39> (дата звернення: 18.11.2025).

16. Пахомов С. М., Єршова Н. Ю. SOLVENCY II ТА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ: ШЛЯХ ДО ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ. *Економічний вісник Донбасу*. 2025. № 1 (79). С. 19-22. URL: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2025-1\(79\)-19-22](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2025-1(79)-19-22) (дата звернення: 18.11.2025).

17. Морозова Л. С., Савченко Н. Г., Кукурудз О. М. ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РИЗИКАМИ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 79. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-85> (дата звернення: 18.11.2025).

18. Бровко Л., Савінова Ю. ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇЇ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ. *ІННОВАЦІЙНА ЕКОНОМІКА*. 2023. Вип. 4. С. 67–72. URL: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2023.4.10> (дата звернення: 18.11.2025).

19. Яковенко І. В., Обушний С. М., Сахар І. І. РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ФІНАНСОВОЇ УСТАНОВИ: ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ДЛЯ СТРАХОВОГО СЕКТОРУ. *European scientific journal of Economic and Financial innovation*. 2025. №4 (18). С. 13-21. URL: <http://doi.org/10.32750/2025-0402> (дата звернення: 18.11.2025).

20. Гандзюк В. О., Крушинська А. В. АНАЛІЗ ПЛАОСПРОМОЖНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ. *XV Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми та перспективи сучасної науки та освіти»*. Львів. 2025. С. 57-59 URL: <https://surl.lu/gfajcq> (дата звернення: 18.11.2025).

21. Філюта Д., Білера А., Пахненко О. Фінансовий менеджмент страхових компаній. *Економіка і регіон*. 2022. № 3(86). С. 86–92. URL: [https://doi.org/10.26906/eir.2022.3\(86\).2853](https://doi.org/10.26906/eir.2022.3(86).2853) (дата звернення: 20.11.2025).

22. Метеленко Н., Сіліна І., Жовнір-Василенко К. АДАПТАЦІЯ СТРАХОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ ДО ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ ТА

ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ. *Економіка та суспільство*. 2025. № 71. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-50> (дата звернення: 20.11.2025).

23. Про затвердження Положення про вимоги до системи управління страховика : Постанова Нац. банку України від 27.12.2023 № 194 : станом на 1 січ. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0194500-23#Text> (дата звернення: 20.11.2025).

24. Глазков А., Корнієць Ю. Ризик-орієнтований підхід до забезпечення фінансової безпеки страхових компаній. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2025. № 3 (43). С. 390-398. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-3\(43\)-390-398](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-3(43)-390-398) (дата звернення: 20.11.2025).

25. Solvency II review 2025 | Deloitte Luxembourg | Future of Advice. *Deloitte*. URL: <https://www.deloitte.com/lu/en/our-thinking/future-of-advice/solvency-ii-review-2025.html> (дата звернення: 20.11.2025).

26. Solvency II: The Three Pillars at a Glance | Allianz Global Investors. *Allianz*. URL: <https://ap.allianzgi.com/-/media/allianzgi/ap/ap/insurers-connect/pdfs/issue02/web-allianzgi-ap-solvency-ii-the-3-pillars.pdf> (дата звернення: 20.11.2025).

27. Тимошик Н. ВПРОВАДЖЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ У СТРАХОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ УКРАЇНИ. *International scientific journal «Internauka». Series: «Economic Sciences»*. 2021. No. 6(86). URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-6-10061> (дата звернення: 20.11.2025).

28. Про затвердження Рекомендацій щодо аналізу діяльності страховиків : Розпорядження Держкомфінпослуг від 17.03.2025 №3755. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v3755486-05#Text> (дата звернення: 20.11.2025).

29. Сич. О. А., Павлосюк Х. П. ОЦІНКА ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ. *Ефективна економіка*. 2018. № 11. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2018.11.99> (дата звернення: 26.11.2025).

30. Сосновська О. О., Мазур Н. П. МЕХАНІЗМ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВИКА ЗАСОБАМИ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕСОРА. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2017. №3. С. 388-397.

URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/20793/1/105-231-1-PB.pdf> (дата звернення: 26.11.2025).

31. Матвійчук В. І., Хамула А. В. Оцінка та забезпечення надійності міжнародних страхових організацій на фінансовому ринку України. *Економіка і організація управління*. 2020. № 4. С. 107–119. URL: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2020.4.11> (дата звернення: 16.11.2025).

32. Смоляк В. А. Особливості визначення фінансової стійкості страхових компаній в умовах реформування ринку фінансових послуг. *Бізнес-навігатор*. 2022. №3 (70). URL: <https://doi.org/10.32847/business-navigator.70-22> (дата звернення: 16.11.2025).

33. Єрохін С. А., Бігдаш В. Д. Інноваційні підходи до оцінки фінансової стійкості та надійності страхових компаній на основі ризик-орієнтованого аналізу. *АКАДЕМІЧНІ ВІЗІЇ*. 2024. № 32. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/2345/2216> (дата звернення: 16.11.2025).

34. Матвійчук А. В. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінаційного аналізу. *Вісник Національної академії наук України*. 2010. №9. С. 24-46. URL: <https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/visnyk/article/view/4513/3895> (дата звернення: 16.11.2025).

35. Білошицький О. В. Аналіз фінансової стабільності страхової компанії в умовах інформаційної невизначеності / Білошицький О. В. // *Моделювання та інформаційні системи в економіці: зб. наук. праць* / відп. ред. В.К. Галіцин. 2009. Вип. 79. с. 140-160. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/efc7da12-ebc1-4611-8ea4-d441d7b8f06b/content> (дата звернення: 16.11.2025).

36. Кисільова І. Ю., Величко А. В. ОЦІНКА ФІНАНСОВОЇ НАДІЙНОСТІ СТРАХОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ. *ЕКОНОМІКА ТА СУСПІЛЬСТВО*. 2021. Вип. 28. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-2> (дата звернення: 26.11.2025).

37. ПАТ «СК «УСГ»» - Фінансова звітність. usg.ua. URL: <https://www.usg.ua/about/financial-information/financial-statements/> (дата звернення: 10.11.2025).

38. ПАТ «СК «УСГ»» - Показники діяльності. usg.ua. URL: <https://www.usg.ua/about/financial-information/activity-indicators/> (дата звернення: 10.11.2025).

39. Chen, Li, Wang, Xiangyu, Wang, Yuanhui and Gao, Peichao. «Improved entropy weight methods and their comparisons in evaluating the high-quality development of Qinghai, China» *Open Geosciences*, 2023. vol. 15(1), pp. 20220570. URL: <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0570> (дата звернення: 10.11.2025).

40. Нормалізація і стандартизація вихідних значень. *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/4494749/page:2/> (дата звернення: 10.11.2025).

41. Котельникова Ю., Касьмін Д. МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ В ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ ЩОДО КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ. *Економіка та суспільство*. 2020. № 22. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2020-22-29> (дата звернення: 18.11.2025).

42. Алі Аль-Майяхі Аналітико-діагностичний підхід до оцінювання конкурентоспроможності авіаперевізників на світовому ринку. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. 15. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17112092> (дата звернення: 18.11.2025).

43. Zhu Y., Tian D., Yan F. Effectiveness of Entropy Weight Method in Decision-Making. *Mathematical Problems in Engineering*. 2020. Vol. 2020. P. 1–5. URL: <https://doi.org/10.1155/2020/3564835> (дата звернення: 18.11.2025).

44. Н. М. Внукова, В. А. Смоляк, С. А. Ачкасова Особливості стрес-тестування страхових компаній // *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. Київ, 2009. Вип. 113-114. С. 56-60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_Ekon_2009_113-114_18 (дата звернення: 12.11.2025).

45. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо загальних підходів до застосування страховиками стрес-тестів. Розпорядження Держкомфінпослуг від 05.12.2006 № 6496. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6496486-06#Text> (дата звернення: 12.11.2025).

46. Мінфін. Ставки, індекси, тарифи. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/> (дата звернення: 10.11.2025).

47. Перцев Ю. О., Коротка Л. І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ТА НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ LSTM. «Системні технології». 2025. № 1 (156). С. 65-77. URL: <https://doi.org/10.34185/1562-9945-1-156-2025-08> (дата звернення: 12.11.2025).

48. Фармага І., Гадамський В. СИСТЕМА ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ, ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПЕРЕДБАЧЕННЯ ПОДІЙ У ПОСЛІДОВНОСТЯХ ДАНИХ ДИСКРЕТНОГО ЧАСУ. *COMPUTER DESIGN SYSTEMS. THEORY AND PRACTICE*. 2021. Вип. 3 № 1. С.61-66. URL: <https://doi.org/10.23939/cds2021.01.061> (дата звернення: 15.11.2025).

49. Вечерковська А. С., Поперешняк С. В. ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН КУПІВЛІ КРИПТОВАЛЮТИ. *ВІСНИК ХНТУ*. 2023. № 4 (87). С. 223-229 URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2023.4.26> (дата звернення: 15.11.2025).

50. Холявка Є., Парфененко Ю. ПРОГНОЗУВАННЯ ПІКОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ. *КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ*. 2023. №3. С.12-22. URL: <https://doi.org/10.31891/csit-2023-3-2> (дата звернення: 21.11.2025).

51. Васьків О. М. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ МЕТОДОМ БОКСА-ДЖЕНКІНСА. URL: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/10/15_%D0%92%D0%B0%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B2_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F.pdf (дата звернення: 21.11.2025).

52. Stationarity and detrending (ADF/KPSS) - statsmodels 0.15.0 (+845). URL: https://www.statsmodels.org/dev/examples/notebooks/generated/stationarity_detrending_adf_kpss.html (дата звернення: 21.11.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

```

# Імпорт бібліотек
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
import matplotlib.pyplot as plt
from math import log
import matplotlib.dates as mdates
import statsmodels.api as sm
from matplotlib.ticker import FuncFormatter
from sklearn.cluster import KMeans
import seaborn as sns
from statsmodels.stats.outliers_influence import variance_inflation_factor
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error
import statsmodels.stats.api as sms
from statsmodels.stats.diagnostic import het_breuschpagan, het_white, het_goldfeldquandt
from sklearn.metrics import silhouette_score
from statsmodels.tsa.seasonal import seasonal_decompose
from pmdarima import auto_arima
from statsmodels.tools.eval_measures import rmse
from statsmodels.tsa.stattools import kpss
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf, plot_pacf
import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")
# Завантаження даних
df = pd.read_excel("financial_data.xlsx")
# Очищення та Підготовка Даних
# Заміна маркерів помилок '#ЗНАЧ!' на NaN
df = df.replace('#ЗНАЧ!', np.nan)
# Перетворюємо індекс Period на datetime для коректного відображення на осі x
df['Period'] = pd.PeriodIndex(df['Period'], freq='Q')
df['Period'] = df['Period'].apply(lambda x: x.start_time)
# Перетворення ключових показників на числовий тип
indicators = ['SOLVENCY', 'LIQUIDITY', 'CLAIMS_RATIO', 'RES_RATIO', 'ROA']
df[indicators] = df[indicators].astype(float)
# Нормалізація
scaler = MinMaxScaler()
df_norm = df.copy()
# Нормалізація прямих показників (чим вище, тим краще)
positive_indicators = ['SOLVENCY', 'LIQUIDITY', 'RES_RATIO', 'ROA']
df_norm[positive_indicators] = scaler.fit_transform(df[positive_indicators])
# Нормалізація ОБЕРНЕНИХ показників (чим нижче, тим краще)
# 1 - (нормалізоване пряме значення)
negative_indicators = ['CLAIMS_RATIO']
df_norm[negative_indicators] = 1 - scaler.fit_transform(df[negative_indicators])
# Вибірка показників для Підходу 1
indicators_1 = ['SOLVENCY', 'LIQUIDITY', 'CLAIMS_RATIO', 'RES_RATIO']
df_norm_1 = df_norm[indicators_1] # Використовуємо нормалізовані дані без ROA
# Розрахунок нормованої матриці p_ij
P = df_norm_1.div(df_norm_1.sum(axis=0), axis=1)
# Розрахунок ентропії E_j для кожного показника j
k = 1 / log(len(P)) # k - коефіцієнт нормалізації
E = -(k * (P * np.log(P)).sum(axis=0))

```

```

# Розрахунок ступеня дивергенції (d_j)
# d_j показує ступінь корисної інформації (1 - E_j)
D = 1 - E
# Визначення ваг (w_j)
# Нормування d_j, щоб сума ваг дорівнювала 1
weights_entropy = D / D.sum()
print("Ваги (Метод Ентропії, БЕЗ ROA):\n", weights_entropy)
# Розрахунок FSI_4
df_norm_1['FSI_4'] = (df_norm_1 * weights_entropy).sum(axis=1)
# Побудова FSI_5
# Вибірка показників
indicators_2 = ['SOLVENCY', 'LIQUIDITY', 'CLAIMS_RATIO', 'RES_RATIO', 'ROA']
# Фільтрація нормалізованих даних для періоду з ROA
df_norm_2 = df_norm[indicators_2].dropna() # Всі рядки, де ROA не NaN
# Метод Ентропії для 5 показників
# Нормована матриця p_ij
P_2 = df_norm_2.div(df_norm_2.sum(axis=0), axis=1)
k_2 = 1 / log(len(P_2))
# Ентропія
E_2 = -(k_2 * (P_2 * np.log(P_2)).sum(axis=0))
# Дивергенція
D_2 = 1 - E_2
# Фінальні ваги
weights_entropy_2 = D_2 / D_2.sum()
print("Ваги (Метод Ентропії, з ROA, Обмежений період):")
print(weights_entropy_2.to_string())
# Розрахунок Інтегрального Показника FSI_5
df_norm_2['FSI_5'] = (df_norm_2 * weights_entropy_2).sum(axis=1)
# Порівняння показників
df_compare = df_norm_1.copy()
df_compare['FSI_5'] = df_norm_2['FSI_5']
plt.style.use('seaborn-v0_8-whitegrid')
fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(12, 8))
# Лінія 1: IP БЕЗ ROA
color_no_roa = 'tab:blue'
ax1.plot(df_norm_1['Period'], df_norm_1['FSI_4'], color=color_no_roa,
        label='FSI_4', linewidth=2)
ax1.set_xlabel('Період (Квартал)', fontsize=14)
ax1.set_ylabel('Інтегральний Показник Стійкості', color=color_no_roa, fontsize=14)
ax1.tick_params(axis='y', labelcolor=color_no_roa)
# Лінія 2: IP з ROA
color_entropy_with_roa = 'tab:orange'
ax1.plot(df_compare['Period'], df_compare['FSI_5'], color=color_entropy_with_roa,
        label='FSI_5', linestyle='--', linewidth=2)
# Локатори для міток: кожні 3 місяці (квартал), але основні мітки - щороку
ax1.xaxis.set_major_locator(mdates.YearLocator())
ax1.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y Q1')) # Мітка тільки для першого кварталу року
# Додаткове форматування для кращого відображення
plt.xticks(rotation=45, ha='right')
# Заголовок та легенда
fig.suptitle('Динаміка інтегральних показників стійкості FSI_4 і FSI_5', fontsize=18)
fig.legend(loc="upper left", bbox_to_anchor=(0.05, 0.89), frameon=True, fontsize=12)
plt.grid(True, which='both', linestyle='--', linewidth=0.5)
plt.tight_layout(rect=[0, 0.03, 1, 0.95])
plt.show()
plt.style.use('seaborn-v0_8-whitegrid')
fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(12, 8))

```

```

# Межі зон
zones = {
    "Високий": (0.45, 0.7, 'green'),
    "Середній": (0.3, 0.45, 'yellow'),
    "Низький": (0.15, 0.3, 'orange'),
    "Критичний": (0.0, 0.15, 'red')}
ax1.set_ylim(0, 0.7)
# Фонові зони
for name, (low, high, color) in zones.items():
    ax1.axhspan(low, high, facecolor=color, alpha=0.1, label=None)
# Горизонтальні межі
ax1.axhline(0.45, color='grey', linestyle=':', linewidth=1)
ax1.axhline(0.30, color='grey', linestyle=':', linewidth=1)
ax1.axhline(0.15, color='red', linestyle='--', linewidth=1.2)
# Лінія 1: FSI_4
color_no_roa = 'tab:blue'
ax1.plot(df_norm_1['Period'], df_norm_1['FSI_4'], color=color_no_roa,
        label='FSI_4', linewidth=2, marker='o')
# Лінія 2: FSI_5
color_entropy_with_roa = 'tab:orange'
ax1.plot(df_compare['Period'], df_compare['FSI_5'], color=color_entropy_with_roa,
        label='FSI_5', linestyle='-.', linewidth=2, marker='o')
# Форматування осі X (роки та квартали)
ax1.xaxis.set_major_locator(mdates.YearLocator())
ax1.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y'))
plt.xticks(rotation=45, ha='right')
# Додавання міток Q1
dates = pd.to_datetime(df_norm_1['Period'])
years = sorted(set(dates.dt.year))
q1_positions = []
q1_labels = []
for y in years:
    mask = dates.dt.year == y
    idx = mask[mask].index[0]
    q1_positions.append(dates.index.get_loc(idx))
    q1_labels.append(f"Q1 {y}")
# Заміняємо xticks для першого кварталу
ax1.set_xticks([dates[i] for i in q1_positions])
ax1.set_xticklabels(q1_labels, rotation=45, ha='right')
# Вертикальні лінії на Q1
for i in q1_positions:
    ax1.axvline(x=dates[i], linestyle=':', color='grey', alpha=0.3)
# Підписи
ax1.set_xlabel('Період (Квартал)', fontsize=14)
ax1.set_ylabel('Інтегральний Показник Стійкості', fontsize=14)
# Заголовок та легенда
fig.suptitle('Динаміка інтегральних показників стійкості FSI_4 і FSI_5', fontsize=18)
fig.legend(
    loc="upper left",
    bbox_to_anchor=(0.9, 0.9),
    frameon=True,
    fontsize=12)
plt.tight_layout(rect=[0.05, 0.03, 1, 0.95])
plt.show()
# Кластеризація
# Вибираємо FSI_4 для кластеризації. Перетворюємо його на NumPy масив (N, 1)
X = df_norm_1[['FSI_4']].values

```

```

# Розрахунок суми квадратів відстаней (WCSS) для різної кількості кластерів (K)
wcss = []
K_range = range(1, 11) # Перевіряємо K від 1 до 10
for k in K_range:
    kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42, n_init=10)
    kmeans.fit(X)
    wcss.append(kmeans.inertia_)
# Оптимальна кількість кластерів K = 4
K_optimal = 4
# Застосування K-Means
kmeans_optimal = KMeans(n_clusters=K_optimal, random_state=42, n_init=10)
df_norm_1['Cluster'] = kmeans_optimal.fit_predict(X)
# Назви кластерів
cluster_means = df_norm_1.groupby('Cluster')['FSI_4'].mean().sort_values()
# Створюємо словник для перейменування
cluster_mapping = {
    cluster_means.index[0]: '1. Криза',
    cluster_means.index[1]: '2. Низька стійкість',
    cluster_means.index[2]: '3. Середня стійкість',
    cluster_means.index[3]: '4. Висока стійкість',}
df_norm_1['Stability_Class'] = df_norm_1['Cluster'].map(cluster_mapping)
print("Середні значення FSI_4 для кожного класу стійкості:")
print(df_norm_1.groupby('Stability_Class')['FSI_4'].describe()[['mean', 'min', 'max', 'count']])
print("\nПерші 5 записів з класами:")
print(df_norm_1[['Period', 'FSI_4', 'Stability_Class']].head())
# Визначення кольорів для класів
color_map = {
    '1. Криза': 'red',
    '2. Низька стійкість': 'orange',
    '3. Середня стійкість': 'lightgreen',
    '4. Висока стійкість': 'darkgreen',}
plt.figure(figsize=(12, 7))
# Побудова графіка як серії точок, забарвлених відповідно до класу
for name, group in df_norm_1.groupby('Stability_Class'):
    plt.scatter(group['Period'], group['FSI_4'], color=color_map[name],
                label=name, s=60, alpha=0.7)
plt.title('Динаміка Інтегрального Показника Стійкості FSI_4 за Класами', fontsize=16)
plt.xlabel('Період (Квартал)', fontsize=14)
plt.ylabel('Інтегральний Показник Стійкості (FSI_4)', fontsize=14)
plt.legend(title='Клас Стійкості', loc='lower left')
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.6)
plt.xticks(rotation=45, ha='right')
plt.tight_layout()
plt.show()
# Кореляційна матриця
# Виключаємо показники, що вже входять до FSI_4
indicators_extended_potential = [
    'FSI_4', 'PREMIUM', 'CLAIMS', 'EQUITY', 'STAT_CAP', 'LIABILITIES', 'ASSETS',
    'C_ASSETS', 'S_LIABILITIES', 'RESERVES', 'PROFIT', 'G_PREM',
    'ROE', 'GDP', 'INF', 'RATE']
# Перевірка наявності стовпців у датасеті
available_indicators = [col for col in indicators_extended_potential if col in df.columns]
# Розрахунок кореляційної матриці
correlation_matrix = df[available_indicators].dropna().corr()
# Візуалізація (Heatmap)
plt.figure(figsize=(12, 10))
sns.heatmap(correlation_matrix, annot=True, cmap='coolwarm', fmt=".2f",

```

```

        linewidths=.5, linecolor='black', annot_kws={"size": 8})
plt.title('Кореляційна матриця потенційних незалежних змінних (Модель 2)')
plt.xticks(rotation=45, ha='right')
plt.yticks(rotation=0)
plt.tight_layout()
plt.show()
# Лог-логарифмічна модель
# додаємо FSI_4 до основного датасету
df['FSI_4'] = df_norm_1['FSI_4']
df_log = df[['FSI_4', 'PREMIUM', 'CLAIMS', 'S_LIABILITIES', 'RESERVES', 'EQUITY', 'GDP', 'RATE',
'INF']].dropna()
df_log = np.log(df_log + 0.01)
# Модель 1
# Залежна змінна
Y1 = df_log['FSI_4']
# Незалежні змінні
X1 = df_log[['PREMIUM', 'CLAIMS', 'S_LIABILITIES', 'RESERVES', 'EQUITY', 'GDP', 'RATE', 'INF']]
# Додаємо константу
X1 = sm.add_constant(X1)
# Побудова моделі
model1 = sm.OLS(Y1, X1).fit()
# Виведення результатів
print(model1.summary())
# Залишки та регресори
residuals = model1.resid
exog = model1.model.exog
# Breusch–Pagan Test
bp_test = het_breuschpagan(residuals, exog)
bp_labels = ['LM Stat', 'LM p-value', 'F-Stat', 'F p-value']
print("\nBreusch-Pagan Test")
print(dict(zip(bp_labels, bp_test)))
# White Test
white_test = het_white(residuals, exog)
white_labels = ['LM Stat', 'LM p-value', 'F-Stat', 'F p-value']
print("\nWhite Test")
print(dict(zip(white_labels, white_test)))
# Goldfeld–Quandt Test
gq_test = het_goldfeldquandt(residuals, exog)
gq_labels = ['F-statistic', 'p-value', 'alternative hypothesis']
print("\nGoldfeld–Quandt Test")
print(dict(zip(gq_labels, gq_test)))
# Графік залишків
plt.scatter(model1.fittedvalues, residuals)
plt.axhline(0, color='red')
plt.xlabel("Fitted values")
plt.ylabel("Residuals")
plt.title("Residuals vs Fitted Values")
plt.show()
# Робастні стандартні помилки (HC3)
model1_robust = model1.get_robustcov_results(cov_type='HC3')
# Виводимо summary
print(model1_robust.summary())
summary_text = model1.summary().as_text()
# Видаляємо рядки, що містять Date: та Time:
clean_summary = "\n".join(
    line for line in summary_text.split("\n")
    if not line.strip().startswith("Date:") and not line.strip().startswith("Time:"))

```

```

print(clean_summary)
# Прогнози
y_pred_log1 = model1.predict(X1)
# Модель будувалась на логарифмах, тож повертаємо у вихідний масштаб
y_true1 = np.exp(Y1)
y_pred1 = np.exp(y_pred_log1)
# Метрики похибки
mae1 = mean_absolute_error(y_true1, y_pred1)
rmse1 = np.sqrt(mean_squared_error(y_true1, y_pred1))
mape1 = np.mean(np.abs((y_true1 - y_pred1) / y_true1)) * 100
print(f"\nMAE: {mae1:.4f}")
print(f"RMSE: {rmse1:.4f}")
print(f"MAPE: {mape1:.2f}%")
# Модель 2
# Додаємо лаги (1 крок назад)
df_lag = df_log.copy()
df_lag['FSI_4_lag1'] = df_lag['FSI_4'].shift(1)
df_lag['PREMIUM_lag1'] = df_lag['PREMIUM'].shift(1)
df_lag['S_LIABILITIES_lag1'] = df_lag['S_LIABILITIES'].shift(1)
df_lag['RESERVES_lag1'] = df_lag['RESERVES'].shift(1)
df_lag['EQUITY_lag1'] = df_lag['EQUITY'].shift(1)
# Видаляємо перші рядки з NaN після лагування
df_lag = df_lag.dropna().copy()
# Залежна змінна
Y2 = df_lag['FSI_4']
# Незалежні змінні (оригінальні + лагові)
X2 = df_lag[
    [
        'PREMIUM', 'S_LIABILITIES', 'RESERVES', 'EQUITY',
        'PREMIUM_lag1', 'S_LIABILITIES_lag1',
        'RESERVES_lag1', 'EQUITY_lag1',
        'FSI_4_lag1' # лаг залежної
    ]
]
# Додаємо константу
X2 = sm.add_constant(X2)
# Модель OLS
model2 = sm.OLS(Y2, X2).fit()
# Результати
print(model2.summary())
# Стандартне summary
summary_text2 = model2.summary().as_text()
# Чистимо від Date і Time
clean_summary2 = "\n".join(
    line for line in summary_text2.split("\n")
    if not line.strip().startswith("Date:")
    and not line.strip().startswith("Time:"))
print("OLS (Звичайні стандартні похибки)")
print(clean_summary2)
# Видаляємо рядки, що містять Date: та Time:
clean_summary2rob = "\n".join(
    line for line in summary_text2.split("\n")
    if not line.strip().startswith("Date:") and not line.strip().startswith("Time:"))
print(clean_summary2rob)
# Робастні стандартні помилки (HC3)
model2_robust = model2.get_robustcov_results(cov_type='HC3')
# Виводимо summary

```

```

print(model2_robust.summary())
# Робастні стандартні похибки (HC3)
model2_robust = model2.get_robustcov_results(cov_type='HC3')
summary_text2rob = model2_robust.summary().as_text()
# Прибираємо Date/Time у робастному summary
clean_summary2rob = "\n".join(
    line for line in summary_text2rob.split("\n")
    if not line.strip().startswith("Date:")
    and not line.strip().startswith("Time:"))
print("\nOLS (HC3 робастні стандартні похибки)")
print(clean_summary2rob)
# Копіюємо датасет
df_lag = df_log.copy()
# Залежна змінна
Y3 = df_lag['FSI_4']
# Незалежні змінні
X3 = df_lag[['PREMIUM', 'S_LIABILITIES', 'RESERVES', 'EQUITY']]
# Додаємо константу
X3 = sm.add_constant(X3)
# Модель OLS
model3 = sm.OLS(Y3, X3).fit()
# Робастні стандартні помилки (HC3)
model3_robust = model3.get_robustcov_results(cov_type='HC3')
# Видаляємо дату і час
summary_text = model3_robust.summary().as_text()
clean_summary = "\n".join(
    line for line in summary_text.split("\n")
    if not line.strip().startswith("Date:") and not line.strip().startswith("Time:"))
print(clean_summary)
# Підготовка даних
df_lag = df_log[['FSI_4', 'PREMIUM', 'S_LIABILITIES', 'RESERVES', 'EQUITY']].copy()
# Додаємо лаги (1 крок назад)
df_lag['FSI_4_lag1'] = df_lag['FSI_4'].shift(1)
df_lag['PREMIUM_lag1'] = df_lag['PREMIUM'].shift(1)
# Видаляємо перші рядки з NaN після лагування
df_lag = df_lag.dropna().copy()
# Залежна змінна
Y3 = df_lag['FSI_4']
# Незалежні змінні
X3 = df_lag[['PREMIUM', 'S_LIABILITIES', 'RESERVES', 'EQUITY']]
X3 = sm.add_constant(X3)
# Модель OLS
model3 = sm.OLS(Y3, X3).fit()
# Робастні стандартні помилки (HC3)
model3_robust = model3.get_robustcov_results(cov_type='HC3')
# Вивід summary без дати і часу
summary_text = model3_robust.summary().as_text()
clean_summary = "\n".join(
    line for line in summary_text.split("\n")
    if not line.strip().startswith("Date:") and not line.strip().startswith("Time:"))
print(clean_summary)
# Прогнози
y_pred3 = model3.predict(X3)
# Метрики похибки
mae3 = mean_absolute_error(Y3, y_pred3)
rmse3 = np.sqrt(mean_squared_error(Y3, y_pred3))
mape3 = np.mean(np.abs((Y3 - y_pred3) / Y3)) * 100

```

```

print(f"\nMAE: {mae3:.4f}")
print(f"RMSE: {rmse3:.4f}")
print(f"MAPE: {mape3:.2f}%")
# Додавання прогнозів у DataFrame
df['FSI_4_pred'] = y_pred2
# Побудова графіка
plt.figure(figsize=(12, 7))
plt.plot(df['Period'], df['FSI_4'], label='Фактичне FSI_4', color='green', marker='o')
plt.plot(df['Period'], df['FSI_4_pred'], label='Модельне FSI_4', color='orange', linestyle='--', marker='*')
plt.title('Порівняння фактичних та модельних значень FSI_4', fontsize=16)
plt.xlabel('Період', fontsize=14)
plt.ylabel('Інтегральний показник фінансової стійкості (FSI_4)', fontsize=14)
plt.legend()
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
plt.tight_layout()
plt.show()
# Кластеризація до стрес-тестування
# Визначення кількості кластерів
inertia = []
sil_scores = []
K_range = range(2, 8)
for k in K_range:
    model = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
    labels = model.fit_predict(X)
    inertia.append(model.inertia_)
    sil_scores.append(silhouette_score(X, labels))
plt.figure(figsize=(8,4))
plt.plot(K_range, inertia, marker='o')
plt.title("Метод ліктя")
plt.xlabel("k")
plt.ylabel("Inertia")
plt.grid(True)
plt.show()
plt.figure(figsize=(8,4))
plt.plot(K_range, sil_scores, marker='o')
plt.title("Silhouette score")
plt.xlabel("k")
plt.ylabel("Score")
plt.grid(True)
plt.show()
# Оптимальна кількість кластерів
k = 4 # визначено з графіків
kmeans = KMeans(n_clusters=k, random_state=42)
df_norm["Cluster"] = kmeans.fit_predict(X)
# Центри кластерів
centers_df = pd.DataFrame(kmeans.cluster_centers_, columns=features)
centers_df.index = [f"Cluster_{i}" for i in range(k)]
print("\nЦентри кластерів (нормалізовані):")
print(centers_df)
# Розрахунок FSI
weights = np.array([0.190379, 0.376662, 0.051736, 0.381223])
df_norm["FSI"] = df_norm[features].dot(weights)
centers_df["FSI_center"] = centers_df[features].dot(weights)
print("\nFSI центрів кластерів:")
print(centers_df[["FSI_center"]])
# Додавання текстових назв кластерів
cluster_names = {

```

```

0: "Дуже низька стійкість",
1: "Низька стійкість",
2: "Середня стійкість",
3: "Висока стійкість"}
df_norm["Cluster_name"] = df_norm["Cluster"].map(cluster_names)
print("\nНазви кластерів для кожного запису:")
print(df_norm[["Cluster", "Cluster_name", "FSI"]].head())
# Сценарії стрес-тестування
stress_scenarios = {
    "М'ЯКИЙ": {
        "SOLVENCY": -0.03,
        "LIQUIDITY": -0.05,
        "CLAIMS_RATIO": 0.05,
        "RES_RATIO": -0.03
    },
    "СЕРЕДНІЙ": {
        "SOLVENCY": -0.07,
        "LIQUIDITY": -0.10,
        "CLAIMS_RATIO": 0.10,
        "RES_RATIO": -0.07
    },
    "ЖОРСТКИЙ": {
        "SOLVENCY": -0.12,
        "LIQUIDITY": -0.20,
        "CLAIMS_RATIO": 0.15,
        "RES_RATIO": -0.12
    }
}
# Застосування всіх стрес-сценаріїв
all_results = {}
for scenario_name, stress in stress_scenarios.items():
    centers_stressed = centers_df.copy()
    for col, delta in stress.items():
        centers_stressed[col] = (centers_stressed[col] + delta).clip(0, 1)
    centers_stressed["FSI_stressed"] = centers_stressed[features].dot(weights)
    centers_stressed["New_cluster"] = kmeans.predict(centers_stressed[features])
    centers_stressed["New_cluster_name"] = centers_stressed["New_cluster"].map(cluster_names)
    all_results[scenario_name] = centers_stressed
    print(f"\nСТРУКТУРА КЛАСТЕРІВ ПІД СЦЕНАРИЄМ: {scenario_name}")
    print(centers_stressed[["FSI_center", "FSI_stressed", "New_cluster", "New_cluster_name"]])
# Графіки зміни динаміки FSI_4 після стрес-тестування
# Межі зон
zones = {
    "Високий": (0.45, 0.7, 'green'),
    "Середній": (0.3, 0.45, 'yellow'),
    "Низький": (0.15, 0.3, 'orange'),
    "Критичний": (0.0, 0.15, 'red')}
def plot_stress_scenario(df, baseline_col, stress_col, scenario_name):
    dates = pd.to_datetime(df["Period"])
    baseline = df[baseline_col]
    stress = df[stress_col]
    fig, ax = plt.subplots(figsize=(12,8))
    # Фонові зони
    for name, (low, high, color) in zones.items():
        ax.axhspan(low, high, facecolor=color, alpha=0.1, label=None)
    # Горизонтальні межі
    ax.axhline(0.45, color='grey', linestyle=':', linewidth=1)

```

```

ax.axhline(0.30, color='grey', linestyle=':', linewidth=1)
ax.axhline(0.15, color='red', linestyle='--', linewidth=1.2)
# Лінії FSI
ax.plot(dates, baseline, marker="o", linewidth=2, label=baseline_col)
ax.plot(dates, stress, marker="x", linestyle="--", linewidth=2, label=f"{stress_col} ({scenario_name})")
# Форматування осі X (роки та квартали)
years = sorted(set(dates.dt.year))
q1_positions = []
q1_labels = []
for y in years:
    mask = dates.dt.year == y
    idx = mask[mask].index[0]
    q1_positions.append(dates.index.get_loc(idx))
    q1_labels.append(f"Q1 {y}")
ax.set_xticks([dates[i] for i in q1_positions])
ax.set_xticklabels(q1_labels, rotation=45, ha='right')
# Вертикальні лінії на Q1
for i in q1_positions:
    ax.axvline(x=dates[i], linestyle=':', color='grey', alpha=0.3)
# Підписи
ax.set_xlabel('Період (Квартал)', fontsize=14)
ax.set_ylabel('Інтегральний Показник Стійкості', fontsize=14)
ax.set_ylim(0, 0.7)
# Заголовок та легенда
fig.suptitle(f'Динаміка інтегральних показників стійкості {baseline_col} і {stress_col}', fontsize=18)
fig.legend(
    loc="upper left",
    bbox_to_anchor=(0.77, 0.87),
    frameon=True,
    fontsize=12)
ax.grid(True, linestyle="--", alpha=0.35)
plt.tight_layout(rect=[0.05, 0.03, 1, 0.95])
plt.show()
# 3 графіки
plot_stress_scenario(df_norm, "FSI_base", "FSI_soft", "М'який шок")
plot_stress_scenario(df_norm, "FSI_base", "FSI_mid", "Середній шок")
plot_stress_scenario(df_norm, "FSI_base", "FSI_hard", "Жорсткий шок")
# Радарні діаграми
def plot_radar_row(centers_df, centers_stressed, features, scenario_name):
    clusters = centers_df.index.tolist()
    N = len(features)
    angles = np.linspace(0, 2 * np.pi, N, endpoint=False).tolist()
    angles += angles[:1] # замкнути коло
    fig, axes = plt.subplots(1, len(clusters), subplot_kw=dict(polar=True), figsize=(30,7))
    for i, cluster_id in enumerate(clusters):
        ax = axes[i]
        values_before = centers_df.loc[cluster_id, features].tolist()
        values_after = centers_stressed.loc[cluster_id, features].tolist()
        values_before += values_before[:1]
        values_after += values_after[:1]
        ax.plot(angles, values_before, marker='o', label='До стресу')
        ax.plot(angles, values_after, marker='o', linestyle='--', label='Після стресу')
        ax.set_xticks(angles[:-1])
        ax.set_xticklabels(features)
        ax.set_title(cluster_id)
        ax.grid(True)
    if i == 0:

```

```

    ax.legend(loc='upper right', bbox_to_anchor=(1.5, 1.1))
plt.suptitle(f"Зміни кластерів під сценарієм: {scenario_name}", fontsize=16)
plt.tight_layout()
plt.show()
for scenario in ["М'ЯКИЙ", "СЕРЕДНІЙ", "ЖОРСТКИЙ"]:
    plot_radar_row(centers_df, all_results[scenario], features, scenario)
# ARIMA / SARIMA / SARIMAX
# Імпортуємо датасет
df = pd.read_excel('clear_data.xlsx')
# Переконаємося що Period — datetime
df['Period'] = pd.to_datetime(df['Period'])
# Робимо Period індексом
df = df.set_index('Period')
# Декомпозиція
result = seasonal_decompose(df['FSI_4'], model='multiplicative')
result.plot()
plt.show()
# Тест Дікі-Фуллера
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
def adf_test(timeseries):
    print("Results of Dickey-Fuller Test:")
    dftest = adfuller(timeseries, autolag="AIC")
    dfoutput = pd.Series(
        dftest[0:4],
        index=[
            "Test Statistic",
            "p-value",
            "#Lags Used",
            "Number of Observations Used",
        ],
    )
    for key, value in dftest[4].items():
        dfoutput["Critical Value (%s)" % key] = value
    print(dfoutput)
# Тест KPSS
def kpss_test(timeseries):
    print("Results of KPSS Test:")
    kpsstest = kpss(timeseries, regression="c", nlags="auto")
    kpss_output = pd.Series(
        kpsstest[0:3], index=["Test Statistic", "p-value", "Lags Used"]
    )
    for key, value in kpsstest[3].items():
        kpss_output["Critical Value (%s)" % key] = value
    print(kpss_output)
adf_test(df["FSI_4"])
kpss_test(df["FSI_4"])
# Диференціювання
df["FSI_4_diff"] = df["FSI_4"].diff()
df["FSI_4_diff"].dropna().plot(figsize=(12, 8))
adf_test(df["FSI_4_diff"].dropna())
kpss_test(df["FSI_4_diff"].dropna())
df["FSI_4_diff2"] = df["FSI_4_diff"].diff()
df["FSI_4_diff2"].dropna().plot(figsize=(12, 8))
adf_test(df["FSI_4_diff2"].dropna())
kpss_test(df["FSI_4_diff2"].dropna())
# Побудова ACF/PACF для diff2
fig, ax = plt.subplots(2, 1, figsize=(12, 10))
plot_acf(df["FSI_4_diff2"].dropna(), ax=ax[0], lags=20)
plot_pacf(df["FSI_4_diff2"].dropna(), ax=ax[1], lags=20, method='ywmm')

```

```

ax[0].set_title("ACF diff2")
ax[1].set_title("PACF diff2")
plt.show()
y = df["FSI_4"].astype(float)
# AUTO_ARIMA
auto = auto_arma(
    y,
    d=2,          # визначено ADF/KPSS
    D=0,
    seasonal=True,
    m=4,          # квартали
    max_p=4,
    max_q=4,
    max_P=2,
    max_Q=2,
    trace=True,
    stepwise=True,
    suppress_warnings=True,
    information_criterion='aic')
print("Best non-seasonal order (p,d,q):", auto.order)
print("Best seasonal order (P,D,Q,m):", auto.seasonal_order)
# Несезонна модель
y = np.log(y)
# Auto ARIMA (без сезонності)
model = auto_arma(
    y,
    start_p=0, max_p=5,
    start_q=0, max_q=5,
    d=None,      # авто-оцінка диференціювання
    seasonal=False, # БЕЗ сезонності
    stepwise=True, # швидкий алгоритм перебору
    approximation=False,
    trace=True,
    information_criterion="aic")
print("\n Найкраща ARIMA модель ")
print(model.summary())
best_order = model.order
print("\nBest order:", best_order)
# Фінальна модель у statsmodels
final_model = sm.tsa.statespace.SARIMAX(
    y,
    order=best_order,
    enforce_stationarity=False,
    enforce_invertibility=False)
res = final_model.fit(dispatch=False)
print("\nФінальна модель SARIMAX ")
print(res.summary())
# Вибір найкращої моделі
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf, plot_pacf
from statsmodels.graphics.gofplots import qqplot
from statsmodels.tsa.statespace.sarimax import SARIMAX
# Дані
df = pd.read_excel("clear_data.xlsx")
# Головна змінна (логарифмічна шкала)
y = np.log(df["FSI_4"].astype(float))
# Додаємо екзогенні змінні (страхові + макро)
exog = pd.DataFrame({

```

```

"PREMIUM": np.log(df["PREMIUM"]),
"S_LIABILITIES": np.log(df["S_LIABILITIES"]),
"RESERVES": np.log(df["RESERVES"]),
"EQUITY": np.log(df["EQUITY"]),
"GDP": np.log(df["GDP"]),
"INF": np.log(df["INF"]),
"RATE": df["RATE"].astype(float) # HE лог})
# Train / Test split
n_test = 8
y_train = y.iloc[:n_test]
y_test = y.iloc[n_test:]
exog_train = exog.iloc[:n_test]
exog_test = exog.iloc[n_test:]
# Для відображення фактичних значень
y_real = np.exp(y)
# Перелік моделей
top10_models = [
    {"order": (1,0,0), "seasonal_order": (0,1,2,4)},
    {"order": (1,0,0), "seasonal_order": (1,1,2,4)},
    {"order": (1,0,0), "seasonal_order": (2,1,1,4)},
    {"order": (2,0,0), "seasonal_order": (0,1,2,4)},
    {"order": (1,0,1), "seasonal_order": (0,1,2,4)},
    {"order": (3,1,3), "seasonal_order": (0,0,0,0)},
    {"order": (2,1,3), "seasonal_order": (0,0,0,0)},
    {"order": (3,1,2), "seasonal_order": (0,0,0,0)},
    {"order": (3,0,3), "seasonal_order": (0,0,0,0)},
    {"order": (3,1,0), "seasonal_order": (0,0,0,0)}]
# Функція запуску SARIMAX моделі
def run_sarimax(order, seasonal_order):
    print(f" MODEL SARIMAX {order} × {seasonal_order}")
    model = SARIMAX(
        y_train,
        exog=exog_train,
        order=order,
        seasonal_order=seasonal_order,
        enforce_stationarity=False,
        enforce_invertibility=False)
    res = model.fit(dispatch=False)
    print(res.summary())
    # ПРОГНОЗ
    forecast = res.get_forecast(steps=n_test, exog=exog_test)
    y_pred_log = forecast.predicted_mean
    ci_log = forecast.conf_int()
    # Повернення у реальну шкалу
    y_pred = np.exp(y_pred_log)
    y_test_real = np.exp(y_test)
    ci = np.exp(ci_log)
    # Метрики
    rmse = np.sqrt(mean_squared_error(y_test_real, y_pred))
    mae = mean_absolute_error(y_test_real, y_pred)
    mape = np.mean(np.abs((y_test_real - y_pred) / y_test_real)) * 100
    r2 = r2_score(y_test_real, y_pred)
    print("\n=== TEST METRICS (REAL SCALE) ===")
    print(f"RMSE: {rmse}")
    print(f"MAE: {mae}")
    print(f"MAPE: {mape}")
    print(f"R²: {r2}")

```

```

# Графік: Факт vs Прогноз
plt.figure(figsize=(12,6))
plt.plot(y_real, label="Фактичні значення")
plt.plot(y_pred.index, y_pred, '--', label="Прогноз (test)")
plt.fill_between(ci.index, ci.iloc[:,0], ci.iloc[:,1], alpha=0.2)
plt.axvline(y_train.index[-1], color='black', linestyle='--')
plt.title(f"SARIMAX {order} × {seasonal_order} — Факт vs Прогноз (REAL SCALE)")
plt.grid()
plt.legend()
plt.show()
# ACF залишків
plt.figure(figsize=(12,4))
plot_acf(res.resid, lags=20)
plt.title(f"ACF залишків {order} × {seasonal_order}")
plt.grid()
plt.show()
# PACF залишків
plt.figure(figsize=(12,4))
plot_pacf(res.resid, lags=20, method='ywm')
plt.title(f"PACF залишків {order} × {seasonal_order}")
plt.grid()
plt.show()
# QQ plot
plt.figure(figsize=(6,6))
qqplot(res.resid, line='s')
plt.title("QQ-plot залишків")
plt.grid()
plt.show()
# Графік залишків
plt.figure(figsize=(12,4))
plt.plot(res.resid)
plt.axhline(0, color='black')
plt.title(f"Залишки моделі {order} × {seasonal_order}")
plt.grid()
plt.show()
return {
    "order": order,
    "seasonal_order": seasonal_order,
    "RMSE": rmse,
    "MAE": mae,
    "MAPE": mape,
    "R²": r2}
# Запуск усіх моделей
results = []
for m in top10_models:
    res = run_sarimax(m["order"], m["seasonal_order"])
    results.append(res)
# Таблиця результатів
pd.DataFrame(results)

```



Звіт подібності

Метадані

Назва організації

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU

Заголовок

Бабак_Юнькова_плагіат

Автор Науковий керівник / Експерт

БабакЮнькова

підрозділ

кафедра штучного інтелекту, моделювання та статистики

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



КП 2

12925

Кількість слів



КЦ

100331

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		6
Інтервали		0
Мікропробіли		29
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		18

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/d1619b12-62e6-4d0b-ab73-79615239cc82/download	26 0.20 %
2	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/d1619b12-62e6-4d0b-ab73-79615239cc82/download	23 0.18 %
3	http://www.expert-rating.com/data/upload/PI-ratings/rk_gosfinuslug_3755_strah.pdf	18 0.14 %
4	Розробка системи підтримки прийняття рішень для дистанційного навчання 6/11/2020 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра інформаційних систем в економіці)	16 0.12 %

5	http://www.expert-rating.com/data/upload/PI-ratings/rk_gosfinuslug_3755_strah.pdf	14 0.11 %
6	https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/7761/1/%E2%84%9632%20%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%9F.%20%D0%A7%D0%B5%D1%85%D1%96%D1%8F%20%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F%20%281%29.pdf	14 0.11 %
7	http://www.expert-rating.com/data/upload/PI-ratings/rk_gosfinuslug_3755_strah.pdf	11 0.09 %
8	«ОБЛІК, АНАЛІЗ І КОНТРОЛЬ ГРОШОВИХ КОШТІВ ТА УПРАВЛІННЯ ГРОШОВИМИ ПОТОКАМИ ПІДПРИЄМСТВА» (на матеріалах ДП «Борзнянське лісове господарство») 5/12/2020 National University Chernihiv Politechnika (NUCP) 2 (Дипломні роботи)	10 0.08 %
9	http://www.expert-rating.com/data/upload/PI-ratings/rk_gosfinuslug_3755_strah.pdf	9 0.07 %
10	http://www.expert-rating.com/data/upload/PI-ratings/rk_gosfinuslug_3755_strah.pdf	9 0.07 %

з бази даних RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-----------	--

з домашньої бази даних (0.12 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Розробка системи підтримки прийняття рішень для дистанційного навчання 6/11/2020 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра інформаційних систем в економіці)	16 (1) 0.12 %

з програми обміну базами даних (0.18 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
2	Смоляк.docx 11/26/2022 Publishing House "Helvetica" (Видавничий дім "Гельветика")	13 (2) 0.10 %
3	«ОБЛІК, АНАЛІЗ І КОНТРОЛЬ ГРОШОВИХ КОШТІВ ТА УПРАВЛІННЯ ГРОШОВИМИ ПОТОКАМИ ПІДПРИЄМСТВА» (на матеріалах ДП «Борзнянське лісове господарство») 5/12/2020 National University Chernihiv Politechnika (NUCP) 2 (Дипломні роботи)	10 (1) 0.08 %

з Інтернету (1.26 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
4	http://www.expert-rating.com/data/upload/PI-ratings/rk_gosfinuslug_3755_strah.pdf	86 (9) 0.67 %
5	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/d1619b12-62e6-4d0b-ab73-79615239cc82/download	55 (3) 0.43 %
6	https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/7761/1/%E2%84%9632%20%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%9F.%20%D0%A7%D0%B5%D1%85%D1%96%D1%8F%20%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F%20%281%29.pdf	14 (1) 0.11 %
7	http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/10.23.10.100/db/ftp/visnyk/ekonom_113-114_2009.pdf	8 (1) 0.06 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------

Ministry of education and science of Ukraine
Pryazovskyi State Technical University
Міністерство освіти та науки України
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Book of abstracts of the VII International conference of young scientists
**«MODERN TRENDS IN INFORMATION TECHNOLOGY
DEVELOPMENT»**

Збірник тез VII Міжнародної конференції молодих учених
**«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

November 19, 2025 / Dnipro
19 листопада 2025 року / Дніпро

MATHEMATICAL MODELING [МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ] 230

Denys Grankin. Nonadiabatic chemoelectron energy conversion in catalytic semiconductor heterostructures: microscopic mechanisms, modeling, and prospects for high-efficiency power elements	231
Бабак Л.О., Юнькова О.О. Математичне моделювання інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії.....	233
Грицаюк О.В. Мобільні інформаційні технології для оцінювання теплових ризиків у повітряному та водному середовищах	236
Гулев Д.І., Димова Г.О. Адаптація транспортної задачі для оптимізації бюджету Digital-рекламних кампаній	238
Жаборовський Є.А., Антошкін О.А. Дослідження додаткових функцій при формуванні оптимізованих за складом шлейфів пожежної сигналізації.....	240
Лупаренко О.В. Площина пуанкаре та рекурентні діаграми як інструменти аналізу хаотичних режимів.....	243
Nadryhailo Tetiana, Chernetskiy Vladislav. Mathematical and computer modeling of impurity transfer during solidification of a steel ingot.....	246
Сергієнко А.В., Тригуб В.П. Модифікація ймовірнісної моделі вейбулла для прогнозування відмов автотранспорту з урахуванням динаміки витрат пального	250

SIMULATIONS [ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ] 252

Буланчук Г.Г., Буланчук С.О. Моделювання сучасного інтер'єру в програмі 3ds MAX із використанням Corona render на прикладі кухні та ванної кімнати.....	253
Жижкін Е.С., П'ятикоп О.Є. Моделювання системи кісток та керувальних елементів для 3D-моделі в середовищі Unity	255
Кривенко О.В., Новіков Д.Є. Дослідження ефективності компромісу між швидкістю та фотореалізмом при рендерингу освітлення за допомогою Eevee, Cycles та Luxcorerender	257
Кудряшова А.В., Доморад О.В. Застосування методів імітаційного моделювання для оптимізації післядрукарських процесів.....	259
Попов І.В., Джебраїлов Р.Ю., Губський О.М., Коршунова О.М. Метод прогресивного розкриття інтерфейсу робочого місця для керування динамічними об'єктами.....	261
Проніна О.І., Ніколаєв М.М. Використання методів процедурної генерації для створення планетарних світів.....	264

By unifying experimental, theoretical, and AI-assisted modeling insights, this work provides a structured methodology for designing catalytic heterostructures capable of substantially higher chemoelectric efficiency than traditional Schottky nanodiodes.

The results show that chemically induced electronic excitation in solids is governed by a single, experimentally established probability law with a characteristic energy of ~ 0.17 eV. When this law is combined with transport analysis for catalytic heterostructures, the inherent limitations of metal-semiconductor Schottky nanodiodes follow directly: the rapid decline of excitation probability with increasing transition energy and the short mean free path of hot carriers in metals restrict the achievable chemicurrent to the 10^{-5} – 10^{-3} range even under ideal structural conditions. These limits arise from the electronic structure of metal-based interfaces and cannot be overcome by incremental improvements in film thickness or barrier tuning.

Applying the same excitation framework to semiconductor and dielectric heterostructures produces a different outcome. Near-band-edge transitions, longer carrier lifetimes, and built-in fields shift the balance toward efficient charge separation, offering a realistic route to chemoelectric efficiencies comparable to those of photovoltaic devices. AI-assisted modeling helps identify feasible geometries within these broader design spaces and confirms that practical chemoelectric generators must rely on semiconductor-based architectures that exploit the underlying microscopic mechanism rather than on refinements of traditional catalytic nanodiodes.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ

Бабак Людмила Олександрівна, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, liudmyla.babak1@kneu.ua¹,

Юнькова Олена Олександрівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент, професор кафедри штучного інтелекту, моделювання та статистики, yunkova.olena@kneu.edu.ua¹

¹ Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана, м. Київ

Функціонування страхового сектору безпосередньо залежить від здатності страхових компаній забезпечувати вчасне виконання зобов'язань перед страховиками. Сучасні умови нестабільності фінансових ринків та підвищених страхових ризиків спонукають до своєчасного розпізнавання тенденції у фінансовій стабільності страхових компаній. Традиційні методи оцінки стабільності часто не враховують часову динаміку або вплив макроекономічних умов, що обмежує їхні прогностичні можливості.

Згідно досліджень даних звітності НБУ [1], за період з 2021 року по 2 квартал 2025 року кількість страхових компаній зменшилась майже в 2,5 рази. Такі динамічні зміни, ймовірно, зумовлені неспроможністю окремих компаній підтримувати достатній рівень капіталу та вчасно покривати зобов'язання перед страховиками. Суттєвий вплив мають зовнішні шоки: пандемія, економічна нестабільність, військові конфлікти, екологічні загрози, які ускладнюють фінансове планування та знижують адаптивність компаній до умов криз. Саме тому для страхових компаній важливо бути готовими до непередбачуваних шоків і вміти оцінювати свою стійкість та надійність.

Метою дослідження є побудова авторегресійних моделей для прогнозування інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії, а також визначення впливу зовнішніх чинників на динаміку показника.

Для комплексного оцінювання фінансової стійкості компанії варто розглядати інтегральний показник. Підґрунтям для розрахунку показника фінансової стійкості FSI₄ є адитивний метод, який враховує чотири нормалізовані фінансові коефіцієнти

(платоспроможність, ліквідність, збитковість, адекватність резервів) та їх вагу на основі методу ентропії [2].

Для оцінювання динаміки інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії застосовано моделі часових рядів ARIMA та SARIMA. Для порівняння побудовано по дві моделі: лінійну - на основі FSI_4 та нелінійну - на логарифмованому значенні FSI_4. Підбір авторегресійних компонент здійснювався автоматично шляхом перебору різних значень у межах визначеного діапазону. Основним критерієм для відбору найкращої моделі обрано інформаційний критерій Акаїке (AIC). Результати проведених розрахунків наведено в табл.1.

Таблиця 5 – Порівняння базових моделей

Модель	AIC	MAPE	R ²	Найкраща модель
ARIMA(FSI_4)	-115,006	0,306	0,209	ARIMA(1,0,0)(0,0,0)[0]
SARIMA(FSI_4)	-128,007	0,241	0,442	ARIMA(1,0,0)(2,0,1)[4]
ARIMA(ln(FSI_4))	41,874	0,241	0,363	ARIMA(3,0,3)(0,0,0)[0]
SARIMA(ln(FSI_4))	38,223	0,236	0,389	ARIMA(1,0,0)(1,0,1)[4]

Джерело: розроблено автором

За критерієм AIC та метриками точності SARIMA(FSI_4) є найкращою серед базових моделей. Застосування логарифмування до індексу фінансової стійкості покращує нормальність розподілу та стабільність дисперсії, але не зменшує AIC і не покращує точність. Тож для моделювання ARIMA базовий ряд є відносно стабільним і не потребує додаткових трансформацій.

Для дослідження впливу зовнішніх факторів на значення інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії побудовано модель SARIMAX [3]. Загальний вигляд моделі з екзогенними змінними має вигляд:

$$\ln(FSI_{4,t}) = c + \varphi_1 * \ln(FSI_{4,t-1}) + \beta_1 * \ln(K1_t) + \beta_2 * \ln(K2_t) + \beta_3 * INF_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

де φ_1 – коефіцієнт авторегресії,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – оцінений вплив факторів,

ε – випадкові залишки.

Екзогенні змінні, які включено у модель, визначено на основі матриці кореляцій. Додатково розраховано співвідношення зобов'язань до обсягу премій, резервів до зобов'язань для зменшення залежності змінних. За формулою (1) здійснено необхідні розрахунки у середовищі Google Colab мовою програмування Python і отримано таку модель:

$$\ln(\widehat{FSI}_{4,t}) = 0,552 * \ln(FSI_{4,t-1}) + 0,347 * \ln(K1_t) + 2,967 * \ln(K2_t) - 0,011 * INF_t \quad (2)$$

де $\ln(FSI_{4,t})$ – логарифм інтегрального показника фінансової стійкості,

$\ln(K1_t)$ – логарифм співвідношення зобов'язань до обсягу страхових премій,

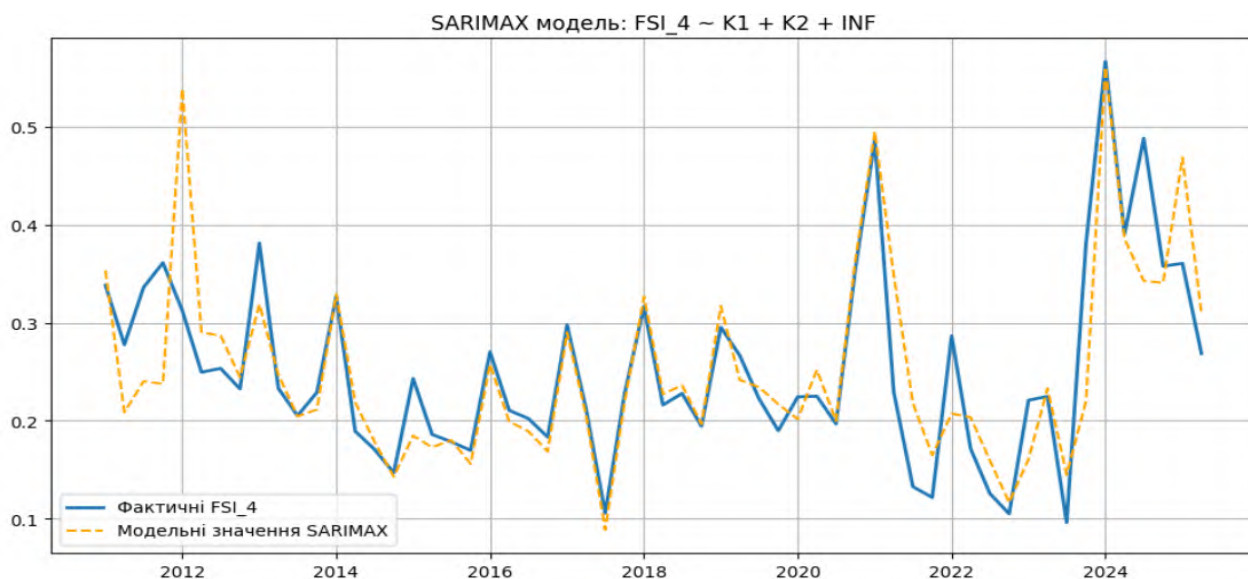
$\ln(K2_t)$ – логарифм співвідношення резервів до зобов'язань,

INF_t – рівень інфляції (у відсотках).

Авторегресійна компонента показує, що 55% поточного значення FSI_4 пояснено його попереднім станом. Індекс фінансової стійкості страхової компанії має певну інерційність, але може змінюватися під впливом зовнішніх факторів. Зростання співвідношення зобов'язань до обсягу премій на 1% впливає на зростання фінансової стійкості на 0,35%. Сильний вплив має збільшення співвідношення резервів до зобов'язань на 1%, адже це спричиняє зростання індексу фінансової стабільності на 3%. Підвищення рівня інфляції на 1% знижує інтегральний показник на 1,1%.

Побудована модель SARIMAX, яка має вигляд ARIMA(1,0,0)(0,0,0)[0] і враховує вплив зовнішніх змінних, показала значно кращі результати, порівняно з базовими моделями: MAPE = 14,87%; R² = 0,632; AIC = -6,88. Хоча критерій AIC не є найменшим серед вибірки, але середня

абсолютна відсоткова похибка є найменшою. Модель пояснює 63,2% варіації інтегрального показника фінансової стійкості, що на 19% більше, ніж найкраща базова модель. А отже, включення екзогенних факторів суттєво покращує пояснювальну силу моделі. Порівняння фактичних і модельних значень за методом SARIMAX для індексу фінансової стійкості страхової компанії представлено на рис. 1.



Джерело: розроблено автором

Побудована модель SARIMAX відносно добре повторює загальну тенденцію змін інтегрального показника фінансової стійкості страхової компанії. Значну похибку допущено для періоду 2011-2012 років, в якому модель або сильно переоцінила надійність компанії, або недооцінила. Також помітна невелика різниця для 2025 року – дещо завищене значення індексу фінансової стабільності. Загалом, побудована модель підтверджує наявність статистично значущого зв'язку між факторами.

За результатами перевірки Льюнга-Бокса визначено, що автокореляція залишків відсутня. За тестом Шапіро-Вілка з'ясовано незначне відхилення від нормальності розподілу. Перевіркою Дікі-Фуллера визначено, що ряд стаціонарний. Важливо зазначити, що мультиколінеарності не виявлено.

Побудована в роботі модель SARIMAX(1,0,0)(0,0,0)[0] є статистично адекватною, економічно інтерпретованою та забезпечує високу точність середньострокового прогнозування показника FSI_4. Її застосування може бути ефективним інструментом для страхових компаній, регуляторних органів і аналітиків фінансових ринків з метою моніторингу фінансової стійкості, оцінки впливу зовнішніх факторів та підтримки прийняття рішень у сфері ризик-менеджменту.

Список використаних джерел

1. Огляд небанківського фінансового сектору. Серпень 2025. Національний банк України. 13 с. Київ: НБУ, 2025.
2. Карпов І., Бігун Р., Буров Є. Використання ентропії для адаптивного коригування ваг критеріїв у багатокритеріальному виборі. Grail of Science. Вінниця, 2024. № 40. С. 347–351. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.06.2024.052> (дата звернення: 10.11.2025).
3. Копиця В. О., Кветний Р. Н. Застосування моделей SARIMAX та LSTM для прогнозування заповненості паркомісць // Матеріали LIV науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, м. Вінниця, 24-27 березня 2025 р. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/49290/24310.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата звернення: 10.11.2025).

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
Економічний факультет
Кафедра економічної кібернетики



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ХІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
ФОРУМ МОЛОДИХ ЕКОНОМІСТІВ-КІБЕРНЕТИКІВ

**«МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ:
ПРОБЛЕМИ, ТЕНДЕНЦІЇ, ДОСВІД»**

21-22 листопада 2025 року, Львів

21-22 листопада 2025 року, Львів

СЕКЦІЯ 2 ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ		
Хомишенко І.С.	Розробка моделей формування гібридного інвестиційного портфеля	97
Шабелян М.Я.	Аналіз впливу цифровізації на соціально-економічний розвиток країн світу	99
Гаврилюк М.С.	Нелінійне моделювання впливу кліматичних факторів на врожайність пшениці в Україні	101
Дмитрів О.Р. Дмитрів Д.В.	Аналітичне дослідження динаміки та трендів ставки Euribor 3М на основі даних Kredobank	103
Мигаль О.С.	Цінова конвергенція на електроенергетичному ринку Європейського Союзу в умовах енергетичної кризи	104
Ус Е.Ю. Кмитюк Т.Л.	Регіональне прогнозування урожайності зернових культур в Україні за допомогою моделей ETS та ARIMA	106
Сосновська Є.Р. Скіцько В.І.	Порівняльний аналіз компетентності моделей генеративного штучного інтелекту у вирішенні економетричних задач	109
Бабак Л.О.	Аналіз фінансової стійкості страхової компанії на основі стрес-тестування	111
Нестеренко Д.В.	Розробка моделей формування інвестиційної стратегії на криптовалютному ринку	113
Макаренко М.В.	Застосування економетричних методів для аналізу та прогнозування розвитку сектору відновлюваної енергетики	115
Ютовець Ю.А.	Прогнозування ефективності маркетингових стратегій підприємства	116
Тенета В.А.	Застосування аналітичних програмних засобів для прогнозування сезонних обсягів продажів сільськогосподарської продукції	118
Фіалка Ю.Є. Бандура З.Л.	Прогнозування попиту для налагодження систем управління запасами із використанням ARIMA-моделей	120
Семененко В.С.	Моделювання зв'язку між мінімальною заробітною платою та безробіттям	122
Касюн О.В. Зелінська О.В.	Оцінка та прогнозування рівня безробіття в регіонах України	125
Габрійчук Я.В. Зелінська О.В.	Підвищення ефективності логістичної системи українських підприємств: методи і приклади	127
Корендій С.М.	Моделювання інвестиційних проектів з використанням лагових моделей	129
Струк Н.С. Івахів А.Б.	Інтелектуальні технології в аналізі та прогнозуванні результатів експортно-імпоротної діяльності підприємств	131
Гац Л.Є.	Моделювання оцінки структурних зрушень інвестиційних капіталовкладень в інформаційному секторі	133
Ладутько Д.В.	Комп'ютерний аналіз рекламних креативів за цифрової економіки	135
Кельріх В.О.	Прогнозування рівня безробіття в Україні у після воєнний період	138
Луцак Ю.Т. Артим-Дрогомирецька З.Б.	Симультаивне моделювання взаємодії показників діяльності фармацевтичної мережі	140
Кадай Х.Ю.	Моделі множинної регресії для оцінки ролі цифровізації порівняно з класичними факторами економічного зростання	143

21-22 листопада 2025 року, Львів

розрахунків, але й кардинально різнилися між самими моделями. Жодна з них не змогла наблизитись до правильного аналізу всіх шести змінних. Наприклад, Gemini 2.5 Pro правильно визначив статус лише для x_1 , x_2 та x_6 , тоді як ChatGPT Thinking + Study - для x_4 та x_6 . Це демонструє, що складні діагностичні тести наразі залишаються слабким місцем для моделей генеративного ШІ на даному етапі їх розвитку.

Таким чином, платні моделі генеративного ШІ є надзвичайно ефективними для автоматизації рутинних та стандартних економетричних розрахунків. Проте вони не є надійними для виконання комплексних діагностичних тестів або багатоетапних завдань, де все ще необхідний контроль та верифікація з боку кваліфікованого фахівця.

Література:

1. Google AI for Developers. URL: <https://ai.google.dev/>.
2. ЛУН : платформа для продажу та оренди житлової нерухомості. URL: <https://lun.ua>.
3. Скіцько В. І. Data Analysis Using Generative AI: Opportunities and Challenges. *THE PROBLEMS OF ECONOMY*. 2023. № 4 (58). С. 217–225. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2023-4_0-pages-217_225.pdf.
4. Introducing ChatGPT / OpenAI. URL: <https://openai.com/index/chatgpt/>.

Бабак Л.О.

Електронна пошта: liudmyla.babak1@kneu.ua

Науковий керівник: к. ф.-м. н., доц., проф. Юнькова О.О.

Електронна пошта: yunkova.olena@kneu.edu.ua

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

**АНАЛІЗ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ
НА ОСНОВІ СТРЕС-ТЕСТУВАННЯ**

Babak L. O.

**ANALYSIS OF THE FINANCIAL STABILITY OF AN INSURANCE
COMPANY BASED ON STRESS TESTING**

Актуальність дослідження. Фінансова стабільність страхових компаній є важливим елементом стабільності фінансової системи загалом. Це пов'язано з тим, що страхові установи виконують роль фінансових посередників, перерозподіляючи ризики та захищаючи суб'єктів господарювання від несподіваних збитків. Сучасний світ насичений безліччю викликів, які часто важко передбачити: економічна рецесія, інфляційний тиск, пандемія, військові конфлікти, екологічні катастрофи тощо. Тож постає потреба у готовності до викликів та мінімізації ризиків, пов'язаних із зовнішніми стресами. Для страхової компанії необхідно вміти визначати межі, за яких вона може втратити здатність виконувати свої зобов'язання.

21-22 листопада 2025 року, Львів

Стрес-тестування використовується для оцінювання впливу змін факторів, що формують фінансову стабільність страхової компанії, а також для визначення рівня ризику у разі реалізації несприятливих сценаріїв [1].

Метою дослідження є моделювання впливу різних рівнів фінансових шоків на інтегральний показник фінансової стійкості страхової компанії (FSI_4), а також визначення критичних меж, за яких можливе погіршення її платоспроможності.

Методи дослідження. Інтегральний показник FSI_4 відображає сукупний стан фінансової стійкості страховика, який включає основні складові: платоспроможність, ліквідність, збитковість, адекватність страхових резервів. Розрахунок індексу фінансової стійкості здійснюється адитивно на основі нормалізованих значень коефіцієнтів і ваг, визначених за методом ентропії [2].

Для стрес-тестування визначено чотири сценарії (табл. 1).

Таблиця 1 - Сценарії стрес-тестування

Сценарій	Опис впливу	Зміна, %
М'який шок	Незначне погіршення: зменшення усіх показників, окрім збитковості на 5%, а збитковість зростає на 10%	-6,73
Середній шок	Помірний спад: зменшення усіх показників, окрім збитковості на 10%, а збитковість зростає на 20%	-13,45
Сильний шок	Суттєва криза: платоспроможність -20%, ліквідність -15%, збитковість +30%, резерви -20%	-23,78
Криза	Глибока фінансова криза: платоспроможність -30%, ліквідність -25%, збитковість +40%, резерви -25%	-34,52

Джерело: розроблено автором

За умов глибокої фінансової кризи (останній сценарій) деякі показники переходять з низького рівня фінансової стійкості у критичний. В окремих випадках можливий перехід з високого рівня стійкості до середнього, і навіть до низького (рис.1).

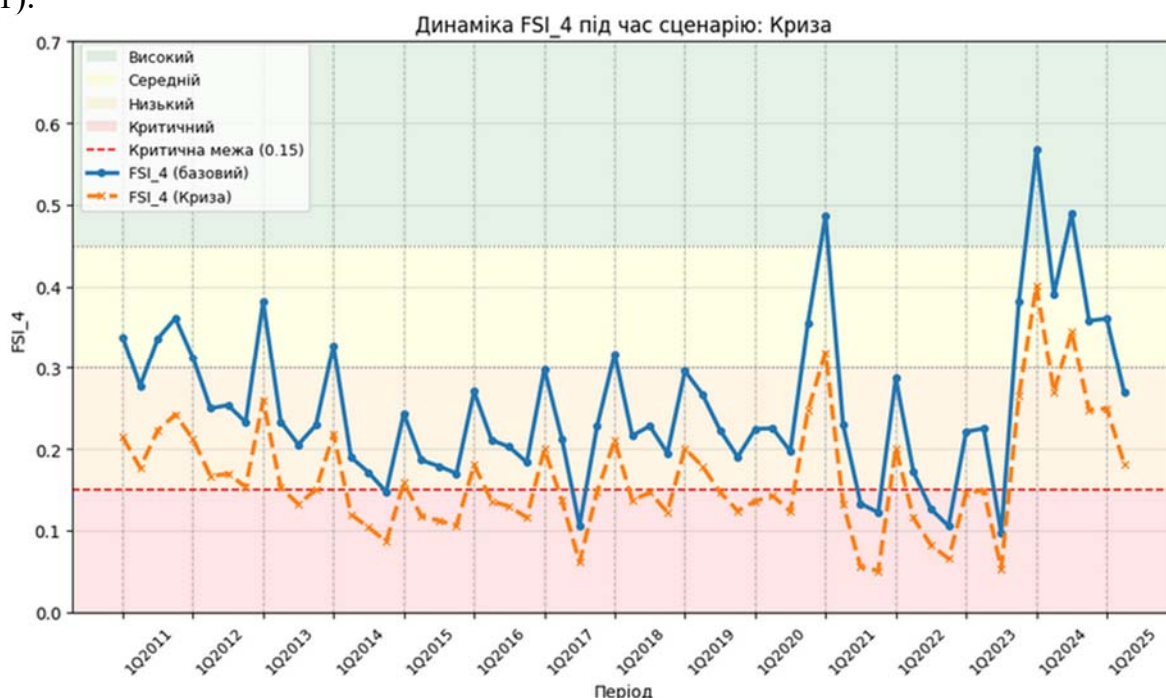


Рисунок 1 - Аналіз динаміки базового та кризового рівнів фінансової стійкості
Джерело: розроблено автором

21-22 листопада 2025 року, Львів

Результати дослідження. Моделювання виявило системну недостатність запасу міцності страховика. У періоди погіршення базових показників компанія стає критично вразливою. Реалізація шокового сценарію призводить до падіння FSI₄ нижче межі 0,15, що сповіщає про високий ризик неплатоспроможності. У періоди відносної стабільності, запаси капіталу та ліквідності компанії є недостатніми для того, щоб впевнено поглинути екстремальний шок без переходу у зону високого ризику.

Висновки. Результати дослідження підтверджують, що FSI₄ може бути ключовим індикатором раннього попередження фінансової нестабільності у страхових компаніях, а застосування стрес-сценаріїв — ефективним інструментом для стратегічного управління ризиками.

Література:

1. Н. М. Внукова, В. А. Смоляк, С. А. Ачкасова Особливості стрес-тестування страхових компаній // *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. Київ, 2009. Вип. 113-114. С. 56-60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_Ekon_2009_113-114_18 (дата звернення: 12.11.2025)

2. Карпов І., Бігун Р., Буров Є. Використання ентропії для адаптивного коригування ваг критеріїв у багатокритеріальному виборі. *Grail of Science*. Вінниця, 2024. № 40. С. 347–351. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.06.2024.052> (дата звернення: 12.11.2025).

Нестеренко Д.В.

Електронна пошта: dmitrijnesterenko55@gmail.com

Науковий керівник: д.е.н, професор Гур'янова Л.С.

Електронна пошта: lidiya.guryanova@karazin.ua

Харківський національний університет імені Каразіна

**РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ
СТРАТЕГІЇ НА КРИПТОВАЛЮТНОМУ РИНКУ**

Nesterenko D.V.

**DEVELOPMENT OF MODELS FOR FORMING AN INVESTMENT
STRATEGY IN THE CRYPTOCURRENCY MARKET**

У сучасному світі фінансових ринків криптовалюти швидко привернули увагу інвесторів і трейдерів, як одні з найбільш динамічних та перспективних сегментів інвестування. Їх стрімкий перехід від початкового призначення як засобу платежу до інвестиційного активу, інноваційний розвиток стали причинами високої прибутковості, але водночас інвестиції в ці активи характеризуються вищими ризиками аніж в традиційних фінансах [1-4]. Останнє призводить до актуалізації науково-дослідного завдання щодо формування ефективної інвестиційної стратегії на криптовалютному ринку.