

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут економіки, бізнесу та менеджменту
Кафедра економічної кібернетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Віталія КОЙБІЧУК

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності _____ 051 Економіка _____ ,
(код та назва)

_____ освітньо-професійної програми _____ «Економічна кібернетика»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: _____ Фрактальний аналіз ринку медичного страхування _____

Здобувачки групи _____ ЕКМ.-21 Оліхненко Катерини Олександрівни _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник ст.викладач, к.ф.-м.н., доцент Світлана КОЛОМІЄЦЬ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Суми – 2023

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему
«ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ РИНКУ МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ»

студента Оліхненко Катерини Олександрівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

Актуальність теми дослідження обумовлена об'єктивними цивілізаційними змінами у функціонуванні багатьох сучасних соціально-економічних систем, зокрема фінансових ринків. Фінансові ринки характеризується надшвидкими змінами та кризовими явищами. Використання традиційних методів моделювання, зокрема гіпотези ефективного ринку, не надає можливості отримати ефективні прогнози щодо стану та розвитку фінансового ринку, зокрема ринку страхування. Одним з перспективних методів дослідження та моделювання фінансових ринків є фрактальний аналіз, який дозволяє здійснювати постійний моніторинг стану ринку та прогнозування його динаміку.

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає у проведенні фрактального аналізу часових рядів валових страхових премій на ринку медичного страхування України.

Об'єктом дослідження є часові ряди валових страхових премій на ринку медичного страхування України.

Предметом дослідження є фрактальний аналіз часових рядів.

У відповідності до поставлених завдань було здійснено: аналіз сучасних підходів до моделювання та прогнозування фінансового ринку, зокрема ринку медичного страхування, дослідження основних понять та методів фрактального аналізу часових рядів, реалізацію R/S аналізу часового ряду валових страхових премій на ринку медичного страхування України за допомогою табличного процесора MS Excel. Побудована модель для

прогнозування динаміки валових страхових премій на ринку медичного страхування України з використанням пакету прикладних програм Statistica.

Одержані результати можуть бути використані для проведення R/S-аналізу фінансових часових рядів, зокрема часових рядів, що описують ринок страхування, для прогнозування динаміки фінансових часових рядів.

Ключові слова: медичне страхування, модель ARIMA, показник Херста, R/S-аналіз, фрактальний аналіз, фрактальна розмірність, часові ряди.

Зміст кваліфікаційної роботи магістра викладено на 48 сторінках. Список використаних джерел із 38 найменування, розміщений на 4 сторінках. Робота містить 1 таблицю, 20 рисунків, 2 додатки, розміщені на 2 сторінках.

Рік виконання кваліфікаційної роботи – 2023 рік.

Рік захисту роботи – 2023 рік.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут економіки, бізнесу та менеджменту
Кафедра економічної кібернетики

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.е.н., доцент
_____ Віталія КОЙБІЧУК
“ ___ ” _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
(спеціальність 051 Економіка «Економічна кібернетика»)

студентці 2 курсу, групи ЕКм.-21

_____ Оліхненко Катерина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Фрактальний аналіз ринку медичного страхування
затверджена наказом по університету від «22» 11 2023 року № 1331-VI
2. Термін подання студентом закінченої роботи «7» 12 2023 року
3. Мета кваліфікаційної роботи проведення фрактального аналізу часових рядів валових страхових премій на ринку медичного страхування України
4. Об'єкт дослідження часові ряди валових страхових премій на ринку медичного страхування України
5. Предмет дослідження фрактальний аналіз часових рядів
6. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах часових рядів валових страхових премій на ринку медичного страхування України
7. Орієнтовний план кваліфікаційної роботи, терміни подання розділів керівникові та зміст завдань для виконання поставленої мети

Розділ 1 Фрактальний аналіз часових рядів

(назва – термін подання)

У розділі 1 охарактеризувати зміну парадигми моделювання та прогнозування часових рядів, розглянути фрактальні процеси на фінансовому ринку, особливості фрактального аналізу часових рядів, стан ринку медичного страхування в Україні

(зміст конкретних завдань до розділу, які повинен виконати студент)

Розділ 2 R/S аналіз динаміки ринку медичного страхування

(назва – термін подання)

У розділі 2 описати вхідні дані для проведення фрактального аналізу ринку медичного страхування, провести R/S аналіз часового ряду валових страхових премій на ринку медичного страхування України, на основі значення показника Херста зробити висновок щодо вибору моделі для опису динаміки часового ряду валових страхових премій на ринку медичного страхування

(зміст конкретних завдань до розділу, які має виконати студент)

Розділ 3 Реалізація ARIMA-моделі

(назва – термін подання)

У розділі 3 описати загальний алгоритм побудови ARIMA-моделей, побудувати ARIMA-модель часового ряду валових страхових премій на ринку медичного страхування України за допомогою ППП Statistica

(зміст конкретних завдань до розділу, які повинен виконати студент)

8. Консультації з роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			

9. Дата видачі завдання: «30» жовтня 2023 року

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

С.В. Коломієць

(ініціали, прізвище)

Завдання до виконання одержав

_____ (підпис)

К.О. Оліхненко

(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ.....	9
1.1 Зміна парадигми дослідження часових рядів	9
1.2 Фрактальні процеси на фінансовому ринку.....	11
1.4 Фрактальний R/S аналіз	16
1.5 Сучасний стан ринку медичного страхування України	19
2 R/S -АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РИНКУ МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ	22
2.1 Опис вхідних даних.....	22
2.2 Реалізація R/S аналізу часового ряду	24
3 РЕАЛІЗАЦІЯ ARIMA-МОДЕЛІ	27
3.1 Алгоритм побудови ARIMA моделі	27
3.2 Побудова ARIMA-моделі за допомогою ППП STATISTICA	28
ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42
ДОДАТКИ.....	46
ДОДАТОК А	47
ДОДАТОК Б.....	48

ВСТУП

Сучасні соціально-економічні процеси, які є нестійкими та нестаціонарними, відбуваються в принципово новій технологічній реальності – в умовах цифрової економіки. Серед сучасних цифрових технологій особливе місце займають цифрові технології у фінансовій сфері, зокрема у сфері страхування. Фінансові ринки характеризуються надшвидкими змінами та кризовими явищами. Використання традиційних методів моделювання, зокрема гіпотези ефективного ринку, не надає можливості отримати ефективні прогнози щодо стану та розвитку фінансового ринку, зокрема ринку страхування. Об'єктивні цивілізаційні зміни потребують нових підходів до моделювання та дослідження фінансових ринків. Одним з перспективних методів дослідження є фрактальний аналіз, який дозволяє здійснювати постійний моніторинг стану ринку та прогнозування його динаміки.

Універсальність методів фрактального аналізу дозволяє використовувати їх для дослідження систем будь-якої природи – від фізичних до економічних та соціальних. Основна ідея фрактального аналізу часового ряду – визначення трендостійкості або «схильності до повернення до середнього», порівнюючи з динамікою випадкового часового ряду. Знання фрактальних характеристик часового ряду дозволяє отримати передпрогнозу інформацію щодо динаміки ряду, оцінити ступінь перспективності прогнозування поведінки часового ряду.

Фрактальний аналіз, як новий напрям аналізу часових рядів, сформувався на базі теорії фрактальних ринків. Ефективність фрактального аналізу у періоди нестабільного ринку, які виникають все частіше, зумовлює його популярність для аналізу різних соціально-економічних систем, зокрема ринку медичного страхування.

У зв'язку із реформуванням системи охорони здоров'я України, затвердженням у 2023 році дорожньої карти впровадження медичного

страхування, розвитку медичного страхування як потенційного джерела фінансових ресурсів для сфери охорони здоров'я у зв'язку з негативними економічними наслідками військової агресії РФ проти України, задача моделювання ринку медичного страхування є вельми актуальною.

Об'єктом дослідження є часові ряди валових страхових премій на ринку медичного страхування України.

Предметом дослідження є фрактальний аналіз часових рядів.

Мета дослідження полягає у проведенні фрактального аналізу часових рядів валових страхових премій на ринку медичного страхування України.

Мета роботи обумовила наступні завдання:

- охарактеризувати сучасну парадигму моделювання та прогнозування фінансового ринку, зокрема ринку медичного страхування;
- розглянути основні поняття фрактального аналізу часових рядів;
- ознайомитись з методиками розрахунку показника Херста;
- реалізувати R/S-аналіз за допомогою програмних засобів;
- залежно від отриманих результатів R/S-аналізу побудувати модель для прогнозування динаміки валових страхових премій на ринку медичного страхування України.

Для виконання поставлених завдань були використані методи системного аналізу, методи фрактального аналізу часових рядів, R/S-аналізу, методи комп'ютерного моделювання.

1 ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ

1.1 Зміна парадигми дослідження часових рядів

Постійні зміни та кризи, що характеризують XXI століття, остаточно підтвердили думку про те, що сучасний світ є хаотичним, катастрофічним, непередбачуваним. Загалом, до кінця XX століття у науці панувала класична лінійна парадигма, яка базувалась на гіпотезі про поступовий та поступальний розвиток, обумовлений лише причинно-наслідковими зв'язками. Вплив випадкових факторів на системи не враховувався. Реакція системи на вплив вважалася пропорційною величині впливу. Процеси навколишнього світу розглядалися як прогнозовані на необмежено великі проміжки часу. Головне припущення лінійної теорії економічних систем – прагнення економічних систем до рівноваги. Враховуючи основні положення лінійної парадигми, динаміка розвитку підприємств, ринків, поведінка споживачів описувалась лінійними залежностями. Один з основних постулатів лінійної парадигми – окрема подія не може змінити ринок, ринок «не має пам'яті», реакція економічної системи на вплив завершується за умови завершення дії зовнішнього впливу.

Наприкінці XX століття відбулися принципові зміни у загальноприйнятій системі наукових уявлень – перехід до нелінійної парадигми. Головний постулат нелінійної парадигми – відсутність принципу суперпозиції: ціле не є простою сумою частин; реакція системи на зовнішній вплив не є пропорційною величині цього впливу.

Саме наприкінці XX початку XXI століття соціально-економічні системи, зокрема фінансові, почали демонструвати непрогнозовану поведінку. Лінійні залежності, які були придатними для моделювання рівномірного зростання або спадання, стали непридатними для моделювання кризових та

резонансних явищ.

Зокрема, найбільший обвал на фінансовому ринку було зафіксовано у 1987 році – індекс Доу-Джонса впав майже на 29% за один день. За класичною фінансовою теорією, це – малоймовірна подія, яка, відповідно до закону Гаусса, може з'явитись лише через кілька мільйонів років. Однак фінансові кризи 1992, 1995, 1998, 2008 років спростували це твердження. Виникла потреба переосмислення законів розвитку фінансових ринків, пошуку нових методів дослідження соціально-економічних систем, що базуються на іншій парадигмі – парадигмі нелінійності [1].

Альтернативою класичним методам аналізу фінансових ринків стає фрактальна теорія. Засновник теорії фракталів Бенуа Мальденброт припустив, що крива розподілу ймовірностей зміни ринкових котирувань відрізняється від нормальної кривої, динаміка фондових ринків описується не кривою Гаусса, а деякою степеневою функцією [2].

Ідея фрактального аналізу – застосування математичної концепції теорії фракталів до дослідження складних систем. Фрактал – геометрична фігура, що складаються з кількох частин, кожна з яких подібна до усєї фігури у цілому. Це означає, що ціле має таку саму форму, як і одна чи більше його частин. Серед основних властивостей фракталів – самоподібність та дробова розмірність.

Прикладом самоподібного фрактала є сніжинка Коха (рисунок 1.1), килим Серпинського (рисунок 1.2),

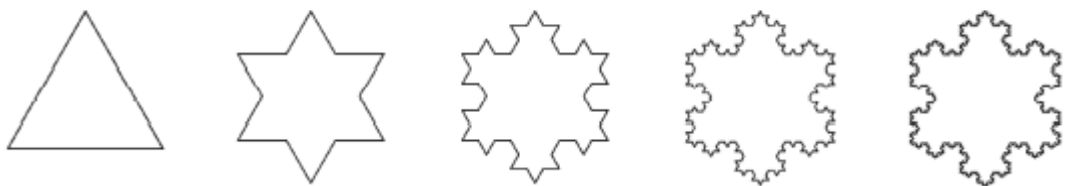


Рисунок 1.1 – Сніжинка Коха

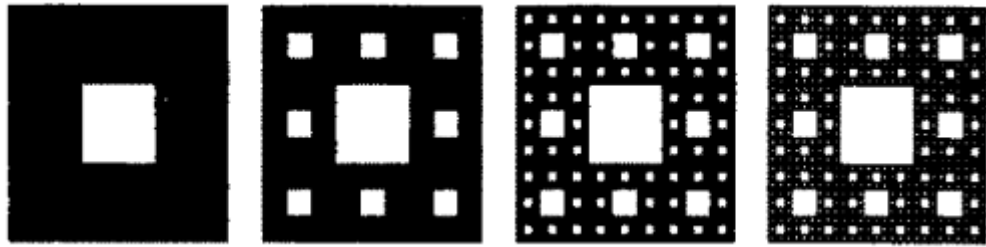


Рисунок 1.2 – Килим Серпинського

Методи фрактального аналізу – це універсальний апарат, який використовують для дослідження складних систем будь-якої природи – від фізичних до економічних та соціальних. Цей метод дозволяє досліджувати складні закономірності, які можуть бути приховані у хаотичних нелінійних системах. Фрактальний аналіз спрямований на виявлення рекурсивних (фрактальних) моделей. Під рекурсією розуміють спосіб задання функції, коли значення шуканої функції в даній точці визначають через її значення в попередніх точках. У фінансовому аналізі фрактальний аналіз використовують з метою дослідження та прогнозування динаміки ринків.

1.2 Фрактальні процеси на фінансовому ринку

Довгий час вважалося, що поведінка більшості реальних соціально-економічних описується нормальним законом. На початку 90-х років 20 століття це припущення викликало дуже багато сумнівів, що потребувало пошуку нового інструментарію дослідження, відмінного від стандартного.

Американським математиком Б. Мандельбротом було виявлено, що крива розподілу ймовірностей зміни ринкових котирувань не описується нормальною кривою Гаусса, ризик настання великого відхилення прибутковості фактично значно вищий, ніж за умови нормального розподілу [2], тобто рідкісні події на ринках відбуваються частіше, ніж вважали.

Мандельброт спостерігаючи симетрію як короткочасних, так і тривалих коливань ціни, показав, що саме методи фрактальної геометрії дозволяють створювати цінові діаграми, які відповідають реальності.

Засновник теорії фракталів сформулював так звану гіпотезу фрактального ринку, запропонував використовувати фрактальну геометрію як принципово новий інструмент оцінки ризиків. У рамках фрактальної теорії Мальденброт сформулював 5 основних припущень щодо динаміки фінансового ринку [2, с.52]:

- великі коливання цін є нормою фінансового ринку. Ринки ризиковані.
- збурення на фінансовому ринку з'являються групами;
- динаміка ринку визначається не лише впливом зовнішніх факторів, а й внутрішніми ендогенними ефектами;
- відомі схеми функціонування ринку – це «фінансові міражі», які вводять в оману;
- ринковий час відносний – він може вповільнюватись в періоди стабільності та прискорюватись в періоди нестійкості.

Роботи Е. Петерса підтвердили, що фінансовий ринок має фрактальну природу [3,4].

Реальні часові ряди економічних показників (котирувань акцій, курсів валют, показників фінансової звітності підприємств тощо) демонструють складну неперіодичну поведінку, під час якої тренди і флети хаотично змінюють випадкове блукання.

Суть фрактального аналізу фінансових ринків полягає в тому, що ряди котирувань фінансових інструментів мають властивості фракталів, що дозволяє описувати їх методами фрактальної геометрії та передбачати майбутню поведінку. Серед основних властивостей рядів – наявність довготривалої пам'яті, що свідчить про вплив минулих цін на майбутні. Для характеристики фрактальних процесів використовують різні показники, зокрема величину фрактальної розмірності. Різні числові значення фрактальної розмірності відповідають різним станам процесу (тренд, флет,

випадкове блукання) та інформують про можливу наявність «критичних точок» – істотних відхилень значень ряду [1].

Основні методи фрактального аналізу фінансового ринку представлені на рисунку 1.1.

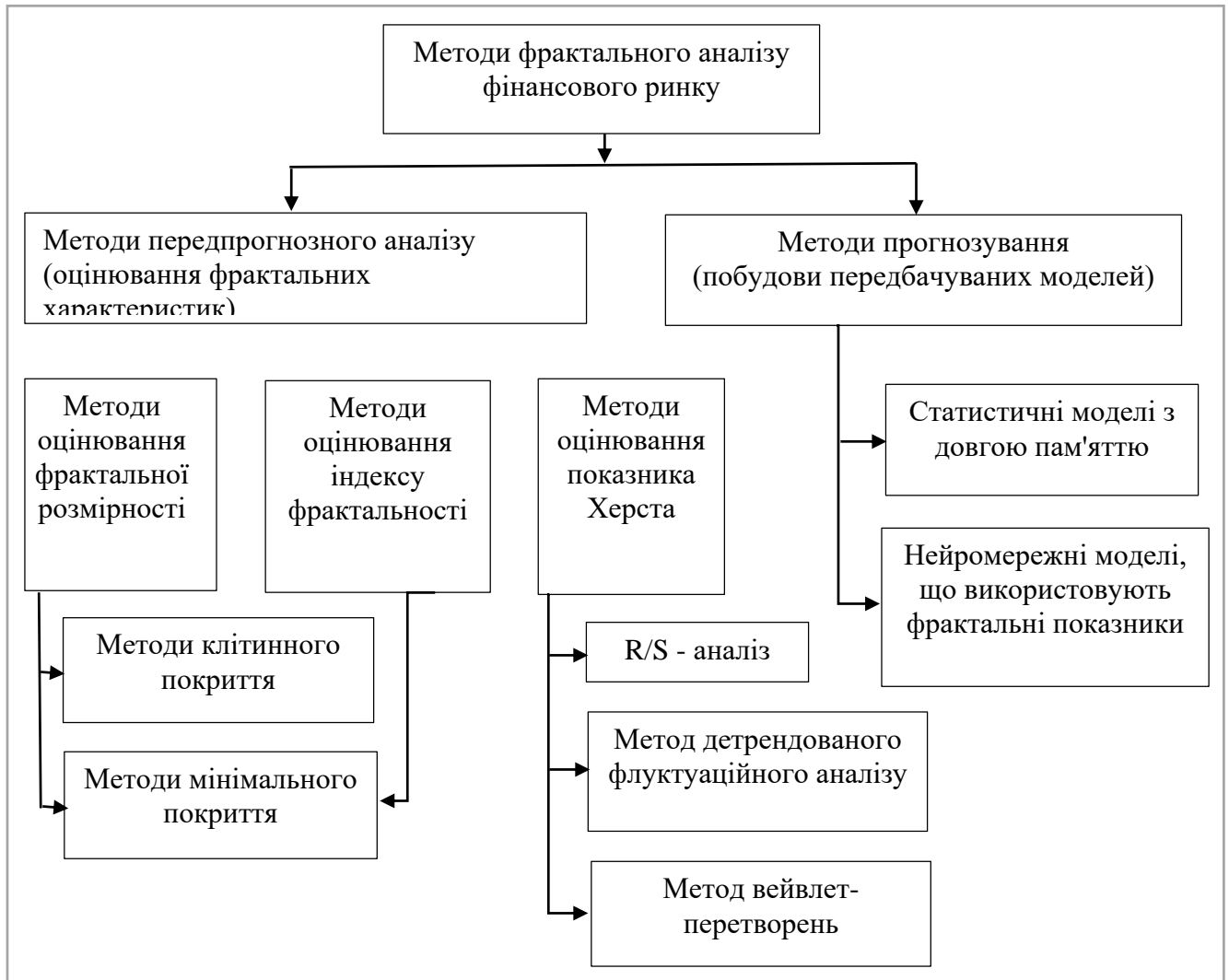


Рисунок 1.3 – Основні методи фрактального аналізу фінансового ринку

Ідея використання теорії фракталів з метою дослідження фінансових ринків була реалізована у роботах багатьох вчених, зокрема [5–23].

1.3 Поняття про фрактальну розмірність

Основна ідея фрактального аналізу полягає в тому, що багато природних та соціальних явищ мають фрактальні властивості, тобто мають подібні структури на різних масштабах. Часові ряди, які характеризують ці процеси, є комплексом різних компонент – трендової складової, циклічної складової з різними періодами, флуктації тощо. Як правило, такі ряди є фракталами, тобто характер їхньої поведінки залишається незмінним для різних масштабів, незважаючи на нерегулярність.

Фрактальний аналіз сформувався на базі теорії фрактальних ринків, яка стверджує, що розвиток ринкових процесів у майбутньому, зокрема майбутні значення часових рядів, залежать від ретроспективних змін. Відповідно до теорії фрактального ринку, процес ціноутворення загалом глобально детермінований і залежить від початкових умов, локально він є випадковим.

Основним показником, який характеризує фрактальні часові ряди є фрактальна розмірність, що пов'язана з наявністю у часових рядах так званої «довгої пам'яті» (властивість персистентності).

Важливою характеристикою динаміки часових рядів є тривалість реакції на зовнішні впливи. Математично цю властивість описують за допомогою автокореляційної функції. Чим швидше спадає автокореляційна функція, тим менший час присутності в часовому ряді наслідків зовнішнього впливу. Явище «довгої пам'яті» було виявлено британським гідрологом Г. Херстом, який вивчав історичну статистику розливів Нілу. Він помітив, що за розливами вище середнього в наступному періоді йшли розливи ще більші; під час посушливого періоду за ним слідували більш посушливі. Отже, персистентний часовий ряд має здатність підтримувати тенденцію зміни. На переконання Мандельброта, цей ефект є характерним і для фінансових ринків. Більш того сильна залежність між попередніми та наступними значеннями з часом зменшується дуже повільно (автокореляційна функція такого процесу

зменшується гіперболічно).

Суть фрактального аналізу часових рядів полягає у тому, щоб з'ясувати, наскільки досліджувані ряди є близькими до фрактальних, та визначити характер зв'язку між лінією тренда та фрактальною розмірністю D .

Методами математичного аналізу доведено, що фрактальна розмірність задовольняє нерівність $1 < D < 2$. Значення фрактальної розмірності може бути індикатором подальшої поведінки часового ряду та можливості його прогнозування.

Якщо $D \in (1; 1,5)$ – часові ряди мають довготривалу кореляцію («довгу пам'ять»), виникає персистентний стан ринку. Водночас близьке до одиниці значення фрактальної розмірності вказує на швидке закінчення чинного тренду. Для опису динаміки таких рядів застосовуються моделі з довгою пам'яттю, зокрема ARFIMA.

Якщо $D = 1,5 \pm 0,05$ – поведінка системи стохастична, для опису динаміки використовують ARIMA-моделі.

Якщо $D \in (1,5; 2)$ – часовий ряд стає більш нелінійним. Якщо $D \rightarrow 2$, виникає антиперсистентний стан, потрібно використовувати аналіз фундаментальних факторів стану економіки або взагалі відмовитися від прогнозування.

На практиці фрактальну розмірність замінюють показником Херста, які пов'язані співвідношенням [1, с.40]

$$D = 2 - H, \quad (1.1)$$

де D – фрактальна розмірність; H – показник Херста.

Значення числових показників – фрактальної розмірності та показника Херста, які характеризують ефекти довгострокової пам'яті, відіграють важливу роль під час моделювання та передпрогнозного аналізу часового ряду.

1.4 Фрактальний R/S аналіз

Фрактальними називають еволюційні процеси, часові ряди показників яких мають довготривалу пам'ять. Прикладами таких часових рядів є часові ряди, що описують динаміку еволюційних процесів у соціально-економічній та інших сферах людської діяльності.

Фрактальний R/S-аналіз (метод нормованого розмаху) є одним з найбільш затребуваних методів розрахунку фрактальної розмірності. R/S-аналіз – це сукупність статистичних методів аналізу часових рядів, що дозволяють визначити важливі характеристики рядів, зокрема наявність неперіодичних циклів, пам'яті тощо. Метод нормованого розмаху дозволяє з'ясувати питання про наявність у часовому ряді довготривалої пам'яті, що є ознакою фрактальності (циклічності, повторюваності) ряду. Цей метод дозволяє відрізнити випадковий ряд від не випадкового, навіть якщо випадковий ряд не є гаусівським. Коефіцієнт Херста H – базовий показник фрактального аналізу [16].

Показник Херста пов'язують із коефіцієнтом нормованого розмаху $\frac{R}{S}$, де R – розмах часового ряду, S – стандартне відхилення. Херст експериментально виявив, що для багатьох часових рядів виконується рівність [22]

$$\frac{R}{S} = (\alpha n)^H, \quad (1.2)$$

де H – показник Херста;

S – середньоквадратичне відхилення ряду спостережень;

R – розмах накопиченого відхилення;

n – число періодів спостереження;

α – додатне число.

З формули (1.2) отримаємо

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(\alpha n)}. \quad (1.3)$$

Показник Херста – це число, що набуває значення з відрізка $[0;1]$, яке характеризує відношення складової функції тренда до білого шуму. Показник Херста дозволяє визначити характер часового ряду – персистентний (антиперсистентний) та характер динаміки відповідного процесу – описується детермінованим нелінійним законом, чи є випадковою. Значення показника Херста надають можливість класифікувати часові ряди та розрізнити випадкові (гаусові) та не випадкові ряди.

Є три різні класифікації для показника Херста

– $0 \leq H < 0,5$ ($1,5 < D \leq 2$) – часовий ряд є антиперсистентним або ергодичним рядом («рожевий шум»). Спостерігається схильність економічної системи до постійної зміни тенденції. Якщо система демонструє зростання у попередній період, то, скоріш за все, у наступному періоді почнеться спад. І навпаки, якщо був спад, то ймовірний близький підйом. Стійкість такої антиперсистентної поведінки залежить від того, наскільки показник Херста наближається до нуля. Чим ближче значення показника Херста до нуля, тим ряд більш мінливий або волатильний. Такий тип системи називають «поверненням до середнього».

– $H = 0,5$ ($D = 1,5$) – часовий ряд є випадковим («білий шум»), події випадкові та некорельовані, теперішній стан процесу не впливає на майбутній, не буде жодної кореляції між ретроспективними даними і прогнозними даними (випадкова поведінка економічного показника);

– $0,5 < H \leq 1$ ($1 < D < 1,5$) – часовий ряд є персистентним або трендостійким («чорний шум»). Припускається, що події не є випадковими, спостерігається тренд, збереження тенденції до зростання чи спадання

показника як у минулому, так і майбутньому. Чим ближче значення показника Херста наближаються до 0,5, тим менш виражений тренд ряду. Чим ближче значення показника до 1, тим частіше за підйомом слідує підйом, а за спадом – спад.

Слід зазначити, що відхилення значення показника Херста від 0,5 є певним проявом фрактальних властивостей процесів, які породжують часові ряди. Аналіз показника Херста (персистентності або антиперсистентності часового ряду) дозволяє спрогнозувати подальший розвиток досліджуваного процесу на основі попередніх даних. Як зазначено в [24], ці властивості виконуються і для відносно коротких часових рядів, що актуально за умови відсутності великої кількості статистичних даних.

Існують різні емпіричні способи обчислення показника Херста, найпоширенішими є алгоритми запропоновані в роботах [2,4]. Цілком логічно, що різні емпіричні способи не можуть однозначно визначати показник Херста через різні припущення та попередні перетворення початкових даних. Результати можуть відрізнятись у різних дослідників.

Загальний алгоритм розрахунку показника Херста [25]

1. Часовий ряд $Y(t)$ розбивають на A суміжних періодів довжини n .
2. Визначають середнє значення нормованого розмаху

$$\left(\frac{R}{S}\right)_n = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^A \left(\frac{R_i}{S_i}\right)_n, \quad (1.4)$$

де R_i – максимальний розмах i -го періоду;

S_i – вибіркове відхилення для i -го періоду.

3. Визначають $\ln\left(\frac{R}{S}\right)_n$ та $\ln n$.

4. Будуєть лінійну регресію $\ln\left(\frac{R}{S}\right)_n = \log c + H \log n$, у якій оцінка

кутового коефіцієнту буде дорівнювати показнику Херста. Для перевірки значущості рівняння в цілому використовують критерій Фішера, для перевірки

значущості показника Херста H використовують критерій Стюдента.

1.5 Сучасний стан ринку медичного страхування України

Здоров'я населення є одним з найважливіших показників якості людського розвитку як окремої країни, так і світу загалом. Без збереження і відтворення здоров'я населення неможливий соціально-економічний та культурний розвиток будь-якої країни. Громадське здоров'я є вкрай важливим економічним ресурсом. Інвестиції в розвиток громадського здоров'я мають не лише соціальний, а й значний економічний ефект.

Світова практика свідчить, що в сучасних умовах неможливо реалізувати завдання збереження здоров'я населення без впровадження страхових механізмів. Медичне страхування як форма соціального захисту інтересів населення має значний вплив на громадське здоров'я. Цей вплив є комплексним та залежить від багатьох факторів, зокрема організації системи громадського здоров'я, розвитку ринку медичного страхування, характеристики страхових програм, доступності медичних послуг тощо.

Дослідження динаміки ринку медичного страхування вкрай важливо для розуміння характеру впливу страхування на громадське здоров'я. Наукове обґрунтування впливу послуг страхування на охорону здоров'я є підґрунтям для ухвалення рішень державними органами, страховими компаніями, іншими структурами з метою покращення системи охорони здоров'я та забезпечення ефективного доступу до медичних послуг.

Питанням аналізу ринку медичного страхування України присвячено роботи [26–28].

Ринок медичного страхування характеризується різноманітними статистичними показниками, які вказують на його розмір, динаміку, конкурентоспроможність та інші аспекти. Деякі з основних статистичних

показників для аналізу ринку медичного страхування включають:

- обсяг ринку – загальна величина страхових премій або вартості полісів, що продаються на ринку медичного страхування;
- динаміка зростання – зміна обсягу ринку протягом певного періоду часу, дозволяє визначити динаміку його розвитку;
- поділ ринку – аналіз часток ринку між різними страховими компаніями, допомагає визначити їхню конкурентоспроможність та стратегічне положення;
- число застрахованих осіб – кількість людей, які мають страховий поліс медичного страхування;
- типи полісів – розподіл між різними типами медичних полісів, характеризує специфічні тенденції споживання та попиту на ринку медичного страхування;
- витрати на організацію – аналіз витрат страхових компаній на адміністративні витрати, медичні послуги та інші аспекти, дозволяє оцінити ефективність їхньої діяльності та конкурентоспроможність;
- страхові виплати – обсяг виплат страховим компаніям є важливим показником їхньої фінансової стабільності та здатності вирішувати страхові випадки.

Статистичні показники дозволяють аналізувати стан та тенденції ринку медичного страхування, можуть бути використані для ухвалення рішень страховими компаніями, регуляторами та споживачами.

Динаміка зміни страхових платежів та виплат у секторі медичного страхування протягом 2008 – 2021 років представлена на рисунку 1.2.

У контексті військової агресії проти України експерти страхового ринку відмічають зростання попиту на медичне страхування, спостерігається поновлення страхових полісів, що були призупинені у 2022 році, які розглядаються як важливий елемент захисту населення.

Компанії, що спеціалізуються на медичному страхуванні, активно адаптують свої стратегії та продукти до змінених умов воєнного часу.

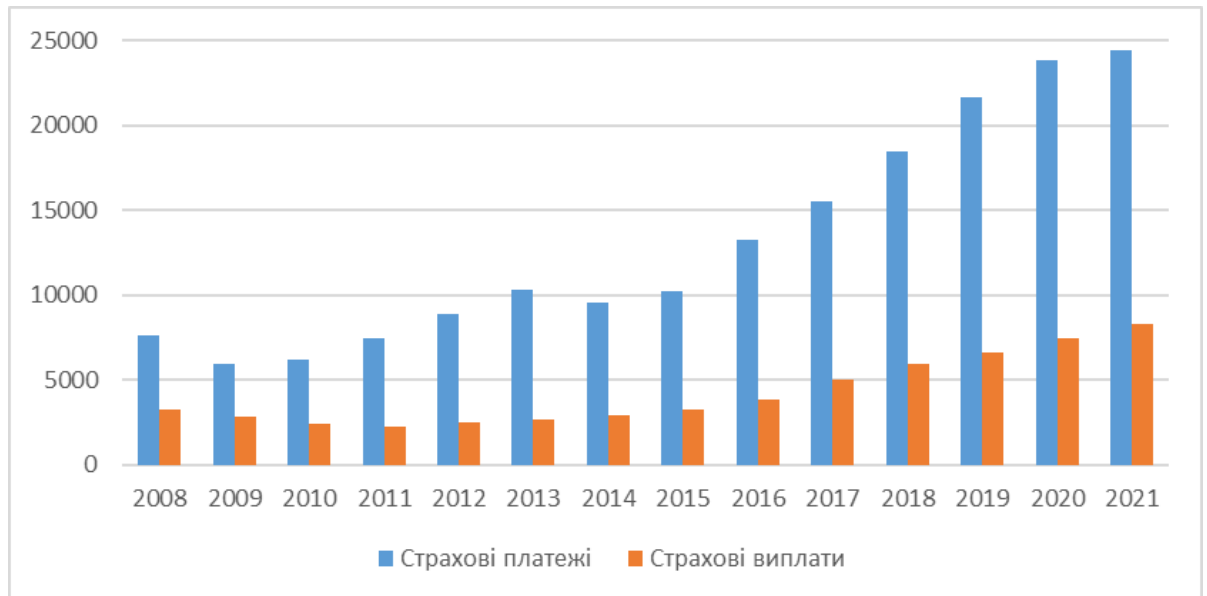


Рисунок 1.4 – Динаміка страхових платежів та виплат у секторі медичного страхування

Джерело: побудовано автором за даними [29]

Експерти передбачають, що вартість страхових полісів продовжить корелювати із зростанням вартості медичних послуг та медикаментів. Експерти припускають, що медичне страхування стане суттєвим драйвером на страховому ринку України, виконуючи ключову роль в умовах нестабільності.

За вказаних обставин, питання моделювання ринку медичного страхування України є вельми актуальним, що зумовило вибір теми дослідження, її мету та методи дослідження.

2 R/S -АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РИНКУ МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ

2.1 Опис вхідних даних

Для фрактального аналізу динаміки ринку медичного страхування України в роботі використовується показник валових страхових премій (Добровільне особисте страхування) за період з 2000 по 2023 роки.

Таблиця 1 – Вхідні дані

Рік	Валові страхові премії	Рік	Валові страхові премії
2000	214,8	2012	3 153,5
2001	281,5	2013	3 627,1
2002	257,6	2014	3 229,0
2003	368,2	2015	1 488,8
2004	414,6	2016	1 718,3
2005	520,1	2017	5 485,9
2006	723,4	2018	6 021,2
2007	1 021,2	2019	6 627,1
2008	1 451,3	2020	7 078,7
2009	1 442,3	2021	8 912,1
2010	1 679,1	2022	9 214,8
2011	2 329,1	2023 (9 міс)	9 679,1

Джерело: побудовано автором за даними [29]

Дані про валові страхові премії вказують на загальний обсяг грошових коштів, які сплачуються страховикам за страхові послуги у відповідний період часу. Цей показник є одним з основних для страхового ринку, оскільки він визначає обсяг фінансових ресурсів, що входять в систему страхування.

Загалом, ринок медичного страхування демонструє тенденцію стійкого зростання валових страхових премій, починаючи з 2000 року. Це може бути

пояснено збільшенням попиту на особисте страхування та розширенням портфеля страхових продуктів. Значні зростання валових страхових премій характерні для 2006–2008 роки та період після 2015 року. Ці періоди можуть вказувати на етапи економічного розвитку країни, підвищення соціальної забезпеченості або зміни в страхових програмах. На відміну від інших років, період 2015–2016 років характеризується певним зменшенням валових страхових премій, що може бути пов'язано з різкими змінами в економіці, соціальних умовах або страхових стратегіях.

Зростання валових страхових премій вказує на потенційне зростання фінансових ресурсів, які страховики використовують для покриття медичних витрат клієнтів. Збільшення фінансових ресурсів на покриття медичних витрат клієнтів може призвести до розширення медичних страхових програм, покращення обслуговування та більшої конкуренції на ринку медичного страхування.

Аналіз даних валових страхових премій у (Добровільне особисте страхування) є важливим для окремої країни з кількох ключових причин:

- стабільність економіки – збільшення валових страхових премій може свідчити про підвищення стабільності та зростання економіки країни. Заходи з добровільного особистого страхування можуть бути економічним індикатором, який вказує на довгострокову стійкість та позитивні економічні перспективи;

- забезпеченість населення – зростання обсягу страхових премій може свідчити про підвищення рівня забезпеченості населення. Більше людей може дозволити собі страхові послуги, що веде до покращення фінансової безпеки та захисту від негайних фінансових ризиків;

- зростання соціального захисту – збільшення валових страхових премій може вказувати на розвиток соціальної системи та заходів соціального захисту;

- розвиток страхового ринку – зростання обсягів страхових премій може стимулювати розвиток страхового ринку, привертаючи нових учасників та розширюючи спектр страхових продуктів;

- регулювання та нагляд – аналіз валових страхових премій дозволяє урядовим органам оцінити ефективність регулювання, контролювати фінансову стійкість страхових компаній та захищати інтереси споживачів.

Аналіз динаміки валових страхових премій надає інформацію про тенденції в розвитку ринку добровільного особистого страхування. Зростання або зменшення валових премій може свідчити про зміни в попиті на страхові послуги, економічну ситуацію та інші фактори, що впливають на ринок медичного страхування. Отже, аналіз показника «валових страхових премій» має важливе значення як для визначення економічного стану країни, соціальної добробуту, так і розвитку ринку медичного страхування країни.

2.2 Реалізація R/S аналізу часового ряду

Існують різні методики розрахунку показника Херста. Загальний алгоритм розрахунку показника Херста наведено в [25]. Аналіз наукових публікацій показує, що методика обчислення показника Херста залежить від кількості рівнів часового ряду. В роботі [35] з метою фрактального аналізу динаміки курсу криптовалюти Bitcoin було використано дві різні методики обчислення показника Херста.

Для проведення фрактального аналізу часового ряду показника валових страхових премій в роботі використовується алгоритм, запропонований в роботах [2,4].

Нехай задано часовий ряд $y(t) = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)\}$, де n – кількість рівнів. Для проведення R/S-аналізу необхідно:

1. Обчислити середнє значення $\bar{y}(t)$ та середньоквадратичне відхилення S .

2. Для кожного рівня ряду обчислити відхилення від середнього значення за формулою $y_i(t) - \bar{y}(t)$.

3. З послідовності отриманих відхилень, за допомогою послідовного накопичення суми, утворити кумулятивний ряд за формулою

$$Z = \sum_{i=1}^n (y_i(t) - \bar{y}(t)). \quad (2.1)$$

4. Для кумулятивного ряду (2.1) визначити розмах варіації

$$R = \max Z - \min Z. \quad (2.2)$$

5. Визначити показник Херста за допомогою логарифмування емпіричної формули $\frac{R}{S} = \left(\frac{N}{2}\right)^H$:

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(n/2)}. \quad (2.3)$$

6. Залежно від значення показника Херста зробити висновок щодо персистентності або антиперсистентності часового ряду.

Відповідно до вказаного алгоритму за формулами (2.1)–(2.3) знайдено значення показника Херста $H \approx 0,94$, що дозволяє зробити висновок про персистентність або трендостійкість часового ряду.

Результати розрахунку показника Херста представлені на рисунку 2.1. Проміжні етапи виконання алгоритму (2.1)–(2.3) наведено в додатку Б (рисунок Б1).

AVERAGE	3455,783
STDEV	3044,708
R	31123,95
R/S	10,22231
ln(R/S)	1,009549
ln(n/2)	1,079181
H	0,935477

Рисунок 2.1 – Результати розрахунку показника Херста за алгоритмом
(2.1) – (2.3)

Аналіз отриманого значення показника Херста показує, що ряд показника валових страхових премій є персистентним (трендостійким), майбутні значення залежать від минулих. Якщо ряд зростає у попередній період, то скоріш за все, що він буде зберігати таку тенденцію протягом деякого часу у майбутньому. Якщо ряд спадає у попередній період, то скоріш за все, що він буде зберігати таку тенденцію протягом деякого часу у майбутньому.

Оскільки показник Херста набуває значення з проміжку $(0,5;1)$, то для опису динаміки ряду показника валових страхових премій потрібно використовувати ARIMA-модель.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ARIMA-МОДЕЛІ

3.1 Алгоритм побудови ARIMA моделі

ARIMA-модель – це поширений клас статистичних моделей для аналізу та прогнозування даних часових рядів. Вона добре працює із стандартними структурами в даних у формі часових рядів та забезпечує потужний спосіб для створення якісних прогнозів часових рядів.

ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) – це аббревіатура, яка фіксує ключові аспекти самої моделі (AR – авторегресія, I – інтегрованість, MA – ковзне середнє).

Складові ARIMA моделі: p – порядок затримки (кількість спостережень із затримкою, що включені до моделі); d – порядок різниць (кількість разів застосування до часового ряду методу різниць); q – порядок ковзного середнього.

Розглянемо методологію Бокса-Дженкінса побудови ARIMA-моделі.

Побудова моделі складається з трьох етапів: 1) ідентифікація моделі; 2) оцінювання моделі і перевірка її адекватності; 3) прогнозування.

На першому етапі ряд перевіряють на стаціонарність. Найчастіше за допомогою візуального аналізу графіка, візуального аналізу вибіркової автокореляційної (ACF) і часткової автокореляційної (PACF) функцій і тестів на одиничні корені (Дікі-Фулера) – ADF. Після отримання стаціонарного ряду досліджують характер поведінки вибіркової ACF і часткової PACF, висувають гіпотези щодо значень параметрів (p, q) .

Другий етап – оцінка параметрів моделі. Найчастіше використовують метод максимальної правдоподібності. Для кожної з обраних моделей оцінюють її параметри та обчислюють залишки, за допомогою яких йде

перевірка на адекватність. Третій етап – прогнозування.

3.2 Побудова ARIMA-моделі за допомогою ППП STATISTICA

Для побудови моделі ARIMA-моделі в роботі використано програмний пакет для статистичного аналізу STATISTICA. Пакет STATISTICA використовують для аналізу, прогнозування, контролю якості, візуалізації вхідних даних тощо.

На початковому етапі аналізу часового ряду будують його графік з метою виявлення нестационарності, тренду та сезонних змін.

Вимога побудови коректної моделі часового ряду – стаціонарність часового ряду.

Для стаціонарного часового ряду математичне сподівання та дисперсія є сталими величинами, автокореляційна функція залежить лише від різниці між двома моментами часу $\tau = t_2 - t_1$.

Для перевірки стаціонарності ряду можна проводити аналіз автокореляційної функції та часткової автокореляційної функції. Якщо початковий ряд не є стаціонарним, його потрібно привести до стаціонарного. Зазвичай використовують оператор взяття послідовних різниць, тим самим визначається значення параметра d .

Першим кроком є побудова графіку вхідних даних (Y) – валових страхових премій на ринку медичного страхування України за період 2000 – 2023 роки.

Аналіз графіку (рис. 3.1) показує наявність чітко вираженої тенденції до зростання, що свідчить про нестационарність часового ряду (рис. 3.1).

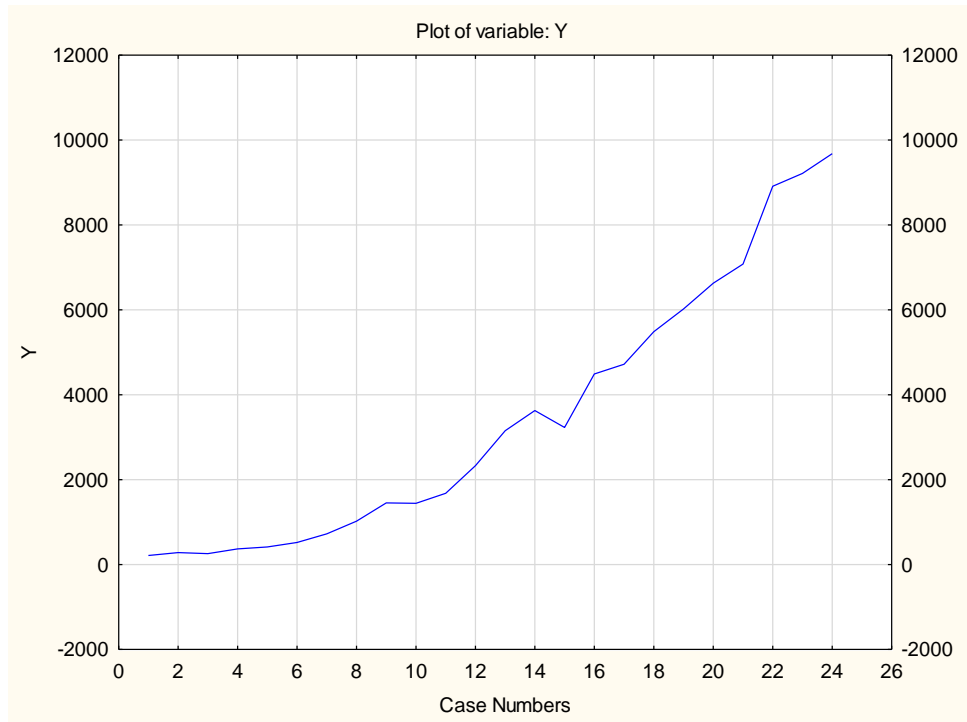


Рисунок 3.1 – Ряд величини Y

Застосуємо до початкового ряду метод перших різниць, тобто різниць між сусідніми рівнями ряду (рис. 3.2).

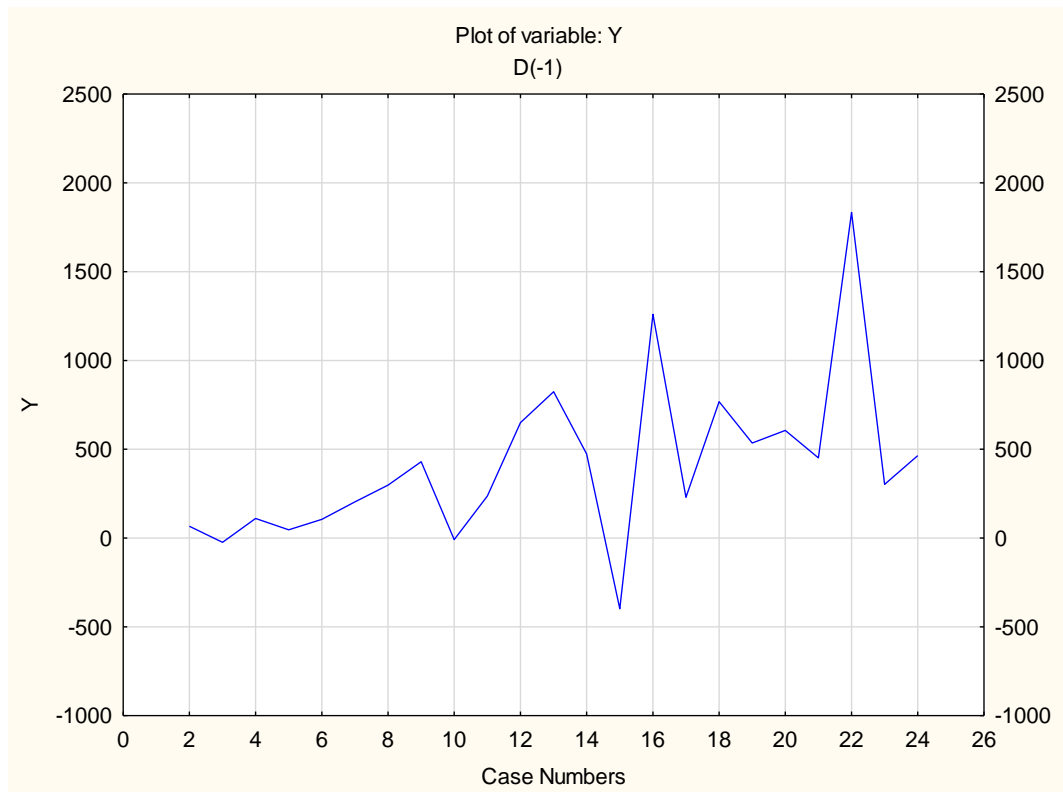


Рисунок 3.2 – Графік перших різниць

Аналіз графіку ряду перших різниць дозволяє зробити висновок про відсутність тренду та сезонності, що може свідчити про стаціонарність ряду.

Для перевірки стаціонарності ряду перших різниць застосуємо тест Дікі-Фулера. Розглянемо ряд перших різниць і розрахуємо параметри рівнянь: рівняння тестової регресії без константи та тренду (3.1); рівняння регресії з константою, але без тренду (3.2); рівняння регресії з константою та лінійним трендом (3.3) :

$$\Delta y_t = b \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

$$\Delta y_t = b_0 + b \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

$$\Delta y_t = b_0 + b_1 \cdot t + b \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

де $\Delta y = y_t - y_{t-1}$;

y_t – часовий ряд фактичних даних;

y_{t-1} – часовий ряд, зсунутий на один крок;

b_0, b_1, b_2 – параметри регресії;

ε_t – випадкова похибка.

Для кожної з регресій існують свої критичні значення DF-статистики. Параметри регресії розраховуємо за допомогою середовища MS Excel. Значення параметрів регресії представлено на рисунку 3.3, що підтверджує стаціонарність ряду перших різниць.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Data	Value		k	l	k+1	k-1						
2	2000	214.8		-	-	-	-		c	20		табл.	2.063899
3	2001	281.5		0	0	0	0		b	18			
4	2002	257.6		0	1	1	-1						
5	2003	368.2		1	0	1	1		tc	8.461131		дисп1	1.712477
6	2004	414.6		1	0	1	1		td	7.667905		дисп2	2.347447
7	2005	520.1		1	0	1	1						
8	2006	723.4		1	0	1	1						
9	2007	1,021.2		1	0	1	1						
10	2008	1,451.3		1	0	1	1						
11	2009	1,442.3		0	0	0	0						
12	2010	1,679.1		1	0	1	1						
13	2011	2,329.1		1	0	1	1						
14	2012	3,153.5		1	0	1	1						
15	2013	3,627.1		1	0	1	1						
16	2014	3,229.0		0	0	0	0						
17	2015	4,488.8		1	0	1	1						
18	2016	4,718.3		1	0	1	1						
19	2017	5,485.9		1	0	1	1						
20	2018	6,021.2		1	0	1	1						
21	2019	6,627.1		1	0	1	1						
22	2020	7,078.7		1	0	1	1						

Рисунок 3.3 – Реалізація тесту Дікі-Фулера в MS Excel

Оскільки ряд перших різниць є стаціонарним, можна перейти до наступного етапу – визначення параметрів для побудови моделі ARIMA (p, d, q) .

Проаналізуємо автокореляційну функцію (рис. 3.4 – 3.5).

Дані в таблиці представляють коефіцієнти автокореляції, стандартні помилки, значення статистики Box & Pierce, p -значення для кожного з лагів, а також значення статистики Ljung Q та відповідні p -значення.

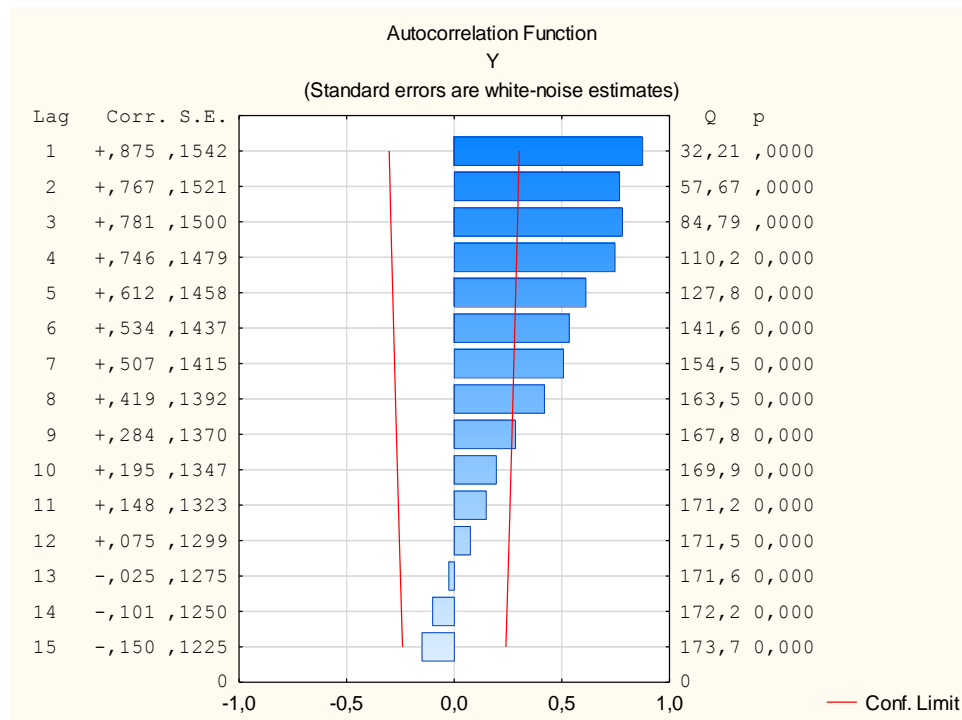


Рисунок 3.4 – Автокореляційна функція процесу

Аналіз p -значень підтверджує статистичну значущість автокореляції на різних лагах. Значення статистики Ljung Q також вище критичної області для всіх лагів, що підтверджує важливість автокореляції.

Autocorrelation Function (Лист1 in Страхові_внески) Y (Standard errors are white-noise estimates)				
Lag	Auto-Corr.	Std.Err.	Box & Ljung Q	p
1	0,869935	0,191987	20,53194	0,000006
2	0,737658	0,187767	35,96572	0,000000
3	0,591858	0,183450	46,37450	0,000000
4	0,482534	0,179029	53,63909	0,000000
5	0,366616	0,174496	58,05330	0,000000
6	0,254680	0,169842	60,30184	0,000000
7	0,142468	0,165056	61,04687	0,000000
8	0,048465	0,160128	61,13847	0,000000
9	-0,045282	0,155043	61,22377	0,000000
10	-0,115735	0,149786	61,82079	0,000000
11	-0,204924	0,144338	63,83650	0,000000
12	-0,278895	0,138675	67,88118	0,000000
13	-0,322796	0,132771	73,79202	0,000000
14	-0,347075	0,126592	81,30880	0,000000
15	-0,375096	0,120096	91,06379	0,000000

Рисунок 3.5 – Значення автокореляційної функції

Часткова автокореляція (Partial Auto r) вказує на кореляцію між рівнями часового ряду на різних лагах, за умови урахування впливу проміжних лагів (рис. 3.5 – 3.6).

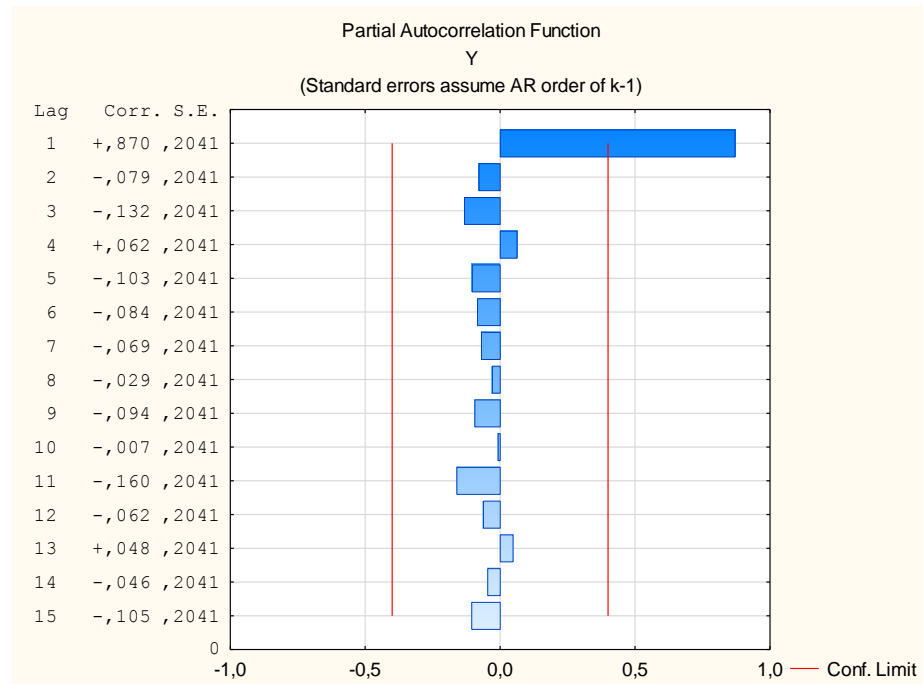


Рисунок 3.5 – Часткова автокореляційна функція

Partial Autocorrelation Function (Лист1 in Страхові_внески) Y (Standard errors assume AR order of k-1)		
Lag	Partial- Auto r.	Std.Err.
1	0,869935	0,204124
2	-0,078648	0,204124
3	-0,132008	0,204124
4	0,062262	0,204124
5	-0,103110	0,204124
6	-0,083797	0,204124
7	-0,069291	0,204124
8	-0,028695	0,204124
9	-0,093734	0,204124
10	-0,007387	0,204124
11	-0,160244	0,204124
12	-0,062218	0,204124
13	0,047598	0,204124
14	-0,046382	0,204124
15	-0,105352	0,204124

Рисунок 3.6 – Значення часткової автокореляційної функції

Перше значення (0,869) є значущим (червоним), що свідчить про велику часткову автокореляцію на першому лазі. Решта значень не є статистично значущими і не вказують на суттєвий вплив проміжних лагів на поточне значення.

Аналіз отриманих результатів показує, що нульова гіпотеза про одиничний корінь приймається, тобто процес є нестационарним.

Графік автокореляції та часткової автокореляції надає важливу інформацію про структуру даних та можливі параметри для ARIMA моделі.

Для з'ясування питання, чи відноситься ряд до моделі AR (авторегресії), MA (ковзного середнього) чи ARMA (авторегресії та ковзного середнього разом), можна проаналізувати коефіцієнти автокореляції (ACF) та часткової автокореляції (PACF) для різних лагів.

- AR (авторегресія): якщо ACF спадає експоненційно або у формі «розгалуженої вилки», а PACF виявляє значущі значення лише на одному або кількох лагах, то це може вказувати на модель AR;

- MA (ковзне середнє): якщо PACF спадає експоненційно або у формі «розгалуженої вилки», а ACF виявляє значущі значення лише на одному або кількох лагах, то це може вказувати на модель MA;

- ARMA (авторегресія та ковзне середнє разом): якщо як ACF, так і PACF виявляють значущі значення на одному або кількох лагах, то це може вказувати на модель ARMA.

Аналіз рисунків 3.3–3.5 дозволяє зробити висновок, що даний ряд належить до моделі AR. Отримали модель ARIMA(1,1,0) – модель часового ряду з авторегресійною складовою (AR), яка означає, що для прогнозу наступного значення використовується попереднє значення ($p = 1$), часовий ряд є стаціонарним після знаходження різниць 1-го порядку ($d = 1$), ковзне середнє в цій моделі не використовується ($q = 0$) (рис. 3.8).

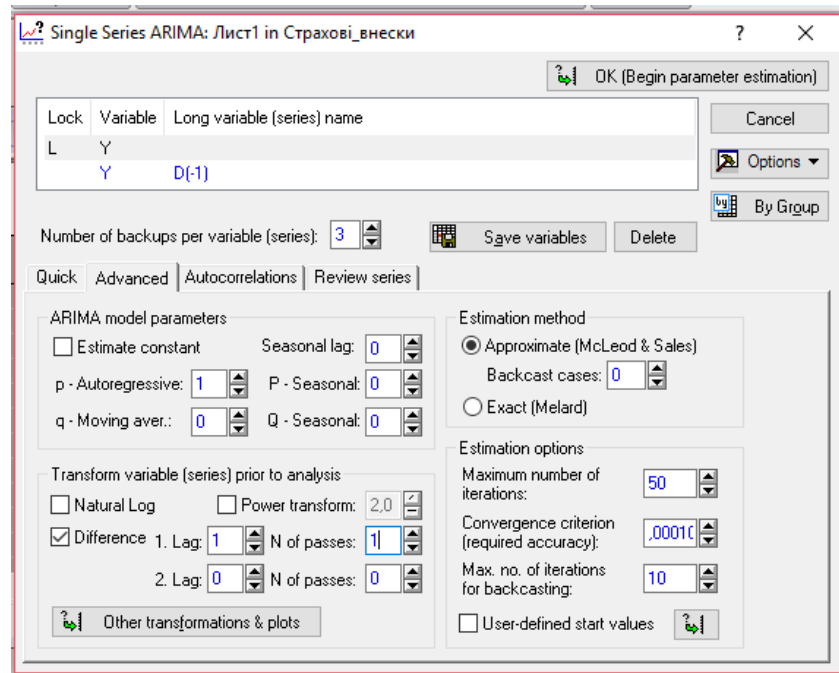


Рисунок 3.8 – Стартова панель діалогу ARIMA

Аналізуючи отримані результати, можна побачити, що коефіцієнт авторегресії $p(1)$ оцінений як 0,42696. Він є статистично значущим (червоний), оскільки p -значення менше 0,05. Стандартна похибка для оцінки коефіцієнта авторегресії складає 0,20039. Початкова SS дорівнює 8642E3, а заключна SS становить 7106E3. Це означає, що модель здійснила певне поліпшення, зменшивши загальну суму квадратів помилок на 82,23% (рис. 3.9).

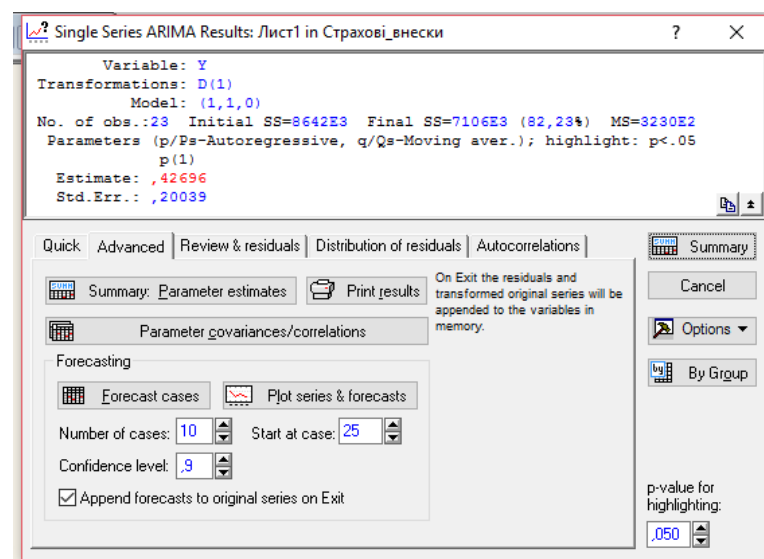


Рисунок 3.9 – Вікно результатів оцінювання

Статистичну значущість параметра $p(1)$ також підтверджує аналіз результатів, представлених на рисунку 3.10. Оцінка параметра $p(1)$ дорівнює 0,426959765, його p -значення (p -value) дорівнює 0,0445, що є меншим за 0,05. Отже, параметр $p(1)$ є статистично значущим.

Input: Y (Лист1 in Страхові_внески)						
Transformations: D(1)						
Model:(1,1,0) MS Residual= 3230E2						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(22)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
p(1)	0,426960	0,200391	2,130631	0,044543	0,011374	0,842546

Рисунок 3.10 – Основні характеристики моделі

Рівняння для моделі ARIMA(1,1,0) з показником p може бути вигляду

$$Y_t - Y_{t-1} = 0,42696 \cdot (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_t,$$

де Y_t – поточне значення часового ряду,

Y_{t-1} – попереднє значення часового ряду,

ε_t – біле шумове випадкове значення для поточного моменту часу.

Наступний етап – перевірка адекватності моделі. Для підтвердження адекватності моделі необхідно показати, що залишки є лінійно незалежними та нормально розподіленими.

Незалежність залишків перевіримо за допомогою графіка автокореляційної функції (рис. 3.11). З графіка видно, що кореляція між залишками відсутня, оскільки значення автокореляційної функції наближається до 0.

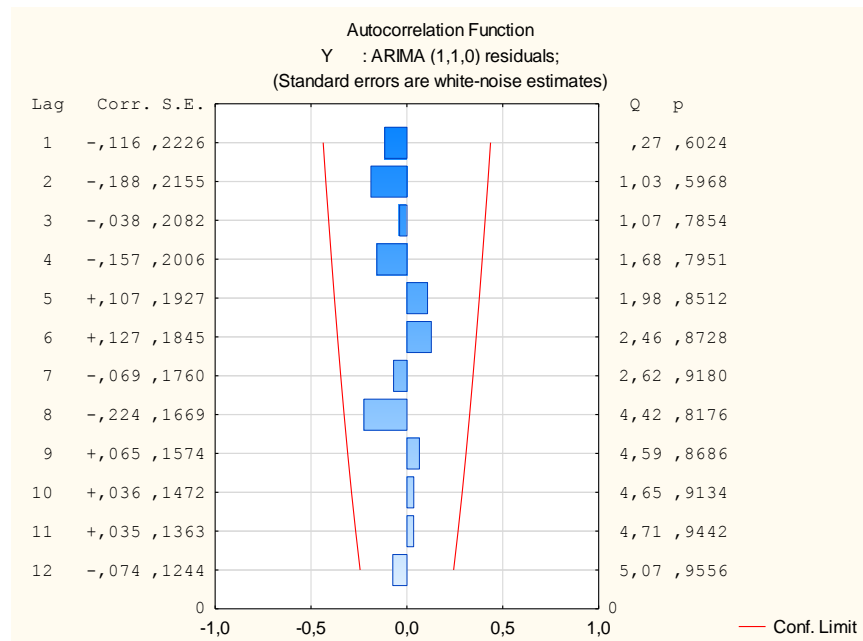


Рисунок 3.11 – Автокореляційна функція залишків моделі

Аналізуючи загальну автокореляційну діаграму, можна відзначити, що значення Q-статистики Бокса-Пірса становить 5,07, що є важливим показником статистичної значущості. Ймовірність того, що залишки є білим шумом, становить 0,9556, що вказує на те, що модель відповідає умовам білого шуму.

Аналіз автокореляційної та часткової автокореляційної функції залишків моделі підтверджує відсутність автокореляції залишків моделі (рис. 3.11 – 3.12).

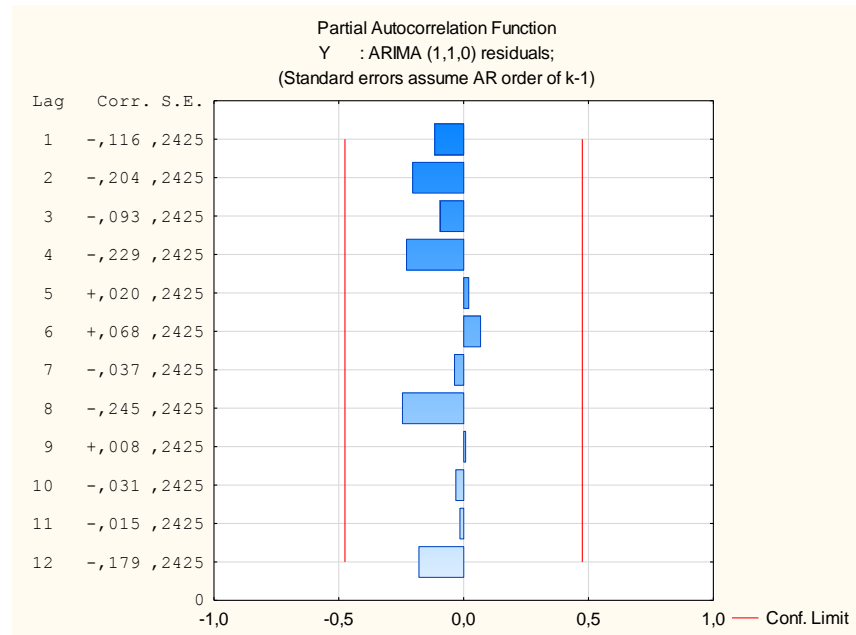


Рис. 3.12 – Часткова автокореляційна функція залишків моделі

Для рівня значущості 0,05 параметри моделі є статистично значущими. Це детально підтвержується графіком 3.11–3.12, на якому значення автокореляційної функції вписуються в межі червоних ліній.

Нормальність розподілу залишків моделі перевіряється за допомогою критерія Колмогорова-Смірнова. Аналіз гістограми розподілу залишків дозволяє зробити висновок про нормальність їхнього розподілу (рис. 3.13).

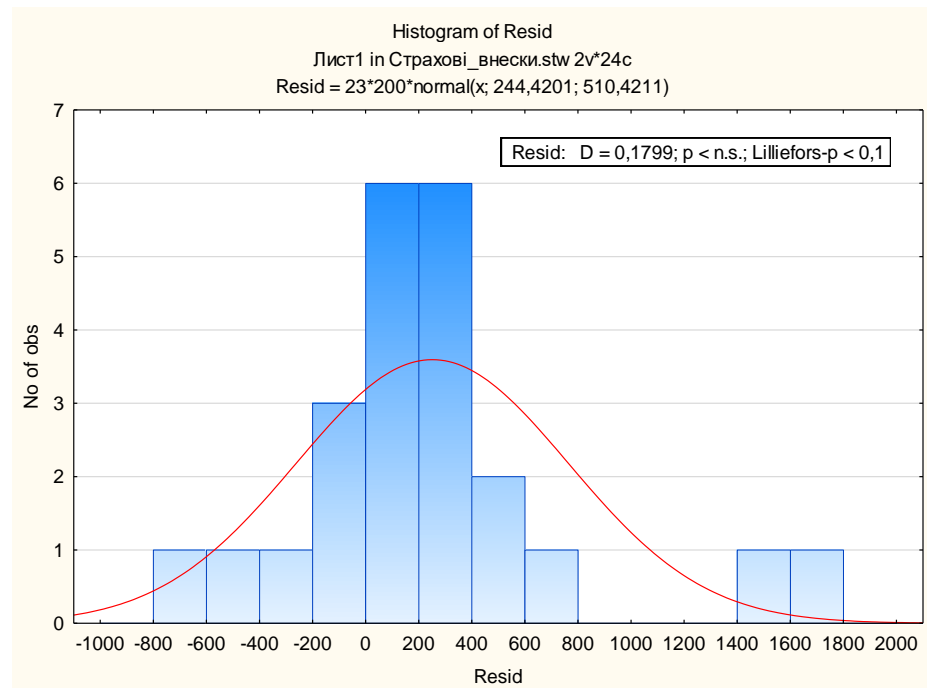


Рисунок 3.13 – Гістограма залишків моделі

Відсутність автокореляції залишків, нормальність їхнього розподілу підтверджує адекватність побудованої ARIMA-моделі.

Отже, можемо виконати прогнозування на 5 наступних років (рис. 3.14 – 3.15).

Forecasts; Model:(1,1,0) Seasonal lag: 12 (Лист1 in Страхові_внески)				
Input: Y				
Start of origin: 1 End of origin: 24				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
25	9877,34	8901,452	10853,22	568,319
26	9961,98	8261,522	11662,43	990,281
27	9998,11	7683,411	12312,82	1347,996
28	10013,54	7173,033	12854,05	1654,206
29	10020,13	6720,589	13319,67	1921,529

Рисунок 3.14 – Результати прогнозування на наступні 5 років

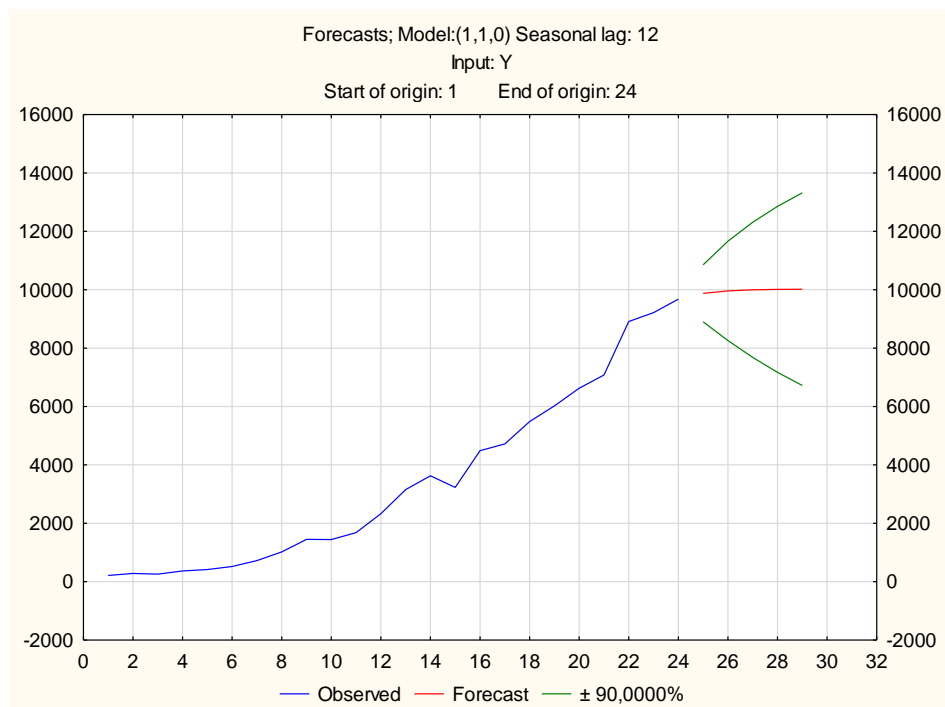


Рисунок 3.15 – Графік прогнозування на наступні 5 років

Надані дані представляють прогнозні значення разом з нижньою та верхньою межею і стандартною похибкою для різних відсоткових інтервалів (90% та 95%). Прогнозовані величини починаються з 9877,34 і зростають до 10020,13. Це вказує на очікуваний позитивний тренд в майбутньому. Довірчі

інтервали (90% та 95%) вказують на діапазон, в якому ймовірно буде знаходитися майбутнє значення. З наведених інтервалів видно, що прогнозовані значення мають відносно широкий діапазон, що може бути пов'язано зі значеннями стандартної похибки. Чим менше значення стандартної похибки, тим більш точним вважається прогноз.

Отже, застосування ППП STATISTICA дозволило реалізувати всі етапи побудови ARIMA-моделі для прогнозування динаміки валових страхових премій на ринку медичного страхування України:

- провести ідентифікацію моделі;
- оцінити параметри моделі та перевірити її адекватність;
- спрогнозувати рівень валових страхових премій на ринку медичного страхування України.

Одержані результати можуть бути використані для моделювання інших показників ринку медичного страхування.

ВИСНОВКИ

Наприкінці ХХ століття відбулися принципові зміни у загальноприйнятій системі наукових уявлень – перехід до нелінійної парадигми. Об'єктивні цивілізаційні зміни, що впливають на сучасні соціально-економічні системи, потребують нових методів моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів.

Одним з перспективних методів дослідження та моделювання соціально-економічних процесів є фрактальний аналіз. Сучасні дослідження підтверджують, що багато природних та соціальних явищ мають фрактальні властивості, які проявляються на різних масштабах подібними структурами. Головна ідея фрактального аналізу – застосування математичної концепції теорії фракталів до дослідження складних систем. Цей метод дозволяє досліджувати складні закономірності, які можуть бути приховані у хаотичних нелінійних системах. Фрактальний аналіз спрямований на виявлення рекурсивних (фрактальних) моделей. Суть фрактального аналізу часових рядів полягає у тому, щоб з'ясувати, наскільки досліджувані ряди є близькими до фрактальних, що дозволить побудувати моделі для дослідження їхньої динаміки. Саме значення фрактальної розмірності є індикатором подальшої поведінки часового ряду та можливості його прогнозування.

В роботі проведено аналіз сучасних методів моделювання та прогнозування фінансового ринку, зокрема ринку медичного страхування, досліджено основні поняття та методи фрактального аналізу часових рядів; реалізовано фрактальний R/S-аналіз часового ряду валових страхових премій на ринку медичного страхування України за допомогою табличного процесора MS Excel.

Результатом роботи є ARIMA-модель для прогнозування динаміки валових страхових премій на ринку медичного страхування України, що реалізована за допомогою ППП STATISTICA.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Максишко Н.К. Моделювання економіки методами дискретної нелінійної динаміки : Монографія. Запоріжжя, 2009. 416 с
2. Mandelbrot B.B., Hudson R. L The (mis)behavior of markets. A fractal view of risk, ruin and reward. New York : Basic Books, 2004. 328 p.
3. Peters, E.E. (1994) Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment & Economics. A Wiley Finance Edition.
4. Peters, E.E. (1996) Chaos and Order in the Capital Markets: A New View of Cycles, Prices, and Market Volatility 2nd Edition
5. Грінченко В. Т., Курилко О. Б., Маципура В. Т. Фрактальні властивості складних сигналів і випадкові хвилеві поля. Навчальний посібник. Київ : КНУ ім. Т. Шевченка, 2020. 239 с.
6. Сучасні методи дослідження нелінійних динамічних систем / О. О. Сердюк. Краматорськ : ДДМА, 2018. 120 с.
7. Phinyomark, Angkoon, Robyn Larracy, and Erik Scheme. "Fractal analysis of human gait variability via stride interval time series." *Frontiers in physiology* 11 (2020): 333.
8. Karaca, Yeliz, and Dumitru Baleanu. "A novel R/S fractal analysis and wavelet entropy characterization approach for robust forecasting based on self-similar time series modeling." *Fractals* 28.08 (2020): 2040032.
9. Kuchansky, Alexander, et al. "Fractal time series analysis in non-stationary environment." *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*. IEEE, 2019.
10. Makletsov S.V., Opokina N.A., Shafigullin I.K. Application of fractal analysis method for studying stock market. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. 2020. Vol.11, № 1. P. 1–8.

11. Wang, H.Y., & Wang, T.T. Multifractal analysis of the Chinese stock, bond and fund markets. *Physica-Statistical mechanics and its applications*. 2018. Vol. 152. P. 280–292.
12. Aslam, F., Ferreira, P., Ali, H., Kauser, S. Herding behavior during the Covid-19 pandemic: a comparison between Asian and European stock markets based on intraday multifractality. *Eurasian Economic Review*. 2022. Vol. 12. P. 333–359 <https://doi.org/10.1007/s40822-021-00191-4>.
13. Aslam, F., Mohti, W., & Ferreira, P. Evidence of Intraday Multifractality in European Stock Markets during the recent Coronavirus (COVID-19) Outbreak. *International Journal of Financial Studies*. 2020. Vol. 8(2). P. 1–13.
14. Tebyaniyana, H., Jahanshad, A., Heidarpoor, F. Analysis of Weak Performance Hypothesis, Multi-Fractality Feature and long-Term Memory of Stock Price in Tehran Stock Exchange. *Int. J. Nonlinear Anal. Appl.* (2020) Vol. 11, No. 2. P. 161–174.
15. Chen, C., & Wang, Y. Understanding the multifractality in portfolio excess returns. *Physica A*. 2017. Vol. 466. P. 346–355.
16. Гардер С. Є., Корніль Т. Л. Фрактальний аналіз та прогнозування тенденції фінансового часового ряду. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях*. 2018. № 3 (1279). С. 37–40.
17. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем: монографія / Дербенцев В.Д., Сердюк О.А., Соловйов В.М., Шарапов О.Д. Черкаси : Брама-Україна, 2010. 287 с.
18. Соловйов В.М., Сердюк О.А., Данильчук Г.Б. Моделювання складних систем : Навчально-методичний посібник. Черкаси, 2016. 204 с.
19. Васильєва, О. В., Максишко Н.К.. Порівняльний аналіз динаміки інвестиційних інструментів у контексті гіпотези ефективного ринку. *Наукові записки Національного університету Острозька академія. Серія: Економіка* . 2019. № 12. С. 200–206.

20. Даценко Т.В. Система моделей оцінювання та прогнозування інноваційних фінансових інструментів (на прикладі криптовалют) : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.11. Київ, 2019. 24 с.
21. Берзлев О.Ю. Методика предпрогнозного фрактального аналізу часових рядів. *Управління розвитком складних систем*. 2013. № 16. С. 76–81.
22. Кравець Т. В., Гапоненко Т. О. Фрактальний аналіз валютного ринку за допомогою моніторингу показника Херста. *БІЗНЕСІНФОРМ*. 2015. № 11. С. 125–131.
23. Нич Л. Я., Камінський Р. М. Визначення показника Герста за допомогою фрактальної розмірності, обчисленої клітинковим методом на прикладі коротких часових рядів. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/2643/814ism2015min-100-111.pdf>.
24. Чайковська І.І. Фрактальний аналіз та тенденції розвитку інноваційних процесів на промислових підприємствах *Економічний часопис XXI*, 2014. № 7–8(2). С. 65–68.
25. Гардер С.Є., Корніль Т.Л. Фрактальний аналіз та прогнозування тенденції фінансового часового ряду. *Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: математичне моделювання в техніці та технологіях*, 2018. № 3 (1279). С. 37–40.
26. Zhuravka, O., Daher, K., & Bosak, I. Development of the Voluntary Health Insurance Market in Ukraine. *Health Economics and Management Review*, 2021. 2, 83- 91. <http://doi.org/10.21272/hem.2021.2-08>
27. Fedir Zhuravka, Olena Zhuravka and Eugenia Bondarenko. (Voluntary health insurance as a source of funding for the health care system: the world's experience and Ukraine. *Insurance Markets and Companies*, 2020. 11(1), 61-80. doi:10.21511/ins.11(1).2020.07
28. Григораш Т. Ф. Перспективи розвитку медичного страхування на ринку страхових послуг в Україні / Т. Ф. Григораш, Ю. П. Кіріченко // *Економічний простір: зб. наук. пр. Дніпропетровськ*, 2018. № 56/2. С. 138-148.

29. Фориншурер. Офіційний сайт. URL: <https://forinsurer.com/stat>
30. He D., Ross L., Vikram H., Tommaso M., Nigel J., Mikari K., Tanai K., Céline R., and Hervé T. Fintech and Financial Services: Initial Considerations// IMF Staff Discussion Note 17/05, International Monetary Fund, Washington, DC.2017. URL: <https://www.imf.org/~media/Files/.../2017/sdn1705.ashx>.
31. Soloviev, V., Semerikov, S. and Solovieva, V. Lempel-Ziv Complexity and Crises of Cryptocurrency Market. III International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence 2020 (ISC-SAI 2020). Atlantis Press. Advances in Economics, Business and Management Research. Vol. 129. 2020. pp. 299 – 306.
32. Danylchuk H., Kovtun O., Kibalnyk L. and Sysoiev O. Monitoring and modelling of cryptocurrency trend resistance by recurrent and R/S-analysis. The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020), E3S Web Conf. Vol. 166. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016613030>.
33. Чумаченко Д. І. Математичні моделі та методи прогнозування епідемічних процесів: монографія. Харків, 2020. 180 с.
34. Орехова Я.В. Прогнозування динаміки курсу Bitcoin на основі фрактального аналізу : кваліфікаційна магістерська робота. Суми : Сумський державний університет, 2020. 63 с.
35. Оліхненко К.О. Фрактальний аналіз ринку криптовалют : кваліфікаційна бакалаврська робота. Суми : Сумський державний університет, 2022. 49 с.
36. Офіційний сайт Світового банку. URL: <https://www.worldbank.org/uk/country/ukraine>.
37. Офіційний сайт Міністерства охорони здоров'я України. URL: <http://www.moz.gov.ua>
38. Офіційний сайт Національного банку України. URL: <https://bank.gov.ua>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

SUMMARY

Olihenko K.O. Fractal Analysis of the Health Insurance Market. – Qualifying master's thesis. Sumy State University, Sumy, 2023.

The peculiarities of fractal analysis of time series, modern approaches to financial market modeling and forecasting in particular the health insurance market, are investigated in the paper. An R/S analysis of the time series of gross insurance premiums on the medical insurance market of Ukraine was implemented. Using Statistica software built a model for forecasting the dynamics of gross insurance premiums on the medical insurance market of Ukraine.

Keywords: health insurance, ARIMA model, Hurst indicator, R/S analysis, fractal analysis, time series.

АНОТАЦІЯ

Оліхненко К.О. Фрактальний аналіз ринку медичного страхування. – Кваліфікаційна робота магістра. Сумський державний університет, Суми, 2023.

У роботі досліджено особливості фрактального аналізу часових рядів, сучасні підходи до моделювання та прогнозування фінансового ринку, зокрема ринку медичного страхування. Здійснено реалізацію R/S-аналізу часового ряду валових страхових премій на ринку медичного страхування України. Побудована ARIMA-модель для прогнозування динаміки валових страхових премій на ринку медичного страхування з використанням пакету прикладних програм Statistica.

Ключові слова: медичне страхування, модель ARIMA, показник Херста, R/S-аналіз, фрактальний аналіз, часові ряди.

ДОДАТОК Б
(Довідковий)

Фрагменти розрахунку показника Херста в програмному середовищі
MS Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Y	Y-Yav	Z	R	R/S			
2		214,8	-3240,98	-3240,98	31123,95	10,22231		AVERAGE	3455,783
3		281,5	-3174,28	-6415,27				STDEV	3044,708
4		257,6	-3198,18	-9613,45				R	31123,95
5		368,2	-3087,58	-12701				R/S	10,22231
6		414,6	-3041,18	-15742,2				ln(R/S)	1,009549
7		520,1	-2935,68	-18677,9				ln(n/2)	1,079181
8		723,4	-2732,38	-21410,3				H	0,935477
9		1 021,2	-2434,58	-23844,9					
10		1 451,3	-2004,48	-25849,4					
11		1 442,3	-2013,48	-27862,8					
12		1 679,1	-1776,68	-29639,5					
13		2 329,1	-1126,68	-30766,2					
14		3 153,5	-302,283	-31068,5					
15		3 627,1	171,3167	-30897,2					
16		3 229,0	-226,783	-31124					
17		4 488,8	1033,017	-30090,9					
18		4 718,3	1262,517	-28828,4					
19		5 485,9	2030,117	-26798,3					
20		6 021,2	2565,417	-24232,9					
21		6 627,1	3171,317	-21061,6					
22		7 078,7	3622,917	-17438,7					
23		8 912,1	5456,317	-11982,3					
24		9 214,8	5759,017	-6223,32					
25		9 679,1	6223,317	1,09E-11					
26	AVERAGE	3455,783							
27	STDEV	3044,708		9655,504					

Рисунок Б1 – Розрахунок показника Херста в програмному середовищі MS Excel