

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

**Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»**

Кафедра математичного моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

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

Форма здобуття освіти: дистанційна

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на тему **«Економіко-статистичний аналіз інфляції в Україні в умовах**

воєнного стану»

(назва теми)

здобувача Фатули Валерія Сергійовича
(ПІБ)

_____ *(підпис)*

Науковий керівник: доктор економічних наук,
професор Зоя БАРАНИК

_____ *(підпис)*

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

Завідувач кафедри: кандидат фізико-математичних наук,
професор Галина ВЕЛИКОІВАНЕНКО

_____ *(підпис)*

Київ 2025

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

**Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»**

Кафедра математичного моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

Галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»

Спеціальність 051 «Економіка»

ПОГОДЖЕНО

Керівник проектної групи (гарант)
освітньо-професійної програми
Ольга ПРИТОМАНОВА

(підпис)

2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри математичного
моделювання та статистики
Галина ВЕЛИКОІВАНЕНКО

(підпис)

2025 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

здобувача вищої освіти

Фатули Валерія Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

дистанційної

форми здобуття освіти

очної (денної), заочної, дистанційної

на підготовку кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему

«Економіко-статистичний аналіз інфляції в Україні в умовах воєнного стану»

Тему затверджено наказом ректора Університету від «24» квітня 2025 р. № 638-ст

Кваліфікаційна бакалаврська робота виконується на матеріалах

сайтів Національного банку України <https://bank.gov.ua/>, Державної служби статистики <https://www.ukrstat.gov.ua/> та інших відкритих джерел.

План кваліфікаційної бакалаврської роботи

Розділ 1	Теоретико-методологічні засади аналізу інфляційних процесів
Розділ 2	Статистичний аналіз динаміки інфляції в Україні в умовах війни
Розділ 3	Застосування моделі ETS для прогнозування рівня інфляції в умовах воєнного стану

Об'єкт дослідження:	інфляційні процеси в Україні в умовах воєнного стану
Предмет дослідження:	методи статистичного аналізу та прогнозування показників інфляції
Мета виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи:	аналіз інфляції в Україні в умовах воєнного стану, визначення основних закономірності її змін на основі статистичних методів, побудова моделі ETS для прогнозування індексу споживчих цін

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

У розділі 1: 1) Розглянути поняття, форми, типи та види інфляції та узагальнити теоретичні підходи щодо оцінювання інфляційних процесів; 2) Проаналізувати вплив інфляції на основні макроекономічні показники; 3) Висвітлити методику розрахунку індексу споживчих цін (ІСЦ)

У розділі 2: 1) Розглянути поняття, форми, типи та види інфляції та узагальнити теоретичні підходи щодо оцінювання інфляційних процесів; 2) Проаналізувати вплив інфляції на основні макроекономічні показники; 3) Висвітлити методику розрахунку індексу споживчих цін (ІСЦ)

У розділі 3: 1) Пояснити принципи моделей ETS (Error-Trend-Seasonality), обґрунтувати вибір моделі для даного часового ряду; 2) Побудувати ETS-модель у R для ряду ІСЦ, провести автоматичний вибір моделі та порівняння з альтернативами; 3) Побудувати прогноз індексів інфляції на наступний період; 4) Провести оцінку точності ETS-моделі за відповідними метриками; 5) Здійснити валідацію моделі за допомогою розбиття вибірки (training/test); 6) Проаналізувати, виявленні тенденції розвитку інфляції та сформулювати висновки щодо можливого її рівня в умовах війни.

Завдання підготував
науковий керівник

(підпис)

Зоя БАРАНИК

(ім'я, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

Завдання одержав
здобувач

(підпис)

Валерій ФАТУЛА

(ім'я, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота містить 60 сторінок, 5 таблиць, 14 рисунків, перелік використаних джерел з 34 найменувань.

«Економіко-статистичний аналіз інфляції в Україні в умовах воєнного стану»

Об'єктом дослідження є інфляційні процеси, що відбуваються в економіці України в умовах воєнної агресії.

Предметом дослідження є статистичні методи аналізу та прогнозування динаміки індексу споживчих цін в Україні.

Мета та завдання виконання дослідження. Метою дослідження є оцінка інфляційних трендів в Україні в умовах воєнного часу на основі застосування сучасних методів статистичного аналізу та прогнозного моделювання.

Відповідно до поставленої мети визначені такі *завдання*:

- розкрити теоретико-методологічні засади аналізу інфляційних процесів, включаючи їх економічну сутність, макроекономічні наслідки та статистичні методи вимірювання;
- провести статистичний аналіз динаміки інфляції в Україні в умовах війни, оцінити зміни індексу споживчих цін, виділити основні компоненти часового ряду та оцінити сезонні коливання;
- застосувати модель ETS для прогнозування рівня інфляції в умовах воєнного стану, оцінити якість побудованої моделі та перевірити точність отриманих прогнозів;
- на основі прогнозного моделювання здійснити оцінку майбутніх інфляційних трендів в Україні.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. Під час дослідження вивчено економічну природу інфляції та здійснено критичний аналіз методик розрахунку індексу споживчих цін. Особливу увагу приділено виявленню впливу ключових макроекономічних факторів на рівень інфляції в Україні, з урахуванням специфіки воєнного періоду. Дослідження спирається на застосування моделей ETS для прогнозування динаміки інфляції, з відповідною побудовою алгоритмів у середовищі R. Оцінка ефективності моделей здійснена на основі показників точності прогнозу та залишкової автокореляції.

Практичні результати дослідження сприяють застосуванню побудованих моделей для короткострокового та середньострокового прогнозування інфляції в Україні. Це дозволяє своєчасно виявляти зміни економічних тенденцій, що є важливим для ухвалення обґрунтованих рішень у сфері макроекономічної політики.

Рік виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи – 2025.

Рік захисту роботи – 2025.

Ключові слова: інфляція, індекс споживчих цін, аналіз сезонності, прогнозування, економетричні методи, модель ETS.

В і д г у к
про кваліфікаційну бакалаврську роботу
здобувача освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»
навчально-наукового інституту
«Інститут інформаційних технологій в економіці»
Фатули Валерія Сергійовича
на тему «Економіко-статистичний аналіз інфляції в Україні в умовах
воєнного стану»

1. Актуальність теми обумовлена тим, що в умовах повномасштабної війни в Україні, інфляція є одним із ключових викликів для економічної стабільності країни. Тому проведення якісного економіко-статистичного аналізу та прогнозування інфляційних процесів особливо актуально в умовах воєнного часу, коли економічні ризики значно посилюються.

2. Позитивні риси кваліфікаційної бакалаврської роботи: у роботі розроблено модель ETS для прогнозування рівня інфляції в умовах воєнного стану, здійснено оцінку майбутніх інфляційних трендів в Україні, що засвідчило достатній рівень автора працювати з бібліографічними джерелами, аналізувати теоретичний і практичний матеріал, обґрунтовувати висновки, застосовувати сучасні інформаційні технології.

3. Наявність самостійних розробок автора: вибір теми та виконання кваліфікаційної роботи проведено автором повністю самостійно. Кваліфікаційна робота відповідає затвердженому індивідуальному завданню та оформлена в основному відповідно до вимог, які пред'являються до кваліфікаційних робіт.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій, отриманих у роботі, пов'язана з розробленими адекватними трендовими моделями ETS для прогнозування динаміки інфляції в Україні в умовах воєнного стану. Оцінка ефективності моделей здійснена на основі показників точності прогнозу та залишкової автокореляції. Побудовані моделі сприяють виявленню змін в економічних тенденціях інфляційних процесів, що є важливим для ухвалення обґрунтованих рішень у сфері макроекономічної політики.

5. Наявність недоліків: у роботі бажано було б представити макроекономічні наслідки інфляції у зарубіжних країнах таблично або графічно. Це би підкреслило важливість вивчення інфляції та необхідність оцінення її впливу на економічне зростання в країнах світу.

6. Загальна оцінка кваліфікаційної бакалаврської роботи та її допущення до захисту перед ЕК: кваліфікаційна бакалаврська робота Фатули В.С. виконана на належному рівні та може бути допущена до захисту перед ЕК. Робота свідчить про відповідність набутих здобувачем компетентностей вимогам освітньої програми «Економічна кібернетика і Дата Сайнс», а її автор Фатула В.С., за умови успішного захисту, заслуговує на присвоєння освітньої кваліфікації «Бакалавр з економіки».

Науковий керівник: професор кафедри
математичного моделювання та статистики,
доктор економічних наук, професор _____

Зоя БАРАНИК

« 16 » червня 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ ІНФЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ	6
1.1. Економічна сутність інфляції	6
1.2. Макроекономічні наслідки інфляції	10
1.3. Статистичні методи вимірювання інфляції	15
РОЗДІЛ 2. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ІНФЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ	21
2.1. Оцінка динаміки та структури індексу споживчих цін	21
2.2. Виділення основних компонент часового ряду інфляційного процесу	29
2.3. Оцінка сезонних коливань індексу споживчих цін	34
РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ ETS ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	38
3.1 Методика побудови моделі ETS	38
3.2 Застосування моделі ETS до індексу споживчих цін України	42
3.3. Оцінка якості моделі та перевірка точності прогнозу	50
3.4. Аналіз інфляційних трендів на основі прогнозного моделювання	55
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

Інфляційні процеси є однією з ключових макроекономічних проблем, що безпосередньо впливає на добробут населення, стабільність національної економіки та ефективність функціонування фінансової системи. В умовах сьогодення, коли Україна зіткнулася з безпрецедентними викликами, спричиненими військовою агресією, аналіз та прогнозування інфляційних трендів набувають особливої актуальності. Війна призвела до значних структурних змін в економіці, порушення виробничих та логістичних ланцюгів, зростання невизначеності та посилення тиску на ціни [1, 2].

Актуальність теми кваліфікаційної бакалаврської роботи полягає в тому, що в умовах повномасштабної війни в Україні інфляція стала одним із ключових викликів для економічної стабільності держави. Зростання цін на товари та послуги відчутно позначається на добробуті населення, змінюючи купівельну спроможність і викликаючи соціальну напругу. Індекс споживчих цін - головний індикатор рівня інфляції, є базовим орієнтиром для оцінки макроекономічної ситуації в країні та формування економічної політики.

В умовах ринкової економіки повністю усунути інфляцію неможливо, однак її можна і необхідно контролювати. Для цього важливе значення має якісний економіко-статистичний аналіз та точне прогнозування інфляційних процесів, що особливо актуально в умовах воєнного часу, коли економічні ризики значно посилюються.

Збереження помірного, контрольованого рівня інфляції розглядається як основа економічної стійкості, передумова зростання ВВП, конкурентоспроможності підприємств і забезпечення гідного рівня життя населення. У сучасних умовах, коли Україна зіштовхується з тривалим збройним конфліктом, роль інфляційного моніторингу та прогнозування значно зростає [2, 3].

Аналіз наукових досліджень та практики міжнародних організацій, зокрема МВФ, Світового банку та Європейського центрального банку, засвідчує, що в умовах кризових викликів - таких як війна, пандемії чи глобальні рецесії, саме аналітика інфляційних показників та їх прогнозування стають ключовими інструментами для підтримки фінансової рівноваги та розробки ефективної макроекономічної політики. У цьому контексті особливої ваги набуває узгоджена методологія оцінки індексу споживчих цін, що дозволяє проводити порівняльний аналіз і робити обґрунтовані висновки для адаптації української економіки до внутрішніх та зовнішніх викликів.

Метою дослідження є оцінка інфляційних трендів в Україні в умовах воєнного часу на основі застосування сучасних методів статистичного аналізу та прогнозного моделювання. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних завдань:

- Розкрити теоретико-методологічні засади аналізу інфляційних процесів, включаючи їх економічну сутність, макроекономічні наслідки та статистичні методи вимірювання.
- Провести статистичний аналіз динаміки інфляції в Україні в умовах війни, оцінити зміни індексу споживчих цін, виділити основні компоненти часового ряду та оцінити сезонні коливання.
- Застосувати модель ETS для прогнозування рівня інфляції в умовах воєнного стану, оцінити якість побудованої моделі та перевірити точність отриманих прогнозів.
- На основі прогнозного моделювання здійснити оцінку майбутніх інфляційних трендів в Україні.

Об'єктом дослідження є інфляційні процеси, що відбуваються в економіці України в умовах воєнної агресії. Предметом дослідження є статистичні методи аналізу та прогнозування динаміки індексу споживчих цін в Україні.

У процесі виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи було застосовано комплекс дослідницьких методів, що забезпечили повноту та глибину аналізу. Зокрема, теоретичний аналіз використовувався для вивчення сутності

інфляційних процесів, їх причин та наслідків в умовах воєнного часу, а також для ознайомлення з методологічними підходами до аналізу часових рядів. Візуальні методи дали змогу дослідити динаміку інфляції в Україні за допомогою графіків і трендових моделей. Методи аналізу часових рядів були використані для ідентифікації структури економічних показників та побудови прогнозних моделей інфляції.

Теоретична, методична й практична цінність проведеного дослідження полягає у глибокому вивченні економічної природи інфляції та аналізі методик розрахунку індексу споживчих цін. Особливу увагу приділено виявленню впливу ключових макроекономічних факторів на рівень інфляції в Україні, з урахуванням специфіки воєнного періоду. Дослідження спирається на застосування моделей ETS для прогнозування динаміки інфляції, з відповідною побудовою алгоритмів у середовищі R. Оцінка ефективності моделей здійснена на основі показників точності прогнозу та залишкової автокореляції.

Практична цінність результатів полягає в можливості використання побудованих моделей для короткострокового та середньострокового прогнозування інфляції в Україні. Це дозволяє своєчасно виявляти зміни економічних тенденцій, що є важливим для ухвалення обґрунтованих рішень у сфері макроекономічної політики.

Інформаційною основою роботи стали наукові публікації українських та міжнародних дослідників у сфері економіки, прогнозування та статистичного аналізу, а також офіційні матеріали Державної служби статистики України.

Структурно робота складається зі вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ ІНФЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1. Економічна сутність інфляції

Сьогодні увесь світ зіткнувся зі значними проявами інфляції, спричиненим відновленням світової економіки після пандемії COVID-19, які посилилися через проблеми на ринках енергії та продуктів харчування, а також через війну росії проти України. Країни активно використовують інструменти грошово-кредитної та бюджетної політики для боротьби з цим явищем, але такі дії можуть призвести до сповільнення економічного розвитку та загрози глобальної рецесії.

Термін «інфляція» походить від латинського слова *inflatio*, що означає «роздування» або «набухання». Спочатку він використовувався для опису фізичного процесу, але з часом набув економічного значення, позначаючи зростання загального рівня цін унаслідок надмірного збільшення грошової маси в обігу.

Вперше термін «інфляція» в економічному контексті був використаний під час Громадянської війни в США (1861–1865). У цей період уряд Конфедерації випустив в обіг велику кількість паперових грошей без достатнього забезпечення, що призвело до значного зростання цін [4].

Протягом історії видатні економісти досліджували феномен інфляції, пропонуючи різні підходи до визначення природи цього поняття [5, 6, 7, 8]:

Мілтон Фрідман, провідний представник монетаристської школи, стверджував: «Інфляція завжди і всюди є грошовим явищем», підкреслюючи, що вона виникає, коли темпи зростання грошової маси перевищують темпи зростання виробництва.

Пол Самуельсон, лауреат Нобелівської премії та впливовий економіст, визнавав складність інфляції, зазначаючи, що вона може як спричиняти, так і бути наслідком монетарної експансії, підкреслюючи двосторонній зв'язок між інфляцією та грошовою масою.

Джон Мейнард Кейнс, засновник кейнсіанської школи, аналізував інфляцію як невід'ємну частину макроекономічної теорії. Він стверджував, що інфляція виникає, коли сукупний попит перевищує виробничі можливості економіки, що призводить до так званого «інфляційного розриву».

Ці фундаментальні підходи формують сучасну дискусію провідних економістів щодо природи виникнення інфляції та методів її управління. Серед українських вчених-економістів значне місце у вивченні і дослідженні даної проблеми займають Базилевич В, Данилишин Б., Барановський О., Ніколенко Ю., Баластрик Л., Василик О. та інші [9, 10]. Економічні причини виникнення інфляційних процесів досліджували Пухтаєвич Г., Панчишин С., методологічні положення щодо класифікації рівня інфляції та шляхів управління нею досліджували Серєда А., Савченко А., Макаренко І. та інші [11, 12].

Основним тезисом, з яким погоджуються усі економісти є те, що інфляція — це стійке зростання загального рівня цін на товари та послуги, що призводить до знецінення грошей. Існує кілька класифікацій інфляції залежно від різних критеріїв [13]. Наведемо основні з них.

- За темпами зростання цін:

повзуча інфляція — характеризується поступовим зростанням цін до 10% на рік. Вона зазвичай не має значного негативного впливу на економіку та може бути нормальним явищем у розвинутих країнах;

галопуюча інфляція — темпи зростання цін становлять від 10% до 50% на рік. Вона може призвести до зниження купівельної спроможності населення та порушення економічної стабільності;

гіперінфляція — темпи зростання цін перевищують 50% на місяць, що еквівалентно понад 200% на рік. Це крайній випадок інфляції, який може призвести до повної втрати довіри до національної валюти та економічного колапсу.

- За причинами виникнення:

інфляція попиту — виникає, коли сукупний попит на товари та послуги перевищує їх пропозицію. Це може бути спричинено збільшенням державних витрат, зростанням споживчих витрат або інвестицій;

інфляція витрат — пов'язана зі зростанням витрат виробництва, таких як заробітна плата, ціни на сировину та енергоносії. Це призводить до підвищення собівартості продукції та, відповідно, до зростання цін;

інфляція грошей — виникає через надмірну емісію грошей, що призводить до збільшення грошової маси без відповідного зростання товарної маси, що знижує купівельну спроможність грошей.

- За очікуваністю:

передбачувана інфляція — темпи зростання цін, які економічні агенти можуть передбачити і враховувати у своїх рішеннях. Вона дозволяє адаптувати економічну політику та поведінку суб'єктів економіки;

непередбачувана інфляція — неочікуване зростання цін, яке може призвести до економічної нестабільності та ускладнити планування для домогосподарств і підприємств.

- За формами прояву:

базова інфляція — відображає зміни цін на основні товари та послуги, що не підлягають сезонним коливанням або адміністративному регулюванню;

небазова інфляція — включає зміни цін на товари та послуги, які підлягають сезонним коливанням або адміністративному регулюванню, такі як ціни на паливо, енергоносії та продукти харчування.

Аналіз сучасних праць [5, 6, 9, 10] дозволяє виокремити кілька ключових аспектів у розумінні економічної сутності інфляції.

1. Багатовимірність визначення

Сучасні автори підкреслюють, що інфляція – це не просто статистичний показник. Вона відображає дисбаланси в економіці, зокрема між сукупним попитом і сукупною пропозицією, грошовою масою та товарною масою. В літературі розглядаються різні типи інфляції (попиту, витрат, структурна, імпортована) як

прояви різних економічних механізмів. Головний акцент робиться на важливості розрізнення між очікуваною та неочікуваною інфляцією, оскільки їхні наслідки для економічних агентів суттєво відрізняються.

2. Монетарна та немонетарна природа інфляції

Хоча монетарна теорія, що пов'язує інфляцію зі зростанням грошової маси, залишається фундаментальною, сучасні дослідження розширюють розуміння причин інфляції. Значна увага приділяється немонетарним факторам, таким як: шоки пропозиції (зростання цін на енергоносії, природні катаклізми), фіскальна політика (дефіцитне фінансування державного бюджету), структурні проблеми економіки (монополізація ринків, неефективність регулювання), психологічні фактори (інфляційні очікування, поведінка економічних агентів).

3. Вплив інфляції на економічні процеси

В сучасній економічній літературі детально аналізується вплив інфляції на розподіл доходів і багатства, інвестиційну активність, заощадження, зовнішню торгівлю та економічне зростання. Особлива увага приділяється негативним наслідкам високої та нестабільної інфляції, таким як: зниження купівельної спроможності населення, перерозподіл багатства від кредиторів до боржників, зростання невизначеності та зниження інвестицій, спотворення цінових сигналів та неефективне розміщення ресурсів, соціальна напруженість в суспільстві. Водночас досліджуються можливі (хоча й обмежені) позитивні ефекти помірної очікуваної інфляції, наприклад, полегшення коригування відносних цін та заробітних плат.

4. Роль інфляційних очікувань

Сучасні моделі інфляції наголошують на ключовій ролі інфляційних очікувань економічних агентів. Очікування впливають на поточні рішення щодо цін і заробітних плат, формуючи таким чином майбутню інфляцію. Досліджуються механізми формування інфляційних очікувань (адаптивні, раціональні, гібридні) та їхній вплив на ефективність монетарної політики. Підкреслюється важливість управління інфляційними очікуваннями для центральних банків.

5. Взаємозв'язок з іншими макроекономічними показниками

Сучасна література розглядає інфляцію не ізольовано, а у взаємозв'язку з іншими ключовими макроекономічними показниками, такими як безробіття (крива Філіпса), економічне зростання, обмінний курс та фінансова стабільність. Аналізуються компроміси між досягненням низької інфляції та підтриманням високого рівня зайнятості.

Таким чином, сучасна економічна полеміка з приводу інфляції характеризується комплексним підходом, який враховує як монетарні, так і немонетарні фактори, а також підкреслює важливу роль інфляційних очікувань. Дослідження зосереджуються на багатовимірності цього явища та його глибокому впливі на різні аспекти економічного розвитку. Розуміння економічної сутності інфляції є критично важливим для розробки ефективної макроекономічної політики, спрямованої на забезпечення стабільності цін та сталого економічного зростання.

1.2. Макроекономічні наслідки інфляції

Вплив інфляції на споживачів і виробників є багатогранним. Для споживачів інфляція здебільшого має негативний характер, особливо для малозабезпечених верств населення. В умовах зростання цін вартість життя підвищується, рівень життя знижується, і людям доводиться витратити більше коштів на ті самі товари та послуги, що призводить до суттєвого зниження купівельної спроможності. Зростання цін створює значний тиск на повсякденне життя населення. Споживачі можуть зіткнутися з подвійним тиском – знеціненням заощаджень і зменшенням багатства. Девальвація валюти призводить до постійного зниження вартості готівки, а процентні ставки за вкладом не встигають за темпами інфляції, що створює ризик знецінення заощаджень. З будь-якого погляду, інфляція суттєво негативно впливає на споживачів [14, 15].

Водночас, для виробників інфляція може мати як позитивні, так і негативні наслідки. З позитивного боку, виробники можуть збільшити прибутки шляхом підвищення цін, і якщо темпи зростання цін значно перевищують темпи зростання заробітної плати, підприємства отримують можливість підвищити рентабельність, розширити виробництво та створити нові робочі місця. Негативний бік полягає в тому, що інфляція призводить до зростання виробничих витрат, спотворення рішень щодо обсягів виробництва, посилення конкуренції на ринку та зниження ефективності розподілу ресурсів.

Загалом, вплив інфляції на макроекономіку є складним: як споживачі, так і виробники зазнають впливу у різних формах – позитивних чи негативних. Інфляція може порушити ринкову рівновагу, викликати цінові коливання, мати множинні наслідки для економічних суб'єктів і, зрештою, спричинити нестабільність на економічному ринку в цілому.

Інфляція також по-різному впливає на розподіл ресурсів та ціни. Викривлення цінової інформації означає вплив чинників, які заважають цінам адекватно відображати реальний стан ринку, що знижує ефективність ринкових сигналів і порушує нормальне функціонування економіки, призводячи до нерационального та неефективного розподілу ресурсів. Інфляція значною мірою спричиняє викривлення цінових сигналів і нерациональний розподіл ресурсів, що негативно позначається як на виробниках, так і на споживачах, особливо на малозабезпечених.

У процесі розподілу ресурсів обмежені ресурси мають бути розподілені між різними сферами суспільства таким чином, щоб забезпечити їхнє максимально ефективне використання. Рациональність розподілу ресурсів суттєво впливає на економіку країни. Чим вища ефективність ринку, тим вищий рівень ефективного попиту. Однак поява інфляції порушує цю рівновагу та заважає як споживачам, так і виробникам правильно оцінювати й контролювати інформацію про товари. Внаслідок цього ресурси можуть бути помилково спрямовані до неефективних галузей, тоді як по-справжньому конкурентоспроможні підприємства не

отримують необхідних ресурсів. Це призводить до значного зниження ефективності всього ринку.

Окрім того, через очікування подальшого зростання цін споживачі та виробники можуть передчасно споживати та інвестувати, що спричиняє економічні дисбаланси, нераціональний розподіл ресурсів і зниження ефективності, що, своєю чергою, чинить потужний негативний вплив на економіку суспільства в цілому. Таким чином, у питанні цінових сигналів і розподілу ресурсів інфляція не має однозначно позитивних або негативних наслідків, оскільки її вплив є переважно деструктивним і багатогранним.

Високий рівень інфляції, зазвичай, стримує заощадження, оскільки низькі процентні ставки роблять зберігання коштів менш привабливим. Це може призвести до зниження рівня заощаджень, що, своєю чергою, впливає на накопичення капіталу та стримує економічне зростання [5]. Наприклад, у 1970-х роках у США високі темпи інфляції призвели до від'ємних реальних процентних ставок, зменшення бажання населення заощаджувати та обмеження пропозиції капіталу на фінансовому ринку, що позначилося на стабільності економічного зростання. У середовищі високої інфляції громадяни схильні більше споживати або інвестувати в активи, що зберігають вартість (як-от нерухомість чи золото), ніж зберігати гроші в банках, що ще більше посилює відтік капіталу.

Порівняно з заощадженнями, інвестиційна активність також зазнає труднощів в умовах високої інфляції. Така інфляція зазвичай супроводжується високими процентними ставками, що підвищує вартість кредитування для бізнесу і зменшує інвестиційну активність. Крім того, інфляційна невизначеність підвищує ризики для інвесторів, змушуючи їх надавати перевагу інструментам хеджування, а не продуктивним інвестиціям [6]. Така поведінка знижує обсяг формування капіталу, що в довгостроковій перспективі стримує економічне зростання. Висока інфляція також може призводити до того, що компанії відкладають або скасовують інвестиційні проєкти, особливо в галузях, де необхідні довгострокова стабільність і низькі процентні ставки для досягнення прибутку, як-от інфраструктурне будівництво чи високотехнологічні дослідження та розробки [4]. Скорочення

інвестицій впливає не лише на поточні темпи зростання економіки, а й обмежує розширення виробничих потужностей у майбутньому, послаблюючи потенціал для довгострокового сталого розвитку.

Висока інфляція становить складну та далекосяжну загрозу для стабільності фінансових ринків. По-перше, інфляція підвищує невизначеність на ринку, ускладнюючи інвесторам прогнозування майбутніх економічних умов, що призводить до зниження довіри до ринку. Капітали зазвичай переміщуються з ризикованих активів, таких як акції, у «тихі гавані» — наприклад, золото, що ще більше посилює волатильність і нестабільність фондового ринку [14]. Наприклад, Туреччина пережила високу інфляцію у 2018 році, що спричинило знецінення ліри, підвищену волатильність на ринку капіталу та втрату довіри інвесторів, що зрештою зашкодило економічному зростанню.

По-друге, інфляція може спричинити утворення фінансових «бульбашок» та ризик їх обвалу. В умовах високої інфляції ціни на активи, такі як нерухомість і фондовий ринок, можуть зростати до необґрунтовано високого рівня. Коли інфляція буде взята під контроль або зміняться ринкові очікування, ціни на активи можуть різко впасти, спричинивши крах ринку та економічну кризу [15]. Цей феномен яскраво проявився під час глобальної фінансової кризи 2008 року, коли «бульбашка» на ринку нерухомості луснула, що призвело до масштабної фінансової нестабільності.

Нарешті, не можна ігнорувати вплив інфляції на кредитний ринок. Нестабільність процентних ставок може призвести до зростання вартості запозичень для бізнесу та домогосподарств, збільшення ризику дефолтів і, зрештою, до боргових криз [7].

Висока інфляція впливає не лише на внутрішню економіку, а й справляє глибокий вплив на міжнародну торгівлю та конкурентоспроможність. По-перше, інфляція спричиняє знецінення національної валюти, що безпосередньо призводить до зростання цін на імпортовані товари та, як наслідок, до поглиблення торгового дефіциту [8]. Знецінення місцевої валюти може тимчасово стимулювати експорт, оскільки експортовані товари стають відносно дешевшими на

міжнародному ринку. Однак, із зростанням внутрішніх виробничих витрат цінова конкурентоспроможність експортної продукції поступово знижується [13]. У довгостроковій перспективі це зростання витрат призведе до зниження загальної конкурентоспроможності країни, зменшення обсягів експорту та, можливо, скорочення торговельного профіциту, що завдасть шкоди економічному зростанню.

Крім того, коливання валютних курсів, спричинені інфляцією, можуть викликати нестабільність міжнародних потоків капіталу, змушуючи інвесторів переводити свої кошти до економік з нижчим рівнем інфляції та стабільними обмінними курсами. Такий відтік капіталу особливо помітний в економіках, що розвиваються, таких як Туреччина та Аргентина. Валютна криза, викликана інфляцією, серйозно підірвала економічну стабільність цих країн. Коливання обмінного курсу також впливають на структуру та напрямки міжнародної торгівлі. В умовах високої інфляції експортні підприємства стикаються з підвищеними валютними ризиками при укладенні довгострокових торговельних контрактів, що змушує їх включати в контракти вищі ризикові премії, послаблюючи таким чином їхню міжнародну конкурентоспроможність [10, 16].

Аналізуючи прямі та опосередковані впливи інфляції на економічну систему, можна підкреслити важливість інфляції в макроекономіці. Інфляція не лише впливає на поведінку споживачів і виробників, але й чинить глибокий негативний вплив на економічне зростання через викривлення цінових сигналів, неефективний розподіл ресурсів, вплив на інвестиційну та заощаджувальну поведінку, загрозу стабільності фінансових ринків і ослаблення конкурентоспроможності в міжнародній торгівлі. Особливо в умовах глобальної економічної нестабільності управління інфляцією стало одним із ключових викликів, з якими стикаються уряди та політики по всьому світу. Щоб ефективно контролювати інфляцію, держави мають вживати комплексних заходів, включаючи реалізацію жорсткої монетарної політики, координацію обґрунтованої фіскальної політики, сприяння структурним економічним реформам та посилення міжнародної співпраці. Такі заходи не лише сприяють контролю за інфляцією, але

й закладають основу для довгострокової стабільності та сталого економічного зростання.

1.3. Статистичні методи вимірювання інфляції

Рівень інфляції вимірюється за допомогою спеціальних індексів цін, які відстежують зміни середнього рівня цін на певний набір товарів і послуг протягом певного періоду часу.

Основні показники для вимірювання інфляції [17, 18, 19]:

- індекс споживчих цін або індекс інфляції (ІСЦ) - вимірює зміну цін на фіксований набір товарів і послуг, які споживає середньостатистичний споживач. ІСЦ обчислюється як відношення вартості споживчого кошика у поточному періоді до його вартості в базовому періоді. Індекс інфляції в Україні у березні 2025 склав 101,5 %;

- базовий індекс інфляції - або, що теж саме, базовий індекс споживчих цін (БІСЦ) — показник, що характеризує рівень інфляції, який виникає під впливом саме монетарних умов. Він є однією зі складових індексу споживчих цін, але виключає короткострокові нерівномірні зміни цін під впливом чинників, що мають адміністративні, випадкові або сезонні властивості. Базовий індекс інфляції в Україні у березні 2025 склав 101,4 %;

- індекс цін виробників (ІЦВ) - відображає зміну цін на товари на рівні виробництва — до того, як товари потрапляють до кінцевого споживача. Він важливий для аналізу витрат виробництва та можливого майбутнього зростання цін для споживачів. Індекс цін виробників в Україні у березні 2025 склав 100,7 %;

- дефлятор ВВП - це співвідношення номінального ВВП до реального ВВП, що дозволяє виміряти загальний рівень цін на всі товари та послуги в економіці. На відміну від ІСЦ, дефлятор охоплює всі товари й послуги, включаючи інвестиційні товари, державні витрати, експорт і імпорт.

Як вже зазначалось, один із ключових індикаторів для вимірювання рівня інфляції є індекс споживчих цін. Цей показник відображає зміну загальної вартості стандартного набору товарів і послуг, які зазвичай споживаються населенням. Його використання дозволяє простежити, як змінюється купівельна спроможність грошей у часі.

Державна служба статистики України [20, 21, 22] використовує для розрахунку ІСЦ методологію, що ґрунтується на загальносвітових вимогах, визначених Конвенцією МОП № 160 (1985), Резолюцією 17-ї Міжнародної конференції статистиків праці (2003) та міжнародним "Керівництвом щодо індексу споживчих цін" (2004). Впровадження розрахунку цього показника в Україні у 1991 році відбувалося за активної підтримки фахівців Міжнародного валютного фонду. Міжнародні експерти неодноразово підкреслювали високу якість та достовірність українського ІСЦ, що підтверджується його включенням до Спеціального стандарту поширення даних (ССПД) МВФ, до якого Україна приєдналася у 2003 році після ретельної перевірки, яка засвідчила високий рівень якості даних та використання надійних статистичних методів.

Індекс споживчих цін відіграє вирішальну роль як індикатор інфляційних тенденцій, і його постійний аналіз дозволяє урядовим структурам, бізнесу та міжнародним організаціям своєчасно адаптуватися до економічних коливань, викликаних зовнішніми та внутрішніми факторами. Враховуючи мінливість економіки, моделювання ІСЦ набуває першочергового значення. В Україні ці прогнози здійснює Державна служба статистики України, опираючись на дані про ціни на товари та послуги, які збираються шляхом моніторингу ринкової ситуації. Розрахунок ІСЦ складається з кількох етапів: по-перше, визначаються регіони та основні торгові точки для збору інформації про ціни та тарифи; по-друге, формується перелік товарів і послуг, що відображає структуру споживання населення; по-третє, розробляється методика збору цінових даних (час, частота, інструменти); по-четверте, обирається формула для проведення обчислень; по-п'яте, визначається вагова структура споживчого кошика; і, нарешті, здійснюється розрахунок середніх цін та індексів цін для окремих товарів і послуг.

Оскільки ціни на складові елементи споживчого кошика під впливом різноманітних економічних, політичних та соціальних факторів постійно змінюються, відповідно змінюється і загальна вартість усього набору. ІСЦ дає змогу оцінити, як саме змінюється ціна одного і того ж самого набору товарів та послуг протягом певного періоду.

Для зручності аналізу загальна вартість споживчого кошика у базовому періоді приймається за 100 умовних одиниць. Надалі всі зміни у вартості відображаються у вигляді відсоткового співвідношення до цього базисного рівня. Таким чином, якщо індекс перевищує 100, це означає підвищення цін (інфляцію), а якщо нижчий — зниження цін (дефляцію).

Державний споживчий кошик в Україні, затверджений Кабміном, являє собою набір із 335 найменувань товарів і послуг, що визначає мінімально необхідний рівень споживання громадян. За період з 2019 по 2023 рік його вартість зросла на 60% (з 274 до 438 грн на місяць) через високу інфляцію, при цьому склад кошика не змінювався. Це вказує на те, що поточний рівень споживання, визначений кошиком, не відповідає реальним потребам населення. Структура кошика за 2023 рік показує домінування витрат на харчування (37%), непродовольчі товари (близько 33%) та послуги (близько 30%), що свідчить про фокус на задоволенні базових фізіологічних потреб. Порівняно з пірамідою Маслоу, український споживчий кошик забезпечує лише перші два рівні потреб, тоді як у розвинених країнах він охоплює щонайменше чотири [22].

Для характеристики зміни цін використовуються зведені (агрегатні) індекси цін (I_p). На практиці найчастіше застосовують індекс Ласпейреса та індекс Пааше (дефлятор ВВП).

1) Індекс Пааше

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}, \quad (1.1)$$

де q_1 - кількість проданого товару або виготовленої продукції в натуральному виразі у звітному періоді;

p_0 - ціна базового періоду;

p_1 - ціна звітнього періоду.

Індекс Пааше характеризує цінові зміни в усіх секторах економіки. У його розрахунку застосовуються вагові коефіцієнти, що відображають поточні обсяги реалізації кожного товару чи послуги. Такий метод дослідження фокусується на цінах як об'єкті аналізу, дозволяючи індексу фіксувати динаміку цін на широкий спектр товарів за звітний період у порівнянні з базовим. Різниця між вартістю поточного та базового кошиків, розрахована за цінами поточного періоду, відображає реальну зміну витрат населення: економію при здешевленні товарів та додаткові витрати при їх подорожчанні. Слід також зазначити, що індекс Пааше часто використовується як дефлятор ВВП.

2) Індекс Ласпейреса

$$I_p = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}, \quad (1.2)$$

де q_0 - кількість проданого товару або виготовленої продукції в натуральному виразі у базисному періоді;

p_0 - ціна базового періоду;

p_1 - ціна звітнього періоду.

Індекс Ласпейреса визначає зміну цін шляхом порівняння вартості незмінного "споживчого кошика" у поточному періоді з його вартістю у базовому періоді. Однак, оцінка інфляції за допомогою індексів Ласпейреса та Пааше може давати різні результати.

Згідно з [17], існують три основні розбіжності між цими індексами: перша полягає у тому, що індекс Пааше використовує динамічні вагові коефіцієнти, які відображають структуру споживання поточного періоду та зміни у поведінці споживачів, на відміну від індексу Ласпейреса, який базується на статичній структурі споживання базового періоду.

Друга відмінність полягає в охопленні: індекс Пааше включає як споживчі, так і інвестиційні товари, тоді як індекс споживчих цін (часто розрахований за Ласпейресом) обмежується лише товарами та послугами для кінцевого споживання.

Третя відмінність стосується врахування імпорту: індекс Пааше охоплює лише вітчизняну продукцію, включаючи експорт, що формує ВВП, і не враховує імпорт, натомість індекс споживчих цін включає до споживчого кошика як вітчизняні, так і імпортні товари.

Розрахунки ІСЦ в Україні здійснюються відповідно до формули типу Ласпейреса.

Базовий індекс споживчих цін (БІСЦ) є складовою частиною ІСЦ (рис.1.1). Його розраховують шляхом вилучення з основного переліку товарів і послуг тих позицій, ціни на які мають значні сезонні коливання, регулюються державними органами або місцевою владою, залежать від світових цін, природних умов чи монополій, а також є сировинними або мають низький рівень обробки. Вагові коефіцієнти для БІСЦ формуються на основі вагових коефіцієнтів ІСЦ, але без урахування частки витрат на виключені товари та послуги. Розрахунок вагових коефіцієнтів БІСЦ відбувається шляхом приведення до одиниці (або 100%) суми вагових коефіцієнтів тих товарів і послуг з ІСЦ, які входять до БІСЦ. Сам розрахунок БІСЦ здійснюється за формулою, подібною до формули Ласпейреса, а оновлення вагової структури відбувається щорічно.

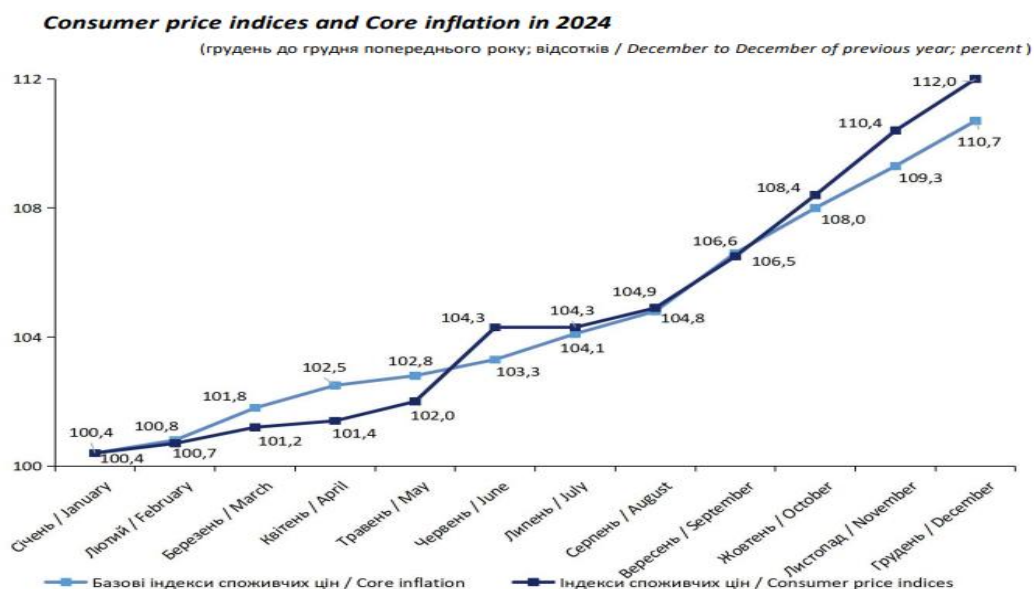


Рисунок 1.1 – Індекси споживчих цін та базові індекси споживчих цін в 2024 році

Джерело: [19]

Протягом 2024 року спостерігається чітка тенденція поступового зростання як ІСЦ, так і базової інфляції. У січні ІСЦ становив 100,4%, а базова інфляція залишалась на рівні 100,0%, що свідчить про відсутність істотних змін у споживчих цінах на початку року. Проте вже у травні ІСЦ досяг 103,4%, а базова інфляція — 102,0%, що вказує на наростання інфляційного тиску.

Найінтенсивніше зростання спостерігалось у другій половині року. З вересня по грудень ІСЦ зріс із 106,6% до 112,0%, а базова інфляція — з 106,0% до 110,7%. Така динаміка свідчить про активізацію інфляційних процесів, зокрема під кінець року, що може бути пов'язано з сезонними коливаннями цін або зовнішніми шоками.

Базова інфляція протягом року демонструвала більш плавне зростання порівняно з загальним ІСЦ. Це пояснюється тим, що базовий індекс виключає вплив нестабільних та сезонних компонентів, таких як продукти харчування та енергоносії. Найбільше розходження між ІСЦ і базовою інфляцією спостерігалось у грудні: 112,0% проти 110,7%, що додатково підтверджує вплив волатильних факторів на загальну інфляцію.

Отже, графік демонструє зростання інфляційного тиску протягом 2024 року, з особливо помітним прискоренням у його другій половині. Такі тенденції мають важливе значення для розробки ефективної антиінфляційної політики та прогнозування подальшої динаміки макроекономічних показників.

РОЗДІЛ 2

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ІНФЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙНИ

2.1. Оцінка динаміки та структури індексу споживчих цін

Індекс споживчих цін є одним із найважливіших показників для оцінювання рівня інфляції, оскільки він відображає зміну середнього рівня цін на товари та послуги, що входять до споживчого кошика. Аналіз динаміки ІСЦ дозволяє виявити загальні тенденції інфляційного процесу, визначити періоди прискорення або уповільнення зростання цін, а також оцінити ефективність проведеної економічної політики. Водночас вивчення структури індексу споживчих цін дозволяє з'ясувати, які саме групи товарів і послуг мають найбільший вплив на загальний рівень інфляції, що особливо важливо для формування цільових заходів державного регулювання.

Для оцінки динаміки інфляції в Україні за допомогою ІСЦ, розглянемо річні дані ІСЦ в Україні в період з 2000 по 2024 рік. На першому етапі проаналізуємо дані описової статистики.

Розрахунок описової статистики є фундаментальним етапом в аналізі даних, що має на меті первинне осмислення та узагальнення їхніх ключових характеристик. Описова статистика відіграє ключову роль в компресії значних обсягів інформації, надаючи можливість репрезентувати суттєві властивості даних за допомогою обмеженого набору числових характеристик, що є значно ефективнішим за безпосередній огляд великої кількості індивідуальних спостережень. Крім того, цей етап аналізу є важливим для ідентифікації потенційних аномалій у даних, включаючи викиди та пропущені значення, які можуть впливати на подальші аналітичні процедури та інтерпретацію результатів.

Застосування статистичних показників центральної тенденції, таких як середнє арифметичне, медіана та мода, забезпечує ідентифікацію типового

значення в досліджуваному наборі даних, окреслюючи тим самим його центральну локалізацію. Одночасно, аналіз мінливості, що відображається через стандартне відхилення, дисперсію, розмах та інтерквартильний розмах, дозволяє оцінити ступінь гомогенності або гетерогенності даних, виявляючи рівень їхньої розсіяності навколо центральних значень. Окрім цього, розрахунок асиметрії та ексцесу надає інформацію щодо форми розподілу, зокрема його симетричності та ступеня загостреності або плосковершинності відносно нормального розподілу.

Для розрахунку показників описової статистики був використаний команда `describe ()` пакета `psych` в R. В результаті виконання коду були отримані наступні результати (рис. 2.1):

```
> describe(df2$CPI_numeric)
  vars n  mean sd median trimmed mad min  max range skew kurtosis se
x1    1 25 112.23 10  110.3  111.27 7.71 99.4 143.3  43.9 1.23    1.51  2
> |
```

Рисунок 2.1 - Розрахунок показників описової статистики в R

Джерело: розроблено автором

Надана описова статистика відображає аналіз індексу споживчих цін за період, що охоплює 25 спостережень. Основні характеристики динаміки ІСЦ за цей період є наступними:

- середнє значення (`mean`) - середній рівень ІСЦ за досліджуваний період становив 112,23 % відносно грудня попереднього року (значення якого дорівнює 100). Це свідчить про загальне зростання цін протягом цього періоду;

- медіана (`median`) - медіанне значення ІСЦ становить 110,3%. Оскільки медіана близька до середнього, це вказує на відносно симетричний розподіл центральної частини даних, хоча і з певними відхиленнями;

- усічене середнє (`trimmed`) - усічене середнє (з виключенням 10% крайніх значень) також близьке до звичайного середнього, що підтверджує відсутність значного впливу різких стрибків цін на загальну тенденцію;

- стандартне відхилення (`sd`) - стандартне відхилення у 10 пунктів ІСЦ показує середній розмах коливань цін навколо середнього значення. Це свідчить про помірну волатильність індексу протягом досліджуваного періоду. Якщо розділити

це значення на середній рівень, то ми отримаємо квадратичний коефіцієнт варіації $= 10:112,23*100\% = 8,9\%$. Це свідчить про доволі низький рівень варіації та однорідність даної сукупності;

- середнє абсолютне відхилення (mad) - середнє абсолютне відхилення, яке є менш чутливим до викидів, також підтверджує помірний рівень розсіювання цін. Середній лінійний коефіцієнт варіації складає $7,71:112,23*100 = 6,9\%$. Співвідношення квадратичного і лінійного відхилень $10:7,71 = 1,29$. Це значення більш ніж 1,2, тому можна зробити висновок про наявність викидів;

- розмах (range) - розмах між мінімальним та максимальним значеннями ІСЦ становить 43.9 пунктів, що відображає загальний діапазон зміни цін за період;

- мінімум (min) - мінімальне значення ІСЦ за період становило 99,4% в 2002 році, що вказує на рік з відносно низькою інфляцією або навіть дефляцією порівняно з базисним періодом;

- максимум (max) - максимальне значення ІСЦ досягло 143,3% в 2015 році, що свідчить про значне зростання цін у даний рік;

- асиметрія (skew) - позитивне значення асиметрії (1,23) вказує на правосторонній розподіл. Це означає, що більшість років мали відносно помірне зростання цін, але були роки зі значно вищою інфляцією, що "витягнуло" правий хвіст розподілу;

- ексцес (kurtosis) - позитивний ексцес (1,51) свідчить про те, що розподіл є більш гостровершинним (лептокюртичним) з "важкими хвостами" порівняно з нормальним розподілом. Це означає, що ймовірність екстремальних значень ІСЦ (як дуже низької, так і дуже високої інфляції) була вищою, ніж якби розподіл був нормальним.

Динаміка індексу споживчих цін за період 2000-2024 років характеризувалася загальним зростанням цін, проте з помірною волатильністю та періодичними значними стрибками інфляції, що відображається у правосторонній асиметрії та підвищеному ексцесі розподілу. Середній рівень інфляції був

позитивним, а діапазон коливань цін сягав значних значень. Візуалізація показників описової статистики представлена за допомогою боксплоту (рис. 2.2.)

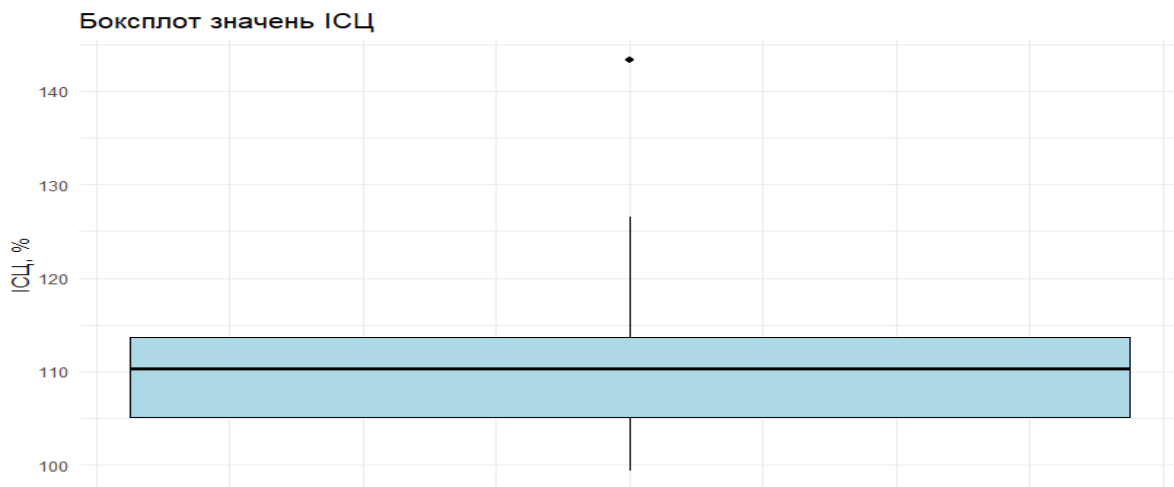


Рисунок 2.2 – Боксплот значень ІСЦ (у %) в 2000-2024 роках

Джерело: розроблено автором

Боксплот показує, що більшість значень ІСЦ за досліджуваний період були зосереджені в діапазоні приблизно від 105% до 114%. Медіанне значення (110,3%) знаходиться ближче до середини ящика, що свідчить про відносно симетричний розподіл центральної частини даних. Однак, наявність викиду на рівні 143,3% вказує на одне спостереження із значно вищим значенням ІСЦ порівняно з рештою періоду. Це може бути пов'язано з певними економічними подіями або кризами, що призвели до різкого зростання цін в окремі роки.

Розмах між нижнім та верхнім "вусами" (від 100% до 126%) відображає типовий діапазон коливань ІСЦ, за винятком екстремальних значень (викидів).

Таким чином, боксплот надає компактне візуальне резюме розподілу значень ІСЦ, виділяючи центральну тенденцію, розкид та наявність потенційних викидів та візуалізує дані описової статистики.

Для більш глибокого розуміння динаміки ІСЦ необхідно проаналізувати часовий ряд даних, виявити тренд, сезонні коливання та вплив макроекономічних факторів.

Для візуалізації динамічних змін побудовано лінійний графік динаміки ІСЦ в період з 2000 по 2024 роки (рис. 2.3).

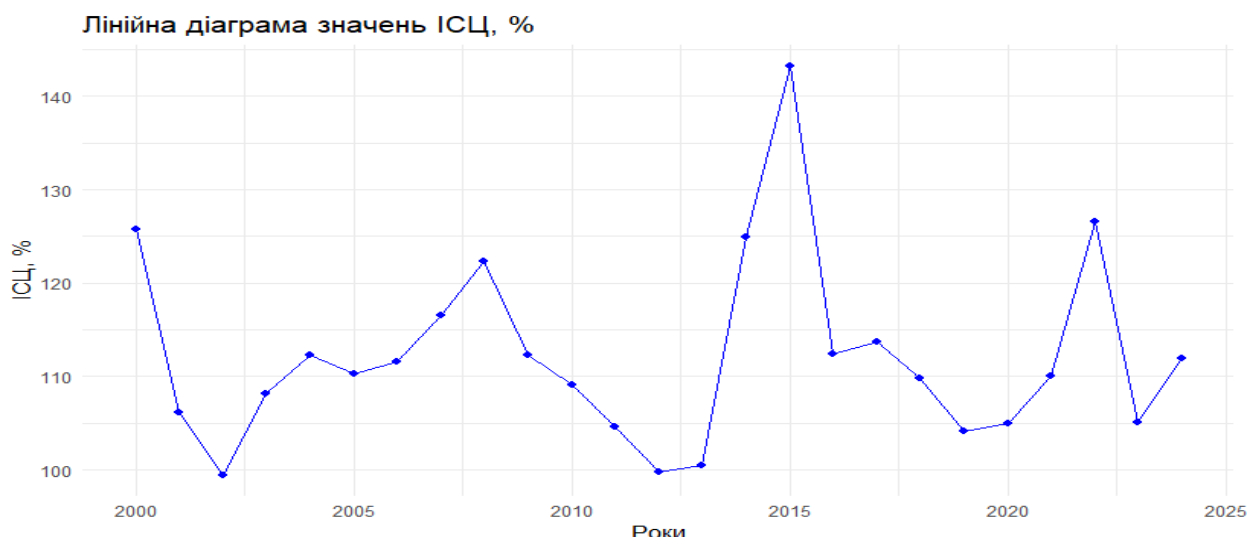


Рисунок 2.3 – Лінійна діаграма значень ІСЦ в Україні в 2000-2024 роках

Джерело: розроблено автором

Аналіз лінійної діаграми підтверджує складну та динамічну картину зміни індексу споживчих цін в Україні протягом періоду з 2000 по 2024 рік. Початковий період характеризувався значною волатильністю, зокрема різким падінням у 2001 році та подальшим зростанням. У період з 2004 по 2014 рік спостерігалася загальна тенденція до зростання ІСЦ з помірними коливаннями та періодичними піками.

Особливо слід відзначити значне підвищення темпів зростання інфляційних процесів у 2014–2016 роках. Як чітко відображено на графіку, приблизно у 2015 році відбувся різкий стрибок ІСЦ до найвищого значення за весь досліджуваний період. Це підвищення було обумовлене нестабільною політично-економічною ситуацією в Україні. Пікове значення, досягнуте у квітні 2015 року, стало наслідком підвищення цін і тарифів та значної девальвації гривні. В подальшому, після цього піку, інфляція демонструвала тенденцію до сповільнення, хоча і з певними коливаннями.

Лінійна діаграма також фіксує наступний значний стрибок ІСЦ у 2022 році, що відображається у різкому зростанні індексу після відносно стабільного періоду. Цей стрибок був обумовлений початком повномасштабного вторгнення росії на територію України. Подальша динаміка ІСЦ після 2022 року характеризується коливаннями, відображаючи складні економічні умови, спричинені війною.

Таким чином, лінійна діаграма візуально підтверджує вплив ключових політичних та економічних подій на динаміку індексу споживчих цін в Україні. Періоди політичної та економічної нестабільності, зокрема 2014-2016 роки та початок повномасштабного вторгнення у 2022 році, чітко відображені на графіку як значні піки інфляції. Подальша динаміка ІСЦ відображає складний процес адаптації економіки до цих шоків.

Розгляд структури індексу споживчих цін є надзвичайно важливим для глибокого та всебічного розуміння інфляційних процесів в економіці. ІСЦ не є монолітним показником, а являє собою зважений середній індекс цін на широкий кошик товарів та послуг, що споживаються домогосподарствами. Аналіз компонентів цього кошика, їхньої питомої ваги та динаміки цін є ключовим для розкриття прихованих тенденцій та визначення основних драйверів інфляції.

У період воєнного стану аналіз структури індексу споживчих цін набуває особливої, критичної важливості, багаторазово посилюючи значущість кожного з раніше зазначених аспектів. Безпрецедентні шоки, спричинені військовою агресією, кардинально змінюють функціонування економіки, ланцюги постачання, рівень доходів населення та, що особливо важливо, структуру споживчих витрат [2].

Ідентифікація основних джерел інфляційного тиску стає життєво необхідною для забезпечення базових потреб населення. Війна неминуче призводить до дефіциту певних товарів, руйнування виробничих потужностей та порушення логістики, що може спричинити непропорційне зростання цін на критично важливі категорії, такі як продукти харчування, медикаменти, паливо та комунальні послуги. Точний структурний аналіз дозволяє оперативно виявляти ці "больові точки" та вживати термінових заходів для стабілізації цін і забезпечення доступності необхідних ресурсів.

Розглянемо динаміку структури ІСЦ в період воєнного стану з 2022 по 2024 роки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Індекси споживчих цін на товари та послуги у 2022-2024 роках

	2022	2023	2024
Індекс споживчих цін	126,6	105,1	112,0
Продукти харчування та безалкогольні напої	134,4	104,0	114,1
Алкогільні напої, тютюнові вироби	122,7	109,6	113,2
Одяг і взуття	102,4	93,7	95,7
Житло, вода, електроенергія, газ та інші види палива	106,0	112,8	118,9
Предмети домашнього вжитку, побутова техніка та поточне утримання житла	126,5	100,7	102,1
Охорона здоров'я	119,9	108,7	113,2
Транспорт	142,9	103,2	107,1
Зв'язок	113,4	101,5	109,1
Відпочинок і культура	115,9	98,9	101,0
Освіта	109,8	112,8	112,0
Ресторани та готелі	122,5	113,0	113,2
Різні товари та послуги	117,8	111,3	109,7

Джерело: розроблено автором

В 2022 році загальний рівень цін продемонстрував значне зростання, відображаючи початковий шок від повномасштабного вторгнення.

Категорія «Продукти харчування та безалкогольні напої» відреагувала великим зростанням цін, що було зумовлено порушенням ланцюгів постачання, логістичними проблемами та зростанням витрат виробників. Категорія Транспорт показала найбільше зростання цін, що було безпосередньо пов'язано зі стрибком цін на паливо через логістичні складнощі, знищення виробничих та складських потужностей та невизначеність на ринку.

Зростання цін у категорії «Одяг та взуття» було мінімальним, що може свідчити про зниження попиту або проблеми з реалізацією імпортованих товарів. «Житло, вода, електроенергія, газ та інші види палива» - зростання цін було відносно стриманим на початку війни, можливо, завдяки фіксації деяких тарифів. Зростання цін на категорію «Освіта» було нижчим за загальний рівень інфляції.

Загальний рівень інфляції в 2023 році значно сповільнився порівняно з попереднім роком. В категорії «Одяг і взуття» спостерігалось зниження цін, а у

категорії «Предмети домашнього вжитку, побутова техніка та поточне утримання житла» зростання цін практично зупинилося.

В той же час в категорії «Житло, вода, електроенергія, газ та інші види палива» темпи зростання цін значно прискорилися, ставши одними з найвищих серед усіх категорій. Це відображає підвищення тарифів та зростання цін на енергоносії. Що призвело до значного підвищення цін в категорії «Ресторани та готелі».

В 2024 році загальний рівень інфляції знову дещо прискорився і повторив тенденції 2023 року.

Темпи зростання цін «Житло, вода, електроенергія, газ та інші види палива» продовжували прискорюватися, залишаючись найвищими серед усіх категорій. «Ресторани та готелі» зростання цін дещо сповільнилися, але залишалися значними.

Зниження цін в категорії «Одяг і взуття» сповільнилося, але залишалося негативним. Предмети домашнього вжитку, побутова техніка та поточне утримання житла - зростання цін залишалося мінімальним.

Підсумовуючи аналіз структури динаміки ІСЦ в військовий період можна зробити висновки, що 2022 рік був роком різкого зростання цін майже за всіма категоріями, особливо на продукти харчування та транспорт, що стало безпосереднім наслідком початку повномасштабної війни.

2023 рік характеризувався значним сповільненням інфляції, проте окремі категорії, такі як житлово-комунальні послуги та освіта, демонстрували прискорене зростання цін. Ціни на одяг та взуття навіть знижувалися.

2024 рік показав нову хвилю прискорення інфляції, особливо в категоріях продуктів харчування та житлово-комунальних послуг. Водночас, зростання цін на транспорт залишалося відносно помірним, а зниження цін на одяг та взуття тривало.

Ця динаміка відображає складний вплив війни, адаптацію економіки, зміну споживчої поведінки та державну політику на ціноутворення в різних секторах споживчого ринку.

2.2. Виділення основних компонент часового ряду інфляційного процесу

Аналіз часового ряду інфляційного процесу є ключовим для розуміння його внутрішньої структури, виявлення рушійних сил та прогнозування майбутніх тенденцій. Зазвичай, часовий ряд розкладається на декілька основних компонентів, що дозволяє відокремити короткострокові коливання від довгострокових закономірностей. Основними компонентами часового ряду є: тренд, сезонність, циклічні коливання та випадкова складова [23, 24, 25].

Тренд відображає довгострокову спрямованість часового ряду. Він показує загальну тенденцію до зростання або сповільнення протягом тривалого періоду часу. Тренд може бути лінійним або нелінійним і відображає фундаментальні макроекономічні фактори, такі як монетарна політика, фіскальна політика, технологічний прогрес, демографічні зміни та структурні реформи в економіці. Виявлення тренду дозволяє зрозуміти, чи існує стійка тенденція до прискорення або сповільнення явища в довгостроковій перспективі.

Сезонність представляє собою регулярні та передбачувані коливання, які відбуваються протягом року і повторюються з року в рік. Ці коливання можуть бути пов'язані з кліматичними умовами (наприклад, сезонне зростання цін на овочі та фрукти), календарними подіями (наприклад, підвищення попиту та цін перед святами), або адміністративним регулюванням (наприклад, планове підвищення тарифів на комунальні послуги в певний період року). Аналіз сезонної компоненти дозволяє враховувати ці регулярні коливання при короткостроковому прогнозуванні інфляції та оцінці ефективності заходів державного регулювання.

Циклічні коливання в економіці відображають середньострокові відхилення явища від тренду, пов'язані з фазами економічного циклу (підйом, спад, рецесія, відновлення). Циклічні коливання є менш регулярними та передбачуваними, ніж сезонність, і їхня тривалість може становити кілька років.

Випадкова складова включає непередбачувані та короткострокові коливання, які не можуть бути пояснені трендом, сезонністю або циклічними факторами. Ці коливання можуть бути спричинені разовими подіями, такими як стихійні лиха, політичні потрясіння, несподівані зміни у світових цінах на сировину або інші непередбачувані шоки. Випадкова складова є найбільш складною для прогнозування, але її аналіз дозволяє оцінити ступінь нестабільності динамічного процесу.

Виділення основних компонентів часового ряду інфляції є важливим для:

- кращого розуміння рушійних сил інфляції - дозволяє відокремити вплив фундаментальних факторів від короткострокових коливань та сезонних ефектів.
- підвищення точності прогнозування - врахування тренду, сезонності та циклічних коливань дозволяє розробляти більш обґрунтовані прогнози майбутньої інфляції.
- оцінки ефективності монетарної та фіскальної політики - аналіз тренду та циклічної компоненти може допомогти оцінити вплив макроекономічної політики на довгострокову та середньострокову динаміку інфляції.
- прийняття обґрунтованих економічних рішень - інформація про складові інфляції є важливою для бізнесу, домогосподарств та інвесторів при прийнятті рішень щодо ціноутворення, споживання та інвестування.

Для виділення цих компонентів використовуються різні статистичні методи, такі як ковзне середнє, фільтрація Ходрика-Прескотта, методи декомпозиції часових рядів (наприклад, STL, X-13ARIMA-SEATS) та економетричні моделі. Якісний аналіз компонентів часового ряду інфляції є необхідною умовою для ефективного управління інфляційними процесами та забезпечення макроекономічної стабільності [26, 27, 28].

Для декомпозиції часового ряду динаміки інфляції в Україні в військовий період були взяті ланцюгові індекси споживчих цін в 2022-2024 роках (рис. 2.4.)

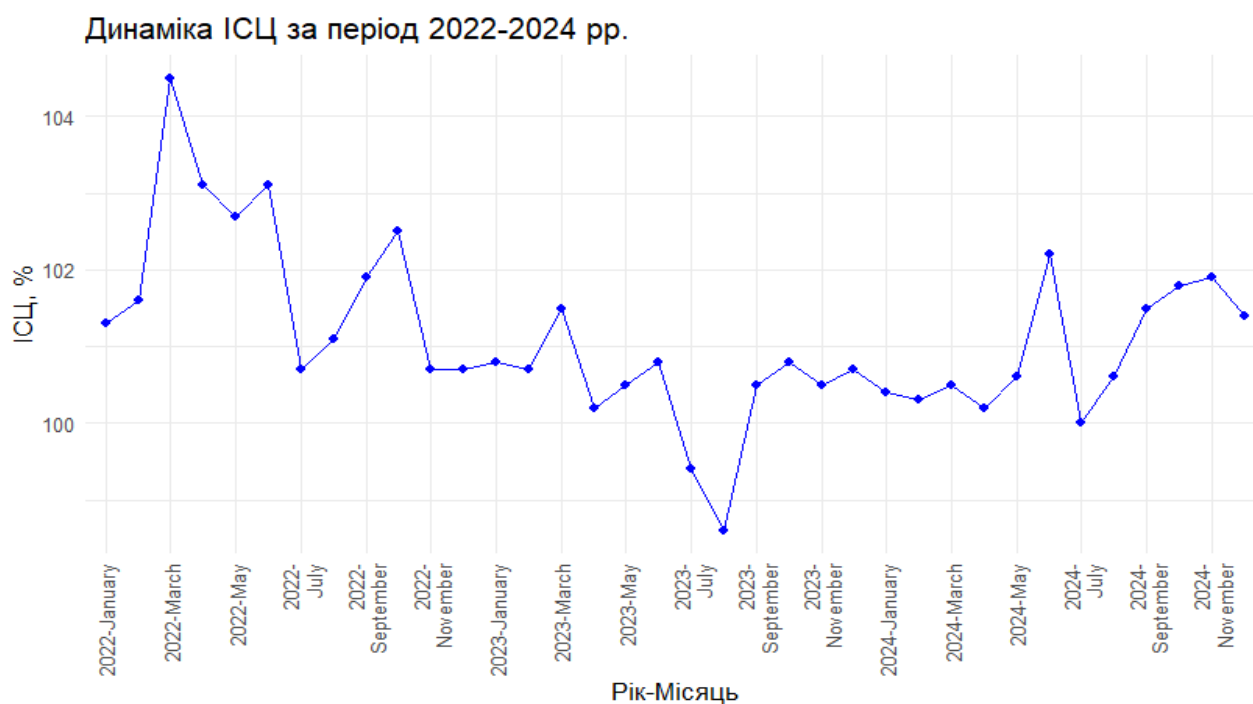


Рисунок 2.4 – Динаміка ІСЦ в період воєнного стану

Джерело: розроблено автором

Графік чітко демонструє високу волатильність інфляційних процесів в Україні протягом 2022-2024 років, що безпосередньо пов'язано з повномасштабним військовим вторгненням. Можна виділити кілька ключових етапів: гострий інфляційний шок на початку війни (березень-травень 2022 року), період часткової адаптації та стабілізації (літо-осінь 2022 року), повторне посилення інфляційного тиску (кінець 2022 - весна 2023 року), період відносної стабілізації (більша частина 2023 року), нова хвиля зростання на початку 2024 року, подальші коливання протягом 2024 року.

Загалом, хоча після першого шокового року спостерігалася певна стабілізація, інфляційний тиск залишається значним і характеризується періодичними сплесками. Динаміка ІСЦ протягом усього періоду відображає складну економічну ситуацію в країні, зумовлену війною, та вплив різних факторів, таких як порушення логістики, девальвація національної валюти, зміна тарифів та очікування населення.

Декомпозицію часового ряду ІСЦ в період воєнного стану проведемо за допомогою STL (Seasonal-Trend decomposition using Loess).

Вибір цього методу полягає в тому, що STL є більш гнучким та надійним методом декомпозиції, який не вимагає вибору між адитивною та мультиплікативною моделлю наперед. Він використовує непараметричну регресію (Loess - Locally Estimated Scatterplot Smoothing) для оцінки трендової та сезонної компонент. В R STL реалізована у функції `stl()` з пакету `stats`:

```
decomposed_stl <- stl(ts_data, s.window = "periodic")
plot(decomposed_stl)
```

Результати декомпозиції часового ряду представлені на рис. 2.5.

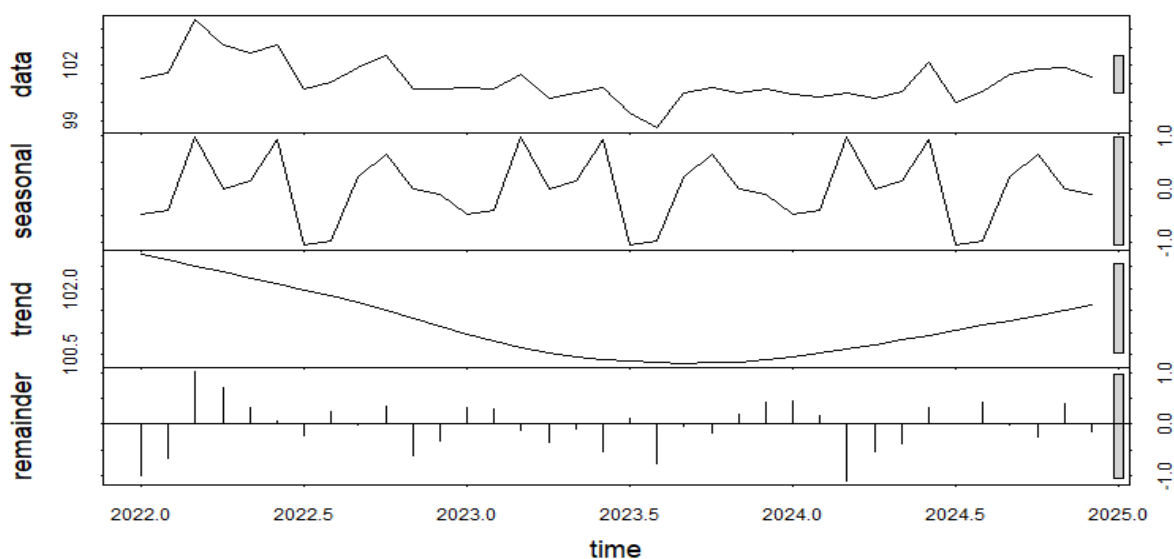


Рисунок 2.5 – Декомпозиція часового ряду ІСЦ в період воєнного стану за допомогою методу STL

Джерело: розроблено автором

Даний графік відображає результати декомпозиції часового ряду ІСЦ за період 2022-2024 років за допомогою методу STL. Графік складається з чотирьох панелей:

- data - верхня панель показує часовий ряд ІСЦ протягом досліджуваного періоду. Помітно динаміку з певними коливаннями та загальною тенденцією до зростання з періодичними спадами;
- seasonal - друга панель відображає оцінену сезонну компоненту часового ряду. Ця компонента показує регулярні коливання ІСЦ, які повторюються

щороку. На графіку видно чіткий патерн. Спостерігаються періоди підвищення та зниження ІСЦ протягом кожного року. Амплітуда сезонних коливань виглядає відносно стабільною протягом усього періоду;

- trend - третя панель відображає оцінену трендову компоненту часового ряду. Ця компонента показує довгострокову спрямованість ІСЦ, очищену від сезонних та випадкових коливань. На графіку видно загальну тенденцію до зростання ІСЦ протягом досліджуваного періоду, хоча й з певними вигинами. Спостерігається період уповільнення зростання або навіть незначного зниження тренду в середині 2023 року, після чого знову відновлюється зростання. Трендова компонента відображає фундаментальні фактори, що впливають на інфляцію в довгостроковій перспективі;

- remainder - нижня панель відображає залишкову (випадкову) компоненту часового ряду. Ця компонента представляє короткострокові нерегулярні коливання, які не можуть бути пояснені трендом або сезонністю. На графіку видно невеликі стрибки та падіння, що є випадковим шумом або впливом непередбачуваних подій. Більшість значень залишкової компоненти є близькими до нуля, що свідчить про те, що модель STL досить добре пояснила сезонну та трендову складові вихідних даних. Однак, є й більші відхилення, які можуть відображати вплив конкретних економічних або політичних подій, не включених до тренду та сезонності.

Декомпозиція часового ряду ІСЦ за допомогою STL дозволила виділити чітку сезонну компоненту, що вказує на регулярні внутрірічні коливання цін. Трендова компонента показує загальну тенденцію до зростання ІСЦ протягом 2022-2024 років з деяким уповільненням у середині 2023 року. Залишкова компонента відображає короткострокові нерегулярні коливання, які є відносно невеликими, що свідчить про адекватність моделі декомпозиції для цих даних. Подальший аналіз буде зосереджений на інтерпретації виявлених сезонних патернів.

2.3. Оцінка сезонних коливань індексу споживчих цін

Оцінка сезонних коливань індексу споживчих цін (ІСЦ) є важливим етапом аналізу динаміки цін, оскільки дозволяє виявити регулярні внутрішньорічні патерни, які повторюються з року в рік. Ці коливання можуть бути зумовлені різними факторами, такими як сезонність виробництва сільськогосподарської продукції, зміна попиту у зв'язку зі святами або порами року, а також адміністративне регулювання (наприклад, тарифи на комунальні послуги).

В умовах воєнного стану оцінка сезонних коливань індексу споживчих цін набуває особливої, критичної значущості, оскільки традиційні економічні закономірності зазнають значних деформацій, а розуміння динаміки цін стає ключовим для забезпечення життєдіяльності населення та стабільності економіки.

Динаміка ІСЦ за місяцями наведена на рис. 2.6.

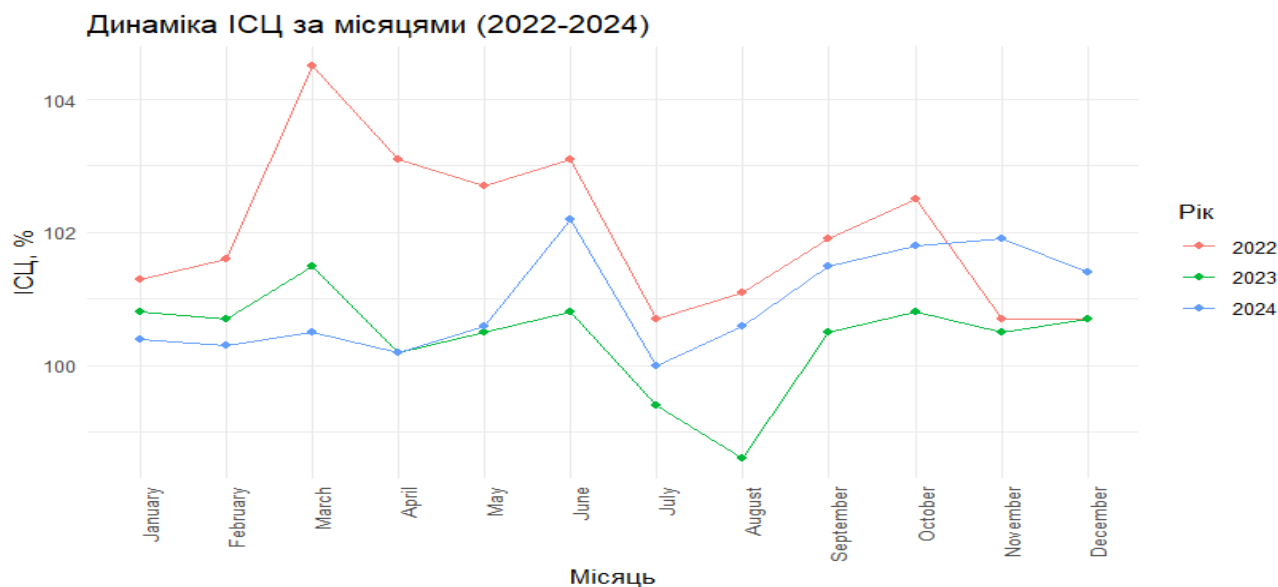


Рисунок 2.6 – Динаміка ІСЦ за місяцями в період з 2022 по 2024 роки

Джерело: розроблено автором

Аналізуючи графік можна зробити висновок про наявність стабільних патернів поведінки ІСЦ протягом року. Початок року демонструє нижчі темпи інфляції, спостерігається незначне зростання в березні місяці, протягом весни та

початку літа спостерігаються коливання, але загалом рівень інфляції залишається відносно стабільним.

Різке зниження ІСЦ фіксується в липні та серпні, що може бути пов'язано із сезонними факторами або певними економічними заходами. Восени відбувається зростання інфляції, досягаючи піку в жовтні, після чого спостерігається деяке зниження до кінця року.

Одним з методів виявлення сезонної компоненти є розрахунок індексів сезонності. В часових рядах, які не виявляють чіткої тенденції розвитку (тренду), індекс сезонності розраховують шляхом відношення сезонних даних (квартальних або місячних) до середнього рівня за сезонний цикл. В рядах, де прослідковується тренд, індекси сезонності розраховують як відношення сезонних даних (квартальних або місячних) до аналітично вирівняних даних за допомогою рівняння тренду або ковзної середньої. При розрахунку індексів сезонності ІСЦ в Україні в умовах воєнного стану визначимо індекс сезонності, як відношення місячних даних до середнього рівня за сезонний цикл.

Індекс сезонності (Averages Method)

$$I_{\text{сез}} = \frac{y_t}{\bar{y}} \cdot 100\%. \quad (2.1)$$

Розраховані індекси сезонності наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Індеси сезонності ІСЦ в Україні в 2022-2024 роках

	2022	2023	2024	I сез 2022	I сез 2023	I сез 2024	I сез середній
January	101,3	100,8	100,4	99,3	100,4	99,5	99,7
February	101,6	100,7	100,3	99,6	100,3	99,4	99,8
March	104,5	101,5	100,5	102,5	101,1	99,6	101,0
April	103,1	100,2	100,2	101,1	99,8	99,3	100,0
May	102,7	100,5	100,6	100,7	100,1	99,7	100,1
June	103,1	100,8	102,2	101,1	100,4	101,2	100,9
July	100,7	99,4	100,0	98,7	99,0	99,1	98,9
August	101,1	98,6	100,6	99,1	98,2	99,7	99,0
September	101,9	100,5	101,5	99,9	100,1	100,5	100,2
October	102,5	100,8	101,8	100,5	100,4	100,8	100,6
November	100,7	100,5	101,9	98,7	100,1	100,9	99,9
December	100,7	100,7	101,4	98,7	100,3	100,4	99,8
Середнє	102,0	100,4	101,0				

Джерело: розроблено автором

За середніми індексами сезонності ІСЦ в період воєнного стану була побудована сезонна хвиля (рис. 2.7.)

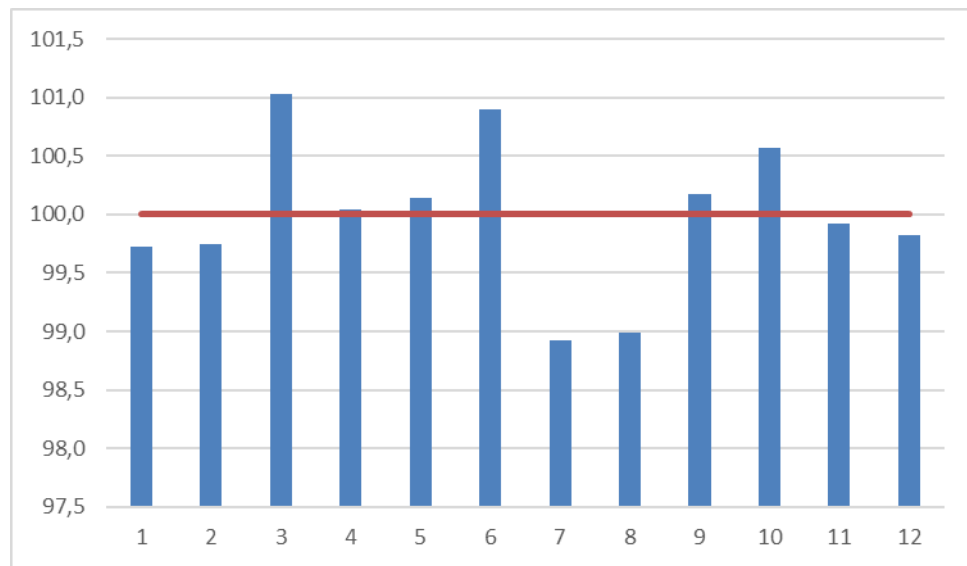


Рисунок 2.7 – Сезонна хвиля ІСЦ в період 2022-2024 років

Джерело: розроблено автором

Графік демонструє наявність чітких сезонних коливань ІСЦ в Україні протягом досліджуваного періоду, незважаючи на складні економічні умови, спричинені війною. Найбільший підвищувальний сезонний тиск припадає на березень та, меншою мірою, на червень і жовтень. Найбільший знижувальний сезонний тиск спостерігається в липні та серпні. Хоча графік усереднює дані за три роки, загальний патерн сезонності залишається досить вираженим, що може свідчити про відносну стійкість деяких сезонних факторів, незважаючи на зовнішні потрясіння.

Для узагальнення сезонних змін були розраховані показники інтенсивності сезонних коливань. Основними з них є:

Амплітуда коливань - найпростіший показник, який визначається як різниця між максимальним та мінімальним значеннями індексів сезонності протягом одного повного сезонного циклу.

Середнє лінійне відхилення

$$\bar{l}_t = \frac{\sum |I_{\text{сез}} - 100|}{12}. \quad (2.2)$$

Середнє квадратичне відхилення

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{(I_{\text{сез}} - 100)^2}{12}}. \quad (2.3)$$

Результати обчислень наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Показники інтенсивності сезонних коливань ІСЦ в Україні в 2022-2024 роках

	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Амплітуда коливань	3,7	2,9	2,2
Середнє лінійне відхилення	0,971	0,506	0,669
Середнє квадратичне відхилення	1,130	0,714	0,719

Джерело: розроблено автором

Показники інтенсивності сезонних коливань свідчать про те, що на початку 2022 року ІСЦ відреагував на повномасштабне вторгнення зміною цін. Показники інтенсивності сезонних коливань ІСЦ в Україні свідчать про помітне зменшення розмаху та середньої величини цих коливань у 2023 році порівняно з 2022 роком. У 2024 році інтенсивність сезонних коливань залишалася на відносно низькому рівні, близькому до показників 2023 року. Таким чином і ринок, і споживачі змогли адаптуватися до нових умов.

У періоди значної нестабільності, як-от воєнний час, вивчення сезонних коливань набуває ще більшої ваги. Традиційні патерни можуть руйнуватися або змінюватися, а їхнє вивчення допомагає відокремити кризові явища від тимчасових сезонних коливань цін або попиту. Це дає змогу планувати забезпечення населення та армії продовольством, медикаментами, паливом з урахуванням сезонних факторів, що може допомогти у запобіганні дефіциту або надлишку товарів у певні періоди. Також аналіз сезонної компоненти може свідчити про ступінь адаптації економіки до нових умов.

РОЗДІЛ 3

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ ETS ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

3.1 Методика побудови моделі ETS

Моделі ETS (Error, Trend, Seasonality), що базуються на принципі експоненційного згладжування, мають тривалу історію розвитку, яка розпочалася ще в середині ХХ століття.

Першим важливим кроком став метод Хольта, запропонований Чарльзом Хольтом у 1957 році, який дозволив прогнозувати часові ряди з трендом шляхом модифікації простого експоненційного згладжування. Через рік, у 1958 році, Пітер Вінтерс доповнив цю модель сезонною компонентою, що дало початок класичному методу Хольта–Вінтерса, який і досі широко застосовується у бізнесі та економіці.

До 1980-х років ці методи залишалися здебільшого емпіричними й не мали чіткої статистичної інтерпретації. У 1990-х роках дослідники, зокрема Роберт Гайндман, Енн Келер, Джордж Снайдер та інші, розробили формальну статистичну основу для експоненційного згладжування у вигляді класу моделей ETS, які описуються через три компоненти: помилка (E), тренд (T) та сезонність (S). Було запропоновано 30 можливих комбінацій таких моделей, що охоплюють адитивні та мультиплікативні варіанти.

У 2000-х роках Гайндман із колегами реалізували автоматичний вибір ETS-моделі в мові програмування R (функція `ets()` з пакету `forecast`), базуючись на мінімізації інформаційного критерію AICс. Важливим підсумком цієї роботи стала публікація монографії "Forecasting with Exponential Smoothing: The State Space Approach" [25], яка стала основою для сучасного застосування ETS-моделей.

У наш час ці моделі активно використовуються у програмних середовищах для автоматичного прогнозування, таких як R, Python, і навіть великих

комерційних систем [29, 30]. ETS-моделі є одним із найнадійніших інструментів короткострокового прогнозування, оскільки вони водночас прості у використанні, гнучкі до структури даних і здатні адаптуватися до змін сезонності та тренду.

Модель ETS (Error-Trend-Seasonality) — це сучасний статистичний підхід до експоненційного згладжування, який описує часовий ряд через три взаємопов'язані компоненти:

- помилка (Error) - показує, як випадкові відхилення впливають на модель.

Вона може бути

A - адитивна, коли вплив помилки постійний (незалежно від рівня ряду),

M - мультиплікативна, коли вплив пропорційний до рівня ряду;

- тренд (Trend) - відображає довгострокову зміну рівня. Він може бути:

N - немає тренду,

A - адитивний тренд, коли приріст постійний,

M - мультиплікативний тренд, коли приріст зростає пропорційно рівню,

Ad - адитивний затухаючий тренд (damped),

Md - мультиплікативний затухаючий тренд.

- сезонність (Seasonality) - регулярні періодичні коливання. Можуть позначатися:

N - немає сезонності,

A - адитивна сезонність (фіксований амплітудний ефект),

M - мультиплікативна сезонність (ефект залежить від рівня).

Кожна модель ETS записується у вигляді ETS (Error, Trend, Seasonality).

Наприклад:

ETS(A,N,N) - адитивна помилка, без тренду і без сезонності.

ETS(A,A,N) - адитивна помилка, адитивний тренд, без сезонності.

ETS(M,Ad,N) - мультиплікативна помилка, затухаючий адитивний тренд, без сезонності.

Усього можливі 30 різних комбінацій ETS-моделей (включаючи варіанти з/без сезонності та затухаючим трендом). Не всі моделі практичні: деякі мультиплікативні комбінації не використовуються для рядів, які містять нульові

або від'ємні значення. Наприклад, моделі з помилкою M не можуть використовуватись для рядів із нульовими або від'ємними значеннями, оскільки множення на помилку або сезонність не має сенсу в таких випадках. Затухаючий тренд (damped trend) допомагає зменшити вагу тренду в довгостроковому прогнозі.

На практиці часто використовують лише ETS(A,A,A), ETS(M,A,M), ETS(A,Ad,A) та ETS(M,Ad,M) - як найбільш стабільні комбінації.

Методика побудови моделі ETS включає кілька ключових етапів:

1. Візуальний аналіз часового ряду - побудова графіка часового ряду. Першим кроком є візуалізація часового ряду для розуміння його основних характеристик (наявність тренду, сезонності, зміни тренду або сезонності з часом, наявність викидів чи структурних змін).

2. Вибір компонентів моделі (ETS Framework) - вибір компонентів базується на візуальному аналізі часового ряду та розумінні природи даних. Якщо сезонні коливання мають приблизно постійну амплітуду, використовується «A» для сезонності. Якщо амплітуда змінюється пропорційно рівню ряду, то сезонність буде «M». Якщо сезонності немає – «N».

Аналогічно для тренду: лінійний тренд «A» для постійного зростання/спадання, експоненціальний «M» для зростання/спадання з постійним відсотком. Затухаючі тренди («Ad», «Md») використовуються, коли очікується, що вплив тренду з часом зменшиться. Якщо тренд відсутній – «N».

Вибір між адитивною («A») та мультиплікативною («M») похибкою часто визначається тим, чи залежить дисперсія помилок від рівня ряду. Якщо дисперсія зростає зі зростанням рівня, може підійти мультиплікативна похибка.

3. Оцінка параметрів моделі - після вибору компонентів моделі необхідно оцінити її параметри (початкові рівні, коефіцієнти тренду та сезонності, параметри згладжування). Це зазвичай робиться автоматично за допомогою статистичного програмного забезпечення (наприклад, в R використовуються функції з пакетів forecast або fable).

Процес оцінки параметрів зазвичай включає мінімізацію функції помилок прогнозування на навчальній вибірці даних. Найчастіше використовується метод

максимальної правдоподібності (Maximum Likelihood Estimation - MLE) або мінімізація суми квадратів помилок (Sum of Squared Errors - SSE).

4. Вибір найкращої моделі - оскільки для одного часового ряду може бути побудовано кілька різних моделей ETS (з різними комбінаціями компонентів), необхідно вибрати найкращу модель.

Критерії вибору включають [31, 32, 33] в себе наступні елементи.

Інформаційні критерії - AIC (Akaike Information Criterion), AICc (Corrected AIC), BIC (Bayesian Information Criterion). Нижчі значення цих критеріїв зазвичай свідчать про кращу модель (баланс між якістю та складністю моделі).

Точність прогнозування на тестовій вибірці (якщо доступна). Якщо є окрема тестова вибірка даних, порівнюють точність прогнозування різних моделей на цій вибірці за допомогою метрик, таких як: MAE (Mean Absolute Error), RMSE (Root Mean Squared Error), MAPE (Mean Absolute Percentage Error). Модель з найнижчими значеннями помилок прогнозування вважається кращою.

Аналіз залишкової компоненти (Residual Analysis) - залишки (різниця між фактичними та прогнозованими значеннями) повинні бути випадковими, некорельованими та мати постійну дисперсію. Перевіряються графіки залишків (часовий ряд залишків, гістограма, ACF) та статистичні тести (наприклад, тест Льюнга-Бокса на автокореляцію).

5. Прогнозування - після вибору найкращої моделі ETS її можна використовувати для прогнозування майбутніх значень часового ряду на потрібний горизонт. Прогнози генеруються на основі згладжених рівнів, тренду та сезонних індексів, екстрапольованих у майбутнє.

6. Оцінка точності прогнозу - важливо оцінити точність отриманих прогнозів, особливо якщо використовувалася тестова вибірка. Розраховується метрики помилок прогнозування на тестовій вибірці, щоб отримати уявлення про очікувану точність майбутніх прогнозів.

3.2 Застосування моделі ETS до індексу споживчих цін України

Застосування моделі ETS (Error, Trend, Seasonality) до індексу споживчих цін (ІСЦ) України буде корисним для аналізу його динаміки, виявлення основних компонентів (тренду, сезонності) та прогнозування майбутніх значень. Враховуючи складну економічну та політичну ситуацію в Україні, особливо в останні роки, модель ETS може допомогти розібратися в інфляційних процесах та їхніх складових.

В попередньому розділі ми з'ясували, що часовий ряд ІСЦ характеризується незначними трендом та вираженою сезонністю. Тому для прогнозування ІСЦ було вирішено застосувати модель Хольта-Вінтерса.

Модель Хольта-Вінтерса є розвитком методу експоненційного згладжування і призначена для прогнозування часових рядів, що демонструють наявність як тренду, так і сезонності. Вона була запропонована Чарльзом Хольтом для врахування тренду, а згодом удосконалена Пітером Вінтерсом шляхом включення сезонного компонента, що дало змогу використовувати модель для ширшого кола прикладних задач. Основна ідея полягає в тому, що кожне нове спостереження частково оновлює попередні оцінки рівня, тренду і сезонності відповідно до заданих коефіцієнтів згладжування.

Існують дві основні версії цієї моделі - адитивна та мультиплікативна. Адитивна модель передбачає, що сезонні коливання мають постійну амплітуду незалежно від рівня ряду, тоді як у мультиплікативній моделі сезонність змінюється пропорційно до рівня. Кожна з компонент моделі, рівень, тренд та сезонність, оновлюється згідно з відповідними формулами, що дозволяє будувати гнучкі прогнози на кілька періодів наперед. Завдяки своїй простоті, інтерпретованості та здатності адаптуватися до змін, модель Хольта-Вінтерса широко використовується в економіці, торгівлі, енергетиці та інших сферах для оперативного прогнозування на основі історичних даних.

У моделі Хольта-Вінтерса ключову роль відіграють три параметри згладжування: α , β та γ . Кожен з них визначає ступінь впливу нових спостережень на відповідні компоненти моделі - рівень, тренд і сезонність.

Параметр α керує оновленням рівня ряду, чим ближче він до 1, тим більше ваги надається останнім значенням, і навпаки - менше уваги до минулого.

Параметр β регулює швидкість адаптації моделі до змін у тренді: великі значення дозволяють моделі швидко реагувати на нові тенденції, тоді як малі значення забезпечують більшу стабільність тренду.

Параметр γ відповідає за оновлення сезонної компоненти, високі значення забезпечують швидке пристосування до змін сезонного патерну, а низькі - зберігають сезонність більш сталою з часом.

Вибір значень параметрів може виконуватися вручну, однак зазвичай у практиці вони визначаються автоматично шляхом мінімізації помилки прогнозу на основі історичних даних. Важливо зазначити, що параметри згладжування мають лежати в інтервалі від 0 до 1, що гарантує зменшення впливу давніх спостережень і підвищення ваги нещодавніх даних у моделі. Правильне налаштування цих параметрів забезпечує гнучкість та точність прогнозу, особливо у випадках даних із нестабільною динамікою або складною сезонною структурою.

Таким чином для прогнозування можна обрати моделі Хольта-Вінтерса з адитивною сезонністю, з мультиплікативною сезонністю, а також тренд обрати звичайний та демпфований (затухаючий). Отже, ми можемо побудувати 4 моделі.

1. Перша модель ETS(A, A, A) - адитивна помилка, адитивний тренд, адитивна сезонність.
2. Друга модель ETS(M, A, M) - мультиплікативна помилка, адитивний тренд, мультиплікативна сезонність.
3. Третя модель ETS(A, Ad, A) - адитивна помилка, демпфований тренд, адитивна сезонність.
4. Четверта модель ETS(M, Ad, M) - мультиплікативна помилка, демпфований тренд, мультиплікативна сезонність.

R надає зручні функції для автоматичного та ручного налаштування цих моделей, переважно через пакети `forecast` та `fable`.

Вибір найкращої моделі для прогнозування ІСЦ здійснювався на основі порівняння інформаційних критеріїв AIC (Akaike Information Criterion), AICc (Corrected AIC), BIC (Bayesian Information Criterion). Нижчі значення цих критеріїв зазвичай свідчать про кращу модель (баланс між якістю та складністю моделі). Значення цих критеріїв для зазначених моделей наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення інформаційних критеріїв для вибору моделі прогнозування

Інформаційний критерій	ETS(A, A, A)	ETS(M, A, M)	ETS(A, Ad, A)	ETS(M,Ad, M)
AIC	1586	1595	1587	1789
AICc	1588	1598	1590	1791
BIC	1646	1656	1651	1855

Джерело: розроблено автором

На основі наданих інформаційних критеріїв, найкращою моделлю для даних є ETS(A, A, A) (адитивна похибка, адитивний тренд, адитивна сезонність), оскільки вона має найнижчі значення AIC, AICc та BIC. Це означає, що ця модель забезпечує найкращий баланс між якістю пристосування до даних та її складністю серед розглянутих варіантів.

Інформаційні критерії є лише одним з аспектів вибору моделі. Також важливо аналізувати залишкову компоненту обраної моделі на наявність автокореляції та інших небажаних патернів. Тому розглянемо цю модель більш детально (результати побудови моделі представлені на рис 3.1).

```

Model Information:
Holt-winters' additive method

Call:
hw(y = ts_data1, seasonal = "additive")

Smoothing parameters:
alpha = 0.7462
beta = 1e-04
gamma = 1e-04

Initial states:
l = 102.7553
b = -0.0046
s = 0.2649 0.2161 0.2712 0.3615 -1.1564 -1.2245
    -0.3723 -0.118 0.7955 0.5826 -0.0297 0.4091

sigma: 1.1844

      AIC      AICc      BIC
1585.836 1588.314 1646.691

Error measures:
           ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -0.003627707 1.148122 0.7215179 -0.01083586 0.7106556 0.6788547 0.08197685

```

Рис.3.1 – Фрагмент коду аналізу моделі

Джерело: розроблено автором

Smoothing parameters - ці параметри контролюють вагу, що надається останнім спостереженням при оновленні компонентів моделі.

$\alpha = 0,7462$ - рівень часового ряду досить динамічний і потребує значного коригування на основі кожної нової помилки прогнозу. Тобто, останнє спостереження має великий вплив на оцінку поточного рівня.

$\beta = 1e-04$ - дуже мале значення (0,0001) свідчить про те, що оцінка тренду змінюється дуже повільно. Модель вважає, що тренд є відносно стабільним.

$\gamma = 1e-04$ - також дуже мале значення (0,0001) вказує на те, що сезонні індекси оновлюються дуже повільно. Модель значною мірою покладається на стабільні сезонні патерни.

Initial states - початкові значення компонентів моделі на початку часового ряду.

$l = 102,75$ - початкова оцінка рівня часового ряду.

$b = -0,0046$ - початкова оцінка нахилу тренду (невелике спадання на одиницю часу).

$s = 0.2649, 0.2161, 0.2712, 0.3615, -1.1564, -1.2245, -0.3723, -0.118, 0.7955, 0.5826, -0.0297, 0.4091$ - це початкові адитивні сезонні відхилення для кожного періоду сезонності.

Метрики помилок, розраховані на навчальній вибірці дають уявлення про те, наскільки добре модель пристосувалася до історичних даних.

ME (середня помилка) = $-0,004$. Близьке до нуля значення вказує на відсутність систематичного пере- або недооцінювання.

RMSE (середньоквадратична помилка) = $1,148$. Ця метрика чутлива до великих помилок.

MAE (середня абсолютна помилка) = $0,721$. Середня величина помилок без урахування знаку. Менш чутлива до викидів, ніж RMSE.

MPE (середня відсоткова помилка) = $-0,011$. Вказує на середнє відсоткове відхилення прогнозу від фактичного значення, тобто фактичне значення менше від модельованого на $0,011\%$.

MAPE (середня абсолютна відсоткова помилка) = $0,711$. Корисна для порівняння помилок між рядами з різними масштабами.

MASE (середня абсолютна масштабована помилка) = $0,679$. Порівнює помилки прогнозу з помилками наївного прогнозу (прогноз попереднього значення). Значення менше 1 свідчить про кращу продуктивність, ніж наївний прогноз.

ACF1 (автокореляція першого порядку залишків) = $0,082$. Бажано, щоб це значення було близьким до нуля, що свідчить про відсутність значної автокореляції в залишках. Значення 0.082 може вказувати на деяку слабку автокореляцію, але не обов'язково є критичним.

Тому наступним кроком є аналіз залишків моделі. Аналіз залишків моделі є критично важливим кроком у процесі побудови та оцінки будь-якої статистичної моделі, включаючи моделі ETS. Залишки - це різниця між фактичними значеннями часового ряду та значеннями, передбаченими моделлю на основі історичних даних.

Мета аналізу залишків полягає в тому, щоб перевірити, чи добре модель "захопила" всі систематичні патерни в даних. Якщо модель адекватна, залишки

повинні виглядати як білий шум - випадкові коливання без будь-якої чіткої структури.

Основні напрями аналізу залишків [34]:

- Візуальний аналіз графіка залишків у часі. Залишки повинні хаотично коливатися навколо нуля без будь-яких видимих трендів (зростання або спадання), сезонних патернів (регулярних повторень), циклічних коливань або стрибків. Наявність тренду в залишках може свідчити про те, що модель не повністю врахувала довгострокову тенденцію. Сезонні патерни в залишках вказують на те, що модель не повністю відобразила сезонність. Зміни у дисперсії залишків (наприклад, розширення або звуження розмаху з часом) можуть свідчити про гетероскедастичність.

- Аналіз гістограми або Q-Q plot залишків. Гістограма повинна мати форму, близьку до нормального розподілу (дзвоноподібну). На Q-Q plot точки повинні лежати близько до прямої лінії. Значні відхилення від нормального розподілу можуть впливати на коректність довірчих інтервалів прогнозів.

- Аналіз автокореляційної функції (ACF) та часткової автокореляційної функції (PACF) залишків. ACF показує кореляцію між залишками на різних часових лагах. PACF показує пряму кореляцію між залишками на певному лагу, усуваючи вплив проміжних лагів. Для адекватної моделі, більшість автокореляцій повинні бути статистично незначущими (тобто їхні значення повинні знаходитися в межах довірчих інтервалів навколо нуля). Значні піки за межами довірчих інтервалів на ACF або PACF можуть вказувати на наявність автокореляції в залишках, що свідчить про те, що модель не повністю врахувала часову залежність у даних.

- Статистичні тести для залишків. Існує ряд статистичних тестів для формальної перевірки властивостей залишків:

Тест Льюнга-Бокса (Ljung-Box test): перевіряє наявність значущої автокореляції в залишках на кількох лагах. Низьке р-значення свідчить про наявність автокореляції.

Тест Дарбіна-Уотсона (Durbin-Watson test): спеціально розроблений для перевірки автокореляції першого порядку в лінійних регресійних моделях, але може бути адаптований для аналізу залишків часових рядів.

Тести на гетероскедастичність (наприклад, тест Бройша-Пагана, тест Уайта): перевіряють, чи є дисперсія залишків постійною.

Тести на нормальність (наприклад, тест Шапіро-Уїлка, тест Колмогорова-Смірнова): перевіряють, чи розподіл залишків значно відрізняється від нормального.

Функція `checkresiduals()` є зручним інструментом в пакеті `forecast` (для R) для швидкої діагностики залишків (похибок) моделі часових рядів. Вона автоматично генерує набір корисних графіків та проводить статистичний тест, щоб допомогти оцінити, чи є залишки моделі схожими на білий шум, що є бажаною властивістю для адекватної моделі.

Порівняння фактичних і змодельованих значень наведено на рис. 3.2.

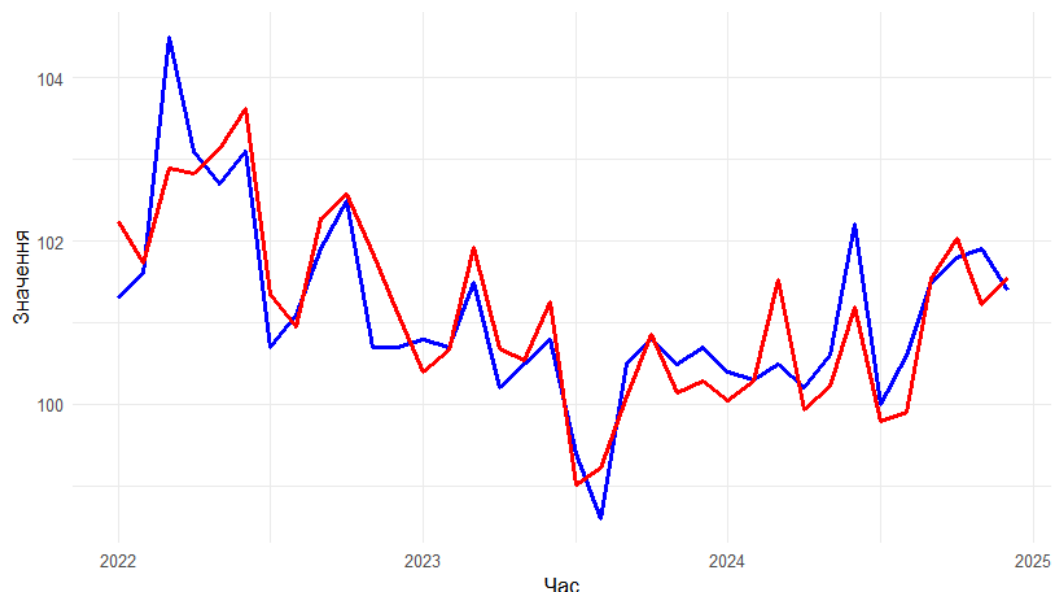
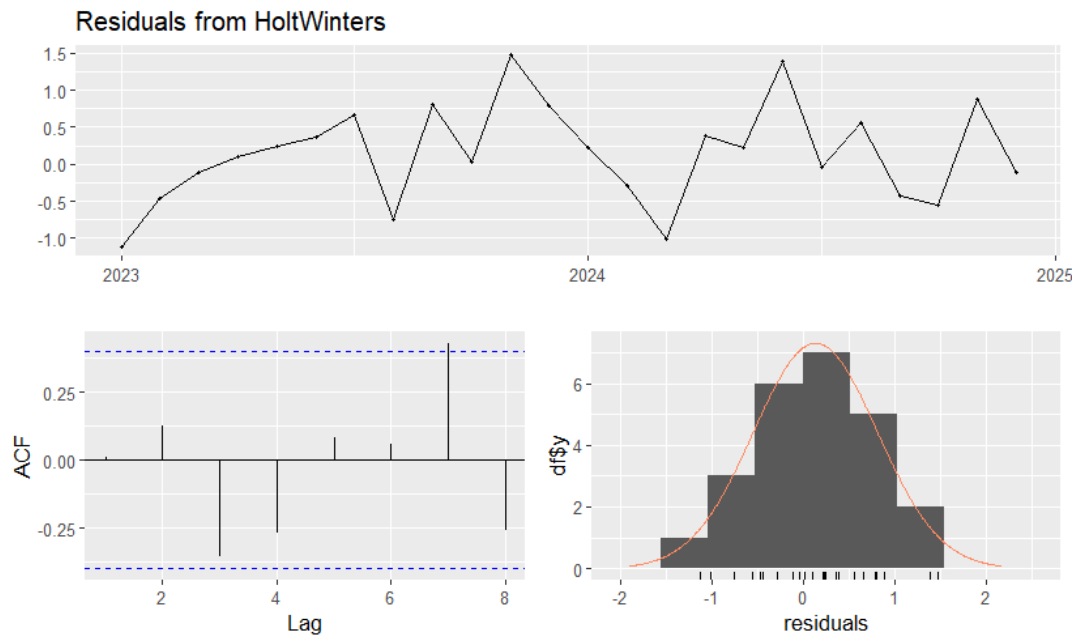


Рисунок 3.2 – Фактичні та змодельовані значення

Джерело: розроблено автором

Результати застосування функції `checkresiduals()` наведено на рис. 3.3.



Ljung-Box test

data: Residuals from Holt's method
 $Q^* = 8.1929$, $df = 8$, $p\text{-value} = 0.4149$

Model df: 0. Total lags used: 8

Рисунок 3.3 – Оцінювання залишків

Джерело: розроблено автором

Залишки коливаються навколо нуля, що є бажаною ознакою. Однак, візуально можна помітити деякі патерни. Наприклад, на початку 2023 року залишки переважно від'ємні, потім стають позитивними, а протягом 2024 року спостерігаються більш виражені коливання. Великі за амплітудою залишки трапляються в середині 2023 та на початку 2024 року.

Автокореляції переважно знаходяться в межах довірчих інтервалів, що вказує на відсутність значущої автокореляції на лагах.

Розподіл залишків виглядає симетричним, але має трохи вищий пік (більш гостроверхий) порівняно з нормальним розподілом (лептокуртоз). Хвости розподілу здаються трохи важчими, ніж у нормального розподілу, хоча це не є надто вираженим.

Результати тесту Лjung-Бокса довели, що оскільки р-значення (0,4149) більше за 0.05, ми не маємо статистично значущих доказів наявності автокореляції в залишках моделі Holt-Winters. Це є позитивним результатом, оскільки свідчить

про те, що модель досить добре врахувала часову залежність у даних, і залишки виглядають як випадковий шум (принаймні на розглянутих лагах).

Проведені тести на нормальність залишків (тест Шапіро-Уїлка, тест Лілліфорса) підтвердили нормальність залишків (рис. 3.4).

Shapiro-wilk normality test	Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test
data: residuals_model W = 0.98492, p-value = 0.3135	data: residuals_model D = 0.077513, p-value = 0.1471

Рисунок 3.4 – Результати проведення тестів на нормальність розподілу залишків

Джерело: розроблено автором

Таким чином, дана модель може бути використана для прогнозування ІСЦ в Україні у 2025 році.

3.3. Оцінка якості моделі та перевірка точності прогнозу

Прогнозування на основі моделі ETS(A, A, A) передбачає використання навченої моделі для передбачення майбутніх значень часового ряду. Оскільки модель вже врахувала рівень, тренд та сезонність історичних даних, вона може бути екстрапольована в майбутнє для отримання прогнозів.

Основні принципи прогнозування за допомогою моделі Holt-Winters:

- екстраполяція компонентів - прогнозує майбутні значення, екстраполюючи поточні оцінки рівня, тренду та сезонних індексів у майбутні періоди;
- аддитивна або мультиплікативна сезонність - залежно від обраного типу сезонності (additive або multiplicative), майбутні сезонні коливання додаються або множаться на прогнозований рівень (з урахуванням тренду). В нашому випадку,

модель має адитивну сезонність, тому прогноз на наступні періоди буде розраховуватися за наступною формулою:

$$\hat{y}_{t+m|t} = l_t + mb_t + s_{t+m-k(m+1)} \quad (3.1)$$

де $\hat{y}_{t+m|t}$ - прогноз на m періодів вперед, зроблений у момент часу t ;

l_t - оцінка рівня на момент часу t ;

mb_t - оцінка тренду на момент часу t ;

$s_{t+m-k(m+1)}$ - сезонний індекс для відповідного періоду в майбутньому (де k - ціле число, що забезпечує взяття правильного сезонного індексу з останнього повного сезону).

- довірчі інтервали - може надавати довірчі інтервали для прогнозів, які відображають невизначеність прогнозованих значень. Ширина довірчих інтервалів зазвичай зростає зі збільшенням горизонту прогнозування.

На основі навченої моделі ми зможемо побудувати прогноз індексу споживчих цін на 4 місяці 2025 року. В якості тестової вибірки візьмемо фактичні значення ІСЦ в 2025 році, які не брали участі в навчанні моделі (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Індеси споживчих цін в 2025 році

Індекс	Січень	Лютий	Березень	Квітень
споживчих цін, %	101,2	100,8	101,5	100,7

Джерело: розроблено автором

Побудуємо прогноз на основі функції `forecast()`, а також розрахуємо метрики точності моделі порівняно з тестовою вибіркою (рис.3.5), а також побудуємо графік прогнозних значень (рис. 3.6).

```
> forecast_hw
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
Jan 2025    101.8231  100.26556  103.3807  99.44104  104.2052
Feb 2025    101.6395   99.78834  103.4906  98.80842  104.4705
Mar 2025    102.3394  100.23240  104.4464  99.11701  105.5618
Apr 2025    101.9924   99.65476  104.3301  98.41729  105.5675
> accuracy(forecast_hw, test)
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1 Theil's U
Training set  0.09208752  1.2167419  0.7595571  0.08372439  0.7478742  0.7004561  0.12940916      NA
Test set     -0.89859683  0.9311131  0.8985968  -0.88973682  0.8897368  0.8286772 -0.01478817  1.543951
> |
```

Рисунок 3.5 – Фрагменти коду для побудови прогнозу та оцінки точності прогнозу ІСЦ в 2025 році

Джерело: розроблено автором

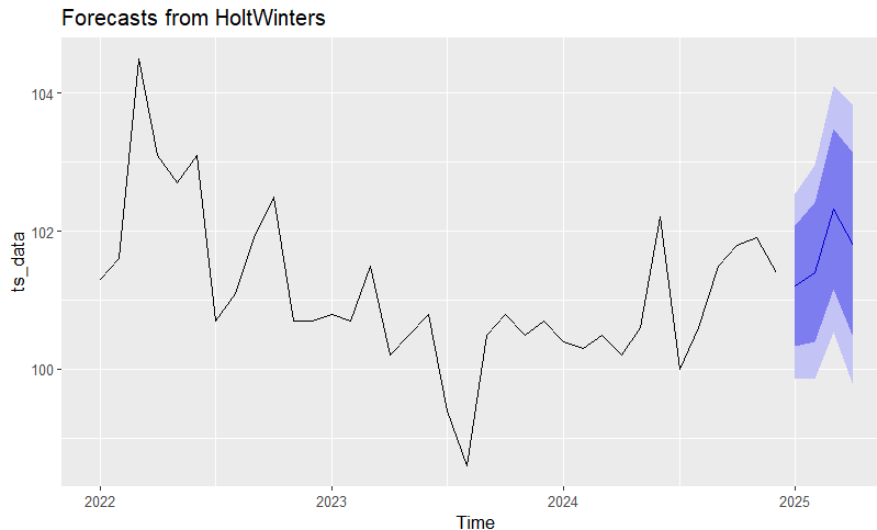


Рисунок 3.6 – Прогнозні значення ІСЦ в 2025 році

Джерело: розроблено автором

В січні 2025 року точковий прогноз складає 101,8%, 80% довірчий інтервал від 100,3 до 102,1%, 95% довірчий інтервал від 99,9 до 102,5%.

Очікується, що значення в лютому 2025 року буде близько 101,6%. 80% довірчий інтервал - (100,4, 102,4). 95% довірчий інтервал - (99,9, 102, 9). Довірчі інтервали трохи розширилися порівняно з січнем, що є типовим для прогнозів на більший горизонт.

Прогнозоване значення в березні зросло до 102,3. 80% довірчий інтервал - (101,2, 103,5) 95% довірчий інтервал - (100,5, 104,1). Довірчі інтервали продовжують розширюватися, відображаючи зростаючу невизначеність прогнозу на більший термін.

Прогнозоване значення в квітні дещо знизилося порівняно з березнем, але залишається вищим за рівень січня. 80% довірчий інтервал - 100,5, 103,1). 95% довірчий інтервал - (99,7, 103,8). Довірчі інтервали залишаються широкими.

Метрики помилок прогнозування, були розраховані як на навчальній, так і на тестовій вибірках часового ряду. Ці метрики дають кількісну оцінку того, наскільки добре модель пристосувалася до історичних даних (навчальна вибірка) та наскільки точно вона прогнозує нові, невідомі їй дані (тестова вибірка).

Похибки для навчальної вибірки:

$ME = 0,092$ позитивне значення вказує на те, що модель в середньому трохи недооцінює фактичні значення на навчальній вибірці.

$RMSE = 1,216$. $RMSE$ надає більшу вагу великим помилкам і є мірою загальної величини помилок прогнозування.

$MAE = 0,759$ дає уявлення про середню величину помилки прогнозування без урахування її напрямку.

$MPE = 0,083$ позитивне значення вказує на те, що модель в середньому трохи недооцінює у відсотковому вираженні.

$MAPE = 0,747$ середня абсолютна відсоткова помилка. У середньому, прогнози моделі Holt-Winters відхиляються від фактичних значень на 0.539%

$MASE = 0,700$ значення менше 1 свідчить про те, що ваша модель в середньому краща за найвний прогноз на навчальній вибірці.

$ACF1 = 0,012$ автокореляція помилок на лагу 1. Це значення показує кореляцію між помилками прогнозу в сусідніх часових точках. Значення близьке до нуля є бажаним, оскільки свідчить про відсутність значної автокореляції в помилках.

Для тестової вибірки метрики помилок оцінюють здатність моделі прогнозувати нові, раніше невідомі дані:

$ME = -0,898$ негативне значення вказує на те, що модель в середньому переоцінює фактичні значення на тестовій вибірці.

$$RMSE = 0,931$$

$$MAE = 0,898$$

$MPE = -0,889$ негативне значення вказує на переоцінювання у відсотковому вираженні.

$MAPE = 0,889$ це низький показник помилки. Це свідчить про те, що модель робить достатньо точні прогнози

$MASE = 0,829$. Значення менше 1 свідчить про кращу продуктивність, ніж найвний прогноз на тестовій вибірці.

Таким чином, помилки (ME, MAE) на тестовій вибірці дещо вищі, ніж на навчальній, що є типовим явищем, оскільки модель оцінюється на нових, невідомих даних.

Зміна знаку середньої помилки (з позитивного на навчальній вибірці на негативний на тестовій) може вказувати на деяку систематичну похибку в прогнозуванні майбутніх значень.

Значення MAPE на обох вибірках є відносно низькими (менше 1%), що свідчить про досить високу точність прогнозування у відсотковому вираженні.

Низьке значення ACF1 на навчальній вибірці вказує на відсутність значної автокореляції в помилках.

Загалом, модель Holt-Winters демонструє прийнятну точність прогнозування як на історичних, так і на нових даних. Однак, варто звернути увагу на зміну знаку середньої помилки на тестовій вибірці, що може бути ознакою певної систематичної похибки, яку можна спробувати усунути шляхом налаштування моделі або розгляду альтернативних підходів.

3.4. Аналіз інфляційних трендів на основі прогнозного моделювання

Враховуючи поточну ситуацію в Україні, оцінка інфляційних трендів є особливо складною та важливою. Прогнозне моделювання може допомогти:

- кількісно оцінити потенційний вплив війни та пов'язаних з нею факторів (руйнування інфраструктури, міграція, порушення логістики) на майбутню інфляцію.
- прогнозувати реакцію інфляції на монетарну та фіскальну політику Національного банку та Уряду України.
- оцінити вплив світових цін на енергоносії, продовольство та інші імпорتنі товари на внутрішню інфляцію.

- виявити потенційні ризики прискорення або сповільнення інфляційних процесів.

Як ми визначили в роботі, модель Holt-Winters може бути застосована до історичних даних ІСЦ для виявлення тренду та сезонності. Прогнозуючи майбутні значення на основі цієї моделі, можна отримати базовий прогноз інфляційних трендів. Однак, для більш точної оцінки в умовах нестабільної економіки, доцільно розглянути більш складні економетричні моделі, що враховують вплив ключових макроекономічних змінних та зовнішніх факторів.

Важливим застереженням є те, що прогнози є лише оцінками і можуть не точно відображати майбутню реальність, особливо в умовах високої невизначеності.

Якість прогнозів значною мірою залежить від якості історичних даних та адекватності обраної моделі.

Необхідно постійно оновлювати моделі та переглядати прогнози з урахуванням нових даних та змін в економічному середовищі.

Незважаючи на ці обмеження, прогнозне моделювання залишається цінним інструментом для аналізу потенційних інфляційних трендів та прийняття обґрунтованих рішень у сфері економічної політики та бізнесу.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи було систематизовано наукові знання про природу інфляційних процесів та проаналізовано сучасні підходи до обчислення індексу споживчих цін (ІСЦ). Особливу увагу приділено аналізу динаміки інфляції в Україні в умовах війни, а також впливу зовнішньоекономічної ситуації, енергетичної нестабільності та фінансових шоків на загальний рівень цін.

З метою побудови ефективної моделі прогнозування рівня інфляції в Україні розглянуто основні положення економетричного аналізу часових рядів. Обґрунтовано вибір моделей ETS як таких, що дозволяють враховувати тренд, сезонність та вплив зовнішніх факторів у нестабільних умовах. В практичній частині роботи здійснено візуальний та кількісний аналіз динаміки інфляції, що дало змогу виявити тренди, аномальні відхилення та особливості змін індексу споживчих цін за останні роки.

Прогнозування здійснювалося з використанням актуальних статистичних даних для України. Була проведена оптимізація параметрів моделей, здійснено побудову прогнозів, а також оцінено якість моделей шляхом аналізу залишків, тестів на автокореляцію та перевірки достовірності за допомогою порівняння модельованих значень з реальними значеннями 2025 року. Отримана модель показала відповідність фактичним даним і може бути рекомендована як аналітичний інструмент для коротко- та середньострокового прогнозування інфляційних тенденцій.

Практична значущість дослідження полягає в можливості використання запропонованих підходів в аналітичній роботі органів державної влади, фінансових установ та приватних компаній. Наявність достовірного прогнозу інфляції є критично важливою умовою для розробки ефективної макроекономічної політики, захисту купівельної спроможності населення та забезпечення стабільності національної економіки в умовах воєнного часу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основні засади грошово-кредитної політики на період воєнного стану. Рада НБУ. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/MPGml_2022.pdf?v=4 (дата звернення 02.05.2025).
2. Тіверіадська Л.В., Якименко А.М. Інфляційні процеси та їх соціально-економічні наслідки в Україні. URL: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2017/10/2-2.pdf> (дата звернення 03.05.2025).
3. Біла І. С., Ілюхіна В. В. Економіка війни в Україні: наслідки та можливі конкурентні переваги в повоєнний період [Електронний ресурс]. *Економіка та суспільство*. 2024. № 59. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-160> (дата звернення 25.04.2025).
4. Макроекономіка / Пер. з англ.; Наук. ред. пер. С. Панчишина. К.: Основи, 2000. 588 с.
5. Економічна теорія: Політекономія: підручник / За ред. В.Д. Базилевича; 7-ме вид., перероб. і доп. К.: Знання - Прес, 2007. 719 с.
6. Макроекономіка : підручник / М. І. Макаренко, Т. О. Семененко, Ю. М. Петрушенко; 2-ге вид., переробл. Суми : Сумський державний університет, 2021. 307 с.
7. Макроекономіка: базовий курс: навч. посіб. / І.Й. Малий, І.Ф. Радіонова, Т.Ф. Куценко, Н.В. Федірко та ін. К. : КНЕУ, 2016. 254 с.
8. Mankiw, N. G. (2021). *Principles of Macroeconomics* (10th ed.). Cengage Learning. URL: <https://namdu.uz/media/Books/pdf/2024/10/14/NamDU-ARM-13418-Macroeconomics.pdf> (дата звернення 04.05.2025).
9. Круш П. В., Клименко О. В. Інфляція: суть, форми та її оцінка : Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2010. 288 с.
10. Бажал Ю. М. Макроекономіка : конспект лекцій : навч. посібник для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. К. : НаУКМА, 2024. 41 с.

URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/28926> (дата звернення 20.04.2025).

11. Гроші та кредит: підручник / М.І. Савлук, А.М. Мороз та ін.; За заг. ред. М.І. Савлука. К.: КНЕУ, 2001. 602 с.

12. Моделювання економічної безпеки: держава, регіон, підприємство : Монографія / Геець В. М., Кизим М. О., Клебанова Т. С., Черняк О. І. та інші; За ред. Гейця В. М. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2006.

13. Keynes, J. M. (2018). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Prometheus Books. URL: <http://tankona.free.fr/keynescw29.pdf> (дата звернення 05.05.2025).

14. Івашина О.Ф., Івашина С.Ю. Інфляційні процеси в економіці. *Економічний простір*. 2018. № 131. С.76-84. URL: <https://prostir.pdaba.dp.ua/index.php/journal/article/view/207> (дата звернення 1.05.2025)

15. Заячківська О. В. Аналіз наявного стану інфляційних процесів в Україні. *Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету*. 2017. Вип. 25. Ч. 2. С. 34–38.

16. Інфляція: як вона впливає на економіку. URL: <https://bizmag.com.ua/inflyacziya/> (дата звернення 28.04.2025).

17. Доступно про статистику: Індекс споживчих цін: посібник для користувачів. *Державна служба статистики України* URL: https://zt.ukrstat.gov.ua/dostat/dpst_2018.pdf (дата звернення 20.04.2025).

18. Методологічні пояснення щодо організації статистичного спостереження за змінами цін (тарифів) на споживчі товари (послуги) і розрахунку індексу споживчих цін. *Державна служба статистики України* URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/ct/cn_rik/isc/isc_u/isc_met.html (дата звернення 20.04.2025).

19. Індекс споживчих цін. *Державна служба статистики України*. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/pro_stat/Prosto/price/ISC.pdf (дата звернення: 01.05.2025).

20. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 22.04.2025).
21. Індекс інфляції в Україні [Електронний ресурс]. Minfin. – URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation/>(дата звернення 22.04.2025).
22. Споживчий кошик в Україні: для чого він потрібен та як його враховують [Електронний ресурс]. *АБізнес*. URL: <https://abiznes.com.ua/spozhyvchyu-koshyk-v-ukraini-dlia-choho-vin-potriben-ta-iaak-yoho-vyrakhovuiut-356/> (дата звернення 02.05.2025).
23. Nielsen A. Practical Time Series Analysis: Prediction with Statistics and Machine Learning. O'Reilly Media, 2019. 500 p.
24. Everette S. Gardner Jr. Exponential smoothing: The state of the art. *Journal of forecasting*. 1985. Т. 4. № 1. С. 1-28.
25. Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: principles and practice, 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia.
26. Galit Shmueli, Kenneth C. Lichtendahl Jr; Practical Time Series Forecasting with R: A Hands-On Guide; 2nd Edition (Practical Analytics) Paperback. July 19, 2016.
27. Hyndman, R. J. and Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: Principles and Practice; 2nd ed, Monash University, Melbourne, Australia, URL: <https://otexts.org/fpp2> (дата звернення 06.05.2025).
28. Hyndman, R. J., Koehler, A. B., Ord, J. K. and Snyder, R. D. (2008). Forecasting with exponential smoothing: the state space approach, Springer-Verlag, Berlin, Germany, URL: <http://www.exponentialsMOOTHING.net> (дата звернення 08.05.2025).
29. Скрипник А.В., Жерліцин Д.М., Нам'ясенко Ю.О. Економетрика з R : навч. посібник. Київ : ФОП Ямчинський О.В., 2020. 248 с.
30. Девід Шпігельхальтер. Мистецтво статистики. Прийняття аргументованих рішень на основі даних. К.: КМ-БУКС, 2023. – 384 с.
31. Єріна А. М., Єрін Д. Л. Статистичне моделювання та прогнозування : підручник. К. : КНЕУ, 2014. 348 с.

32. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посібник / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. К. : КНЕУ, 2016. 303 с.

33. Білик Т.О., Шатарська І.Ф. Прогнозування в економіці та управлінні : Навч. посібник К. : КНЕУ, 2018. 244 с.

34. Кількісні методи в економіці : Навч. посібник / Великоіваненко Г.І., Піскунова О.В., Вацаєв С.С. та ін. К.: КНЕУ, 2024. 392 с.
URL: <https://drive.google.com/file/d/1ZnapK0FiIOTaXYgg-xCB7r3b9ro1BbSB/view>
(дата звернення 08.05.2025).



Звіт подібності

метадані

Назва організації

Київ National Economic University named after Vadym Hetman KNEU

Заголовок

Фатула_Бараник_плагіат

Автор Науковий керівник / Експерт

ФатулаБараник

підрозділ

кафедра математичного 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

11925

Кількість слів



КЦ

91718

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		3
Інтервали		0
Мікропробіли		2
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		33

Подібності за списком джерел

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://sys2biz.com.ua/news/derzhstat-opublikuvav-indeks-spozhyvchyh-tsin-inflyatsiyi-za-lypen-2024-roku/	57 0.48 %
2	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d83829f4-7feb-40c7-ae6d-b4388a256d2d/content	48 0.40 %
3	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d83829f4-7feb-40c7-ae6d-b4388a256d2d/content	42 0.35 %
4	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d83829f4-7feb-40c7-ae6d-b4388a256d2d/content	29 0.24 %

5	https://ppt-online.org/99500	27 0.23 %
6	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d83829f4-7feb-40c7-ae6d-b4388a256d2d/content	25 0.21 %
7	«ІНФЛЯЦІЯ: СУТЬ ТА МЕТОДИ ПОДОЛАННЯ» 12/3/2024 University of Modern Knowledge course papers (University of Modern Knowledge course papers)	21 0.18 %
8	Future health expenditure in the BRICS countries: a forecasting analysis for 2035 Sahoo, Pragyam Monalisa, Jakovljevic, Mihajlo, Rout, Himanshu Sekhar;	13 0.11 %
9	http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/ct/isc/posibnyk.pdf	12 0.10 %
10	https://ppt-online.org/99500	12 0.10 %

з бази даних RefBooks (0.40 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
джерело: Paperity		
1	Future health expenditure in the BRICS countries: a forecasting analysis for 2035 Sahoo, Pragyam Monalisa, Jakovljevic, Mihajlo, Rout, Himanshu Sekhar;	37 (4) 0.31 %
2	Розвиток екологічного туризму в Україні Замула Ірина Валеріївна, Кирилюк Дарина Русланівна;	11 (1) 0.09 %

з домашньої бази даних (0.18 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Романчук_Іщук_плагіат 5/29/2024 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра математичного моделювання та статистики)	8 (1) 0.07 %
2	Feshchyn-plagiat 6/3/2024 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра фінансів імені Віктора Федосова)	7 (1) 0.06 %
3	Вікторова_Катуніна_плагіат 12/4/2024 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра математичного моделювання та статистики)	7 (1) 0.06 %

з програми обміну базами даних (0.45 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	«ІНФЛЯЦІЯ: СУТЬ ТА МЕТОДИ ПОДОЛАННЯ» 12/3/2024 University of Modern Knowledge course papers (University of Modern Knowledge course papers)	21 (1) 0.18 %
2	2024_Б_ШІ_ІТШІ_20_3_Гурський_К_І_записка 12/15/2024 Kharkiv National University of Radio Electronics (Kharkiv National University of Radio Electronics)	13 (2) 0.11 %
3	Ботюк_Малицька. 12/7/2024 Vasyl Stefanyk Precarpathian National University (VSPNU) (VSPNU)	10 (1) 0.08 %

4	Курсова Менделюк(ФіНз-11інт).docx 2/17/2025 National University of Water and Environmental Engineering (National University of Water and Environmental Engineering)	10 (1) 0.08 %
---	---	---------------

з Інтернету (2.84 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d83829f4-7feb-40c7-ae6d-b4388a256d2d/content	173 (7) 1.45 %
2	https://sys2biz.com.ua/news/derzhstat-opublikuvav-indeks-spozhyvyh-tsin-inflyatsiyi-za-lypen-2024-roku/	62 (2) 0.52 %
3	https://ppt-online.org/99500	52 (4) 0.44 %
4	http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/ct/isc/posibnyk.pdf	22 (2) 0.18 %
5	https://www.freepapers.ru/15/turistichn-resursi-yapon/282019.1829938.list1.html	12 (1) 0.10 %
6	http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/03/zb_ISC_2018.pdf	9 (1) 0.08 %
7	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/7bd81400-0eb6-440d-84d0-b733aa1b1c36/download	9 (1) 0.08 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

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